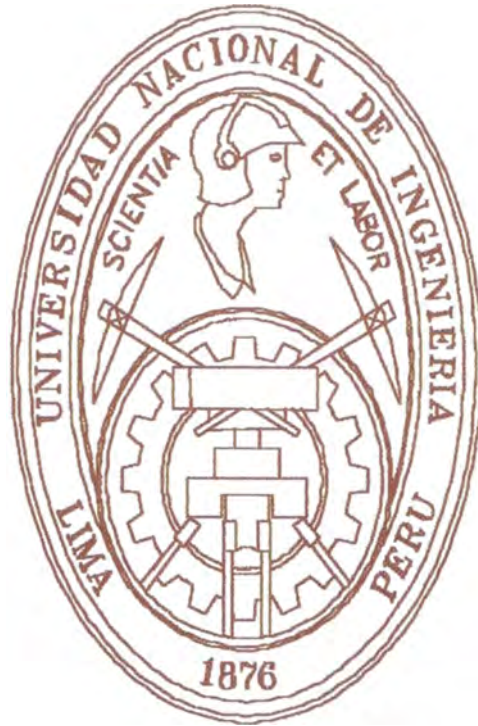


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y
MANUFACTURERA**



INFORME TECNICO

**PARA LA OBTENCION DEL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO QUIMICO**

**DESARROLLO DE FORMULACIONES PARA
LA PRODUCCION DE PINTURAS LATEX**

PRESENTADO POR :

MANUEL ALFREDO CHAVEZ PINCHI

PROMOCION 84-II

UNI, JULIO DE 1999

**En memoria de mi querido y
recordado Padre**

Manuel Bernardo Chávez Aguirre.

INDICE

	pag
I. Introducción	5
II. El Organo Empresarial	6
2.1 La Empresa	6
2.2 Estructura Orgánica	8
2.3 Líneas de Producción	9
III. Trabajo Profesional Desarrollado	12
3.1 Cargo Desempeñado	12
3.2 Funciones Asignadas al Cargo Desempeñado	12
3.3 Tiempo de Prestación de Servicios	13
IV. Funciones Desempeñadas que necesitaron el conocimiento de Técnicas Profesionales	14
V. La Industria de Recubrimientos de Superficie	15
5.1 Pinturas Base Agua	15
5.2 Pinturas Base Solvente	15
VI. Constituyentes de una Pintura Látex	16
6.1 Resinas Látex	16
6.1.1 Tipos de Resinas Látex	17
6.1.2 Componentes de una Resina Látex	18
6.1.3 Proceso de Fabricación de una Resina Látex	28
6.2 Pigmentos	32
6.2.1 Propiedades	32
6.2.2 Pigmentos Inorgánicos	36
6.2.3 Pigmentos Orgánicos	42
6.2.4 Pigmentos Extendedores	44
6.3 Aditivos	46
6.3.1 Espesantes	46
6.3.2 Preservantes	47
6.3.3 Surfactantes	49

6.3.4	Coalescentes	52
6.3.5	Reguladores de pH	52
6.3.6	Anticongelantes	53
6.3.7	Agua	53
VII.	Proceso de Fabricación de una Pintura Látex	54
7.1	Formulas Típicas	54
7.2	Producción en Planta	58
7.2.1	Equipos	58
7.2.2	Proceso	58
7.2.3	Seguridad e Higiene	62
7.3	Análisis de Costos	63
VIII.	Pruebas de Laboratorio	65
8.1	Propiedades Físicas de la pintura líquida	65
8.1.1	Densidad – Peso por Galón	65
8.1.2	Viscosidad	65
8.1.3	Fineza de la Dispersión	69
8.1.4	pH	71
8.1.5	Porcentaje de Sólidos	71
8.1.6	Estabilidad al Almacenamiento	72
8.1.7	Estabilidad al Congelamiento	72
8.2	Propiedades de la Película	73
8.2.1	Poder Cubriente y Desarrollo del Color	73
8.2.2	Resistencia a la Abrasión Húmeda	75
8.2.3	Resistencia a la Intemperie	78
8.3	Propiedades de Aplicación	79
8.3.1	Brochabilidad	79
8.3.2	Nivelación	79
8.3.3	Facilidad de Limpieza	80
8.3.4	Rendimiento	80
IX.	Aplicación de la Pintura	81
9.1	Métodos de Aplicación	81
9.1.1	Pintado con brocha	81

9.1.2	Pintado con rodillo	82
9.1.3	Pintado con pistola	84
9.2	Defectos comunes encontrados durante la aplicación	87
9.2.1	Destizamiento	87
9.2.2	Descascaramiento	87
9.2.3	Eflorescencia	88
9.2.4	Formación de Hongos	89
9.2.5	Formación de cráteres	91
X.	Desarrollo de las Etapas de Trabajo	92
10.1	Objetivo	92
10.2	Desarrollo de Productos	92
10.3	Aportes realizados por el autor en la Formulación de Pinturas Látex	94
XI.	Conclusiones	97
XII.	Resumen	99
XIII.	Bibliografía	100
XIV.	Anexos	101
	Norma Nacional para Pinturas Látex	101
	Normas ASTM para el Análisis de Pinturas	103
	Tabla de Viscosidad en Unidades Krebs	104
	Certificados	

CAPITULO I

INTRODUCCION

El presente informe tiene por objeto resumir la experiencia profesional ganada en el campo de la Industria de Pinturas, dando una idea general de la formulación, fabricación, pruebas de laboratorio y campo y problemas encontrados durante su aplicación y uso. El informe está básicamente centrado en un tipo de pintura específico: Pinturas Látex, lo cual si bien es cierto abarca una pequeña parte de este inmenso campo que es el de los Recubrimientos de Superficie Orgánicos, sirve como pauta para otros productos, ya que muchas de sus materia primas sirven para otros tipos de pinturas; llámese pinturas industriales o más aún otras industrias tales como la industria de adhesivos, tintas, plásticos y/o textiles.

A lo largo de este informe se mostrará paso a paso como se fabrica una Pintura Látex, haciendo hincapié en la descripción de las materias primas y su importancia dentro de la formulación desde el punto de vista químico, su proceso de fabricación en planta, las pruebas de laboratorio tanto de control de calidad como de desarrollo y algo que es muy importante, su aplicación y los problemas que pueden sucitarse.

Otro objetivo de este informe es señalar la importancia de los conocimientos adquiridos durante nuestro paso por la Universidad, que si bien durante nuestra época de estudios resultaban muchas veces complicados y tediosos; ya en el desarrollo de nuestra vida profesional en la industria, nos permitieron comprender y tener los criterios necesarios para una aplicación práctica.

CAPITULO II

EL ORGANO EMPRESARIAL

2.1 La Empresa

La Compañía Peruana de Pinturas (actualmente Corporación Peruana de Productos Químicos), donde desarrollé mis actividades por cinco (5) años, es una empresa dedicada a la fabricación de pinturas, adhesivos, tintas, ceras y resinas. Pertenece al Sector Químico con código CIU 351 que agrupa las empresas de pinturas, barnices y lacas. Se encuentra ubicada en el Jr. Chamaya 276, distrito de Breña.

Esta empresa es la decana del gremio de pinturas, ya que su fundación data del 27 de Diciembre de 1932. Esta empresa perteneció a la familia Dworzak hasta el año 1980 en que fue adquirida por el Grupo Unión. Su adquisición fue consecuencia de una integración vertical del grupo la Unión, ya que contaba con una empresa dedicada a la producción de resinas sintéticas y productos químicos industriales, por tanto, dentro de su lógica, era natural que se extendieran hacia la producción de pinturas, barnices y conexos.

El Grupo Unión al efectuar la compra de CPP, se propuso lograr que, en un plan de reinversiones permanentes esta se convirtiera en una empresa líder en su ramo, esto lo logró mediante la contratación de profesionales extranjeros experimentados en la manufactura y aplicación de pinturas y de profesionales peruanos jóvenes (dentro de los cuales me encontraba), con el fin de incorporar nuevas tecnologías, nuevos sistemas y de esta manera desarrollar, competitivamente, las nuevas líneas que CPP pensaba introducir en el mercado.

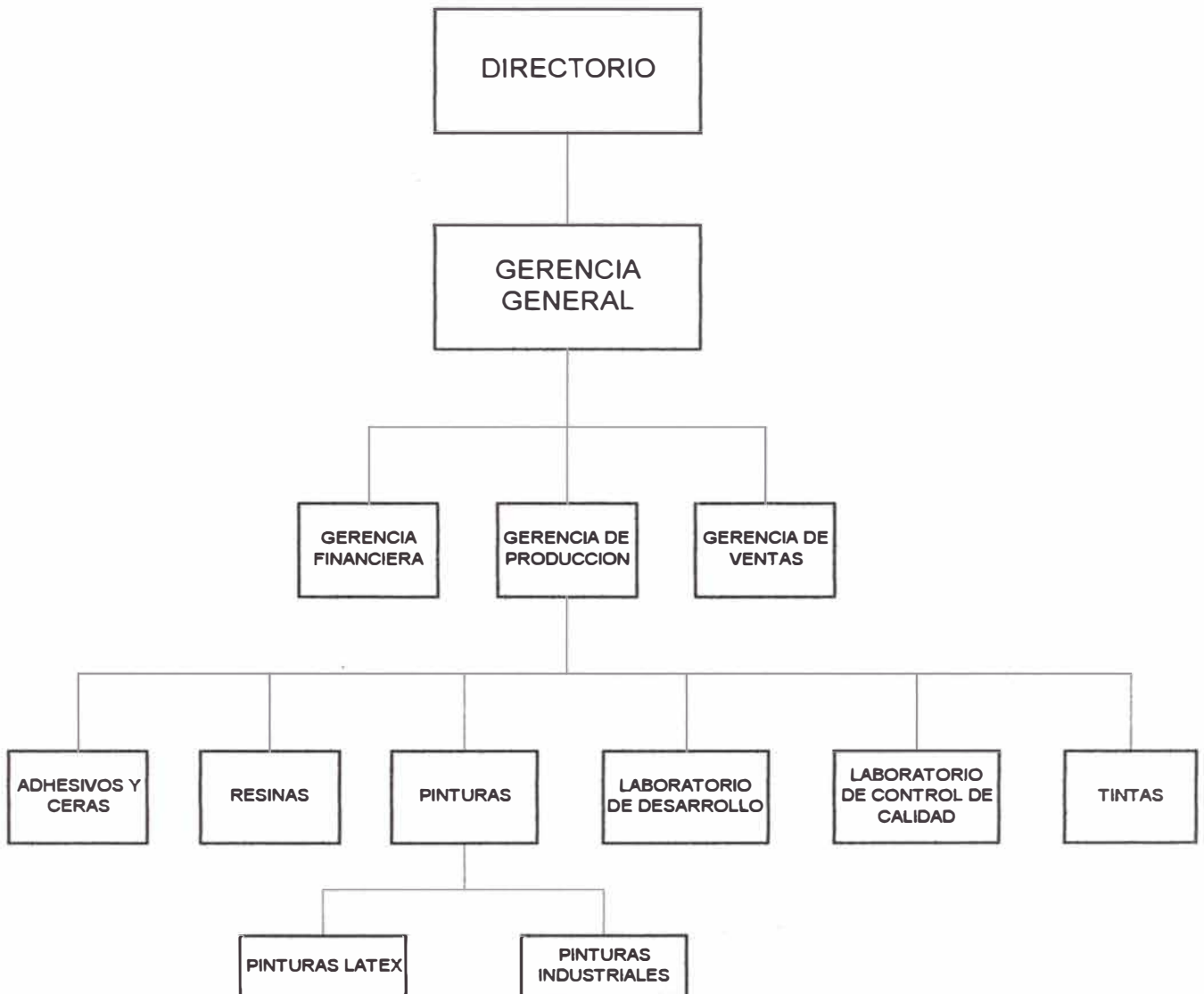
Es así y gracias a la implementación del Laboratorio de Desarrollo con equipos modernos se pudo desarrollar nuevas líneas de producción como son Esmaltes Industriales, Línea Marina, Lacas, Adhesivos, Tintas, Ceras y Resinas, adicionales a las tradicionales como eran Látex, Esmaltes Sintéticos, Barnices y Thinners.

Debido al colapso del Grupo Unión en el año 1991, CPP pasó a formar parte del Grupo Brescia, este Grupo dentro de su plan de expansión la fusionó con la

Fábrica de Resinas “Uniquímica S.A.” y en el año 1996 con la adquisición de la Fabrica de Pinturas “Polux” (líder en la fabricación de productos de la Línea Marina) cambia de razón social y toma el nombre de Corporación Peruana de Productos Químicos (CPPQ) con el cual se conoce actualmente.

2.2 Estructura Orgánica

A continuación se muestra esquemáticamente la estructura orgánica de la empresa, señalando el Area de Producción a la cual pertenecí durante mi permanencia en esta Empresa.



2.3 Líneas de Producción

En lo que respecta exclusivamente a pinturas la empresa la divide en dos líneas principales:

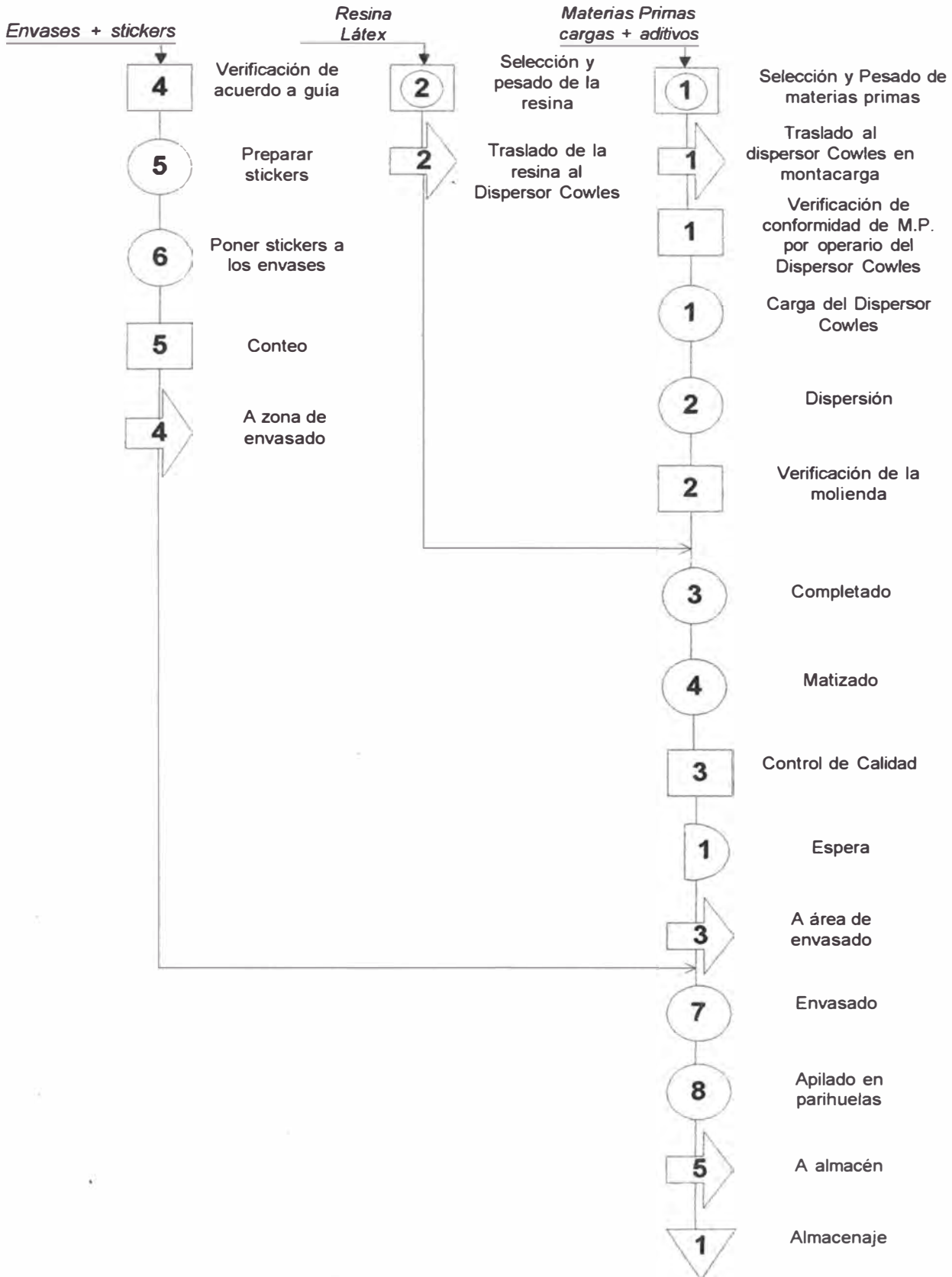
a. Línea de Pinturas Domésticas:

- * Pinturas Látex: Pinturas al agua hechas a base de resinas látex, entre las principales se encuentran el Látex Pato, Látex Vinílico, Látex Acrílico, Sellador 150, Pasta Fina para Muros, Pinturas Temple Sinolit
- * Pinturas Esmalte: Pinturas a base de resinas alquídicas entre las que podemos mencionar el Esmalte Sintético, Oleo Mate, Barniz Marino

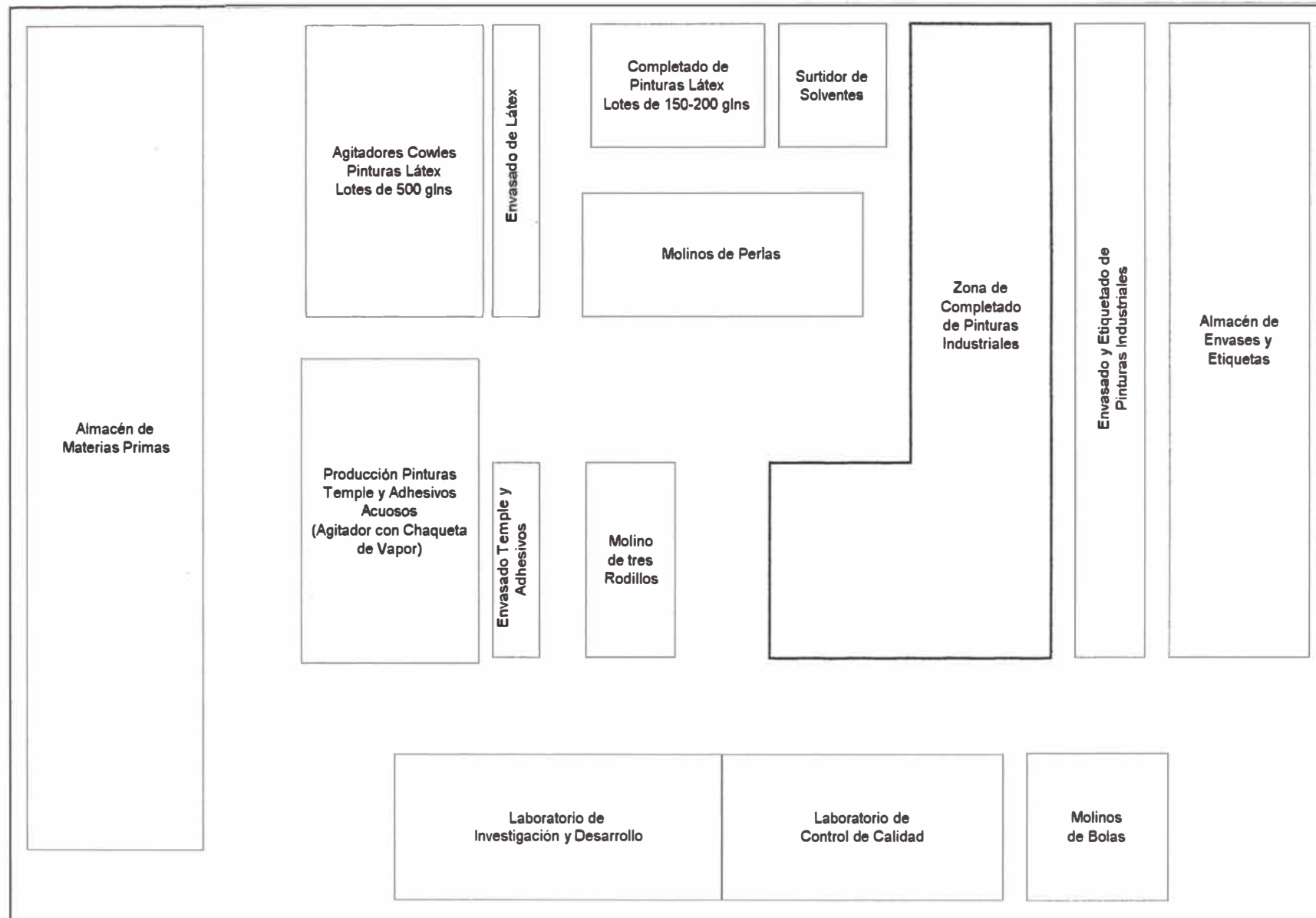
b. Línea de Pinturas Industriales:

- * Esmaltes Horneables: Alquídicos, Acrílicos, Electrostáticos (acrílicos)
- * Línea Marina: Pinturas Epóxicas, Caucho Clorado, Vinílicas, Coal Tar (brea), Antifouling (anti-incrustantes), Alquídicas
- * Línea Madera: Barniz DD (poliuretano), Sellador para Madera, Lacas a base de nitrocelulosa
- * Línea Automotriz: entre estas se encuentran los acabados Acrílicos, la base Zinc Cromato, Sellador
- * Otras Líneas: Pinturas para Tráfico (caucho clorado), Pinturas Poliuretano, Pinturas para Piscina, Acabados Corrugados, Pinturas para Embutido Profundo, etc.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCION DE PINTURAS LATEX



2.4 Layout de las Unidades de Producción



CAPITULO III

TRABAJO PROFESIONAL DESARROLLADO

3.1 Cargo Desempeñado

El cargo que desempeñé en la Cia. Peruana de Pinturas fue el de Ingeniero Asistente de Laboratorio de Investigación y Desarrollo, estuve a cargo de la Línea Látex, pero también participé en el desarrollo de otras líneas como son las de Pinturas Industriales y algunas Líneas Especiales como las de Pinturas para Tráfico, Pastas Dispersadas y Pinturas para Piscina, colaborando también en la formulación de ceras y adhesivos.

3.2 Funciones Asignadas al Cargo Desempeñado

Entre las funciones asignadas figuran las siguientes:

- * Desarrollo de nuevos productos, estos eran solicitados por el Departamento de Ventas de acuerdo a su percepción del mercado.
- * Mejora de la Calidad y/o Reducción de Costos, de formulaciones ya establecidas. Esto podía hacerse mediante el uso de nuevas materias primas o mejoras en el proceso realizado en Planta.
- * Desarrollo de fórmulas alternativas, lo que permitía cierta flexibilidad en el caso de escasez de alguna materia prima y al mismo tiempo no depender de un solo proveedor.
- * Evaluación comparativa de productos de la competencia
- * Apoyo permanente tanto a Control de Calidad como a Planta de Producción
- * Asistencia Técnica a nuestros clientes, tanto en el uso de nuestros productos como en la solución de problemas presentados durante su aplicación.
- * Charlas al personal Operativo sobre la manufactura de nuestros productos, como al de Ventas sobre el uso de los mismos.
- * Diseño de hojas de especificaciones técnicas de los productos desarrollados en el laboratorio

- * Todas las funciones arriba mencionadas eran reportadas al Gerente de Producción mediante formatos confeccionados para cada caso.

3.3 Tiempo de Prestación de Servicios

El tiempo que trabajé en esta Empresa fue de cinco (5) años desde Julio de 1985 a Mayo de 1990.

CAPITULO IV

FUNCIONES DESEMPEÑADAS QUE NECESITARON EL CONOCIMIENTO DE TECNICAS PROFESIONALES

Las técnicas de Ingeniería necesarias para el desempeño de las diversas funciones realizadas fueron las siguientes:

- * Operaciones de Molienda
- * Mezclado de Pastas
- * Agitación y Mezcla de Líquidos
- * Análisis Químico Cualitativo y Cuantitativo
- * Conocimientos de Química Orgánica
- * Mecánica de Fluidos
- * Conocimientos sobre Polimerización
- * Técnicas Básicas de Estadística
- * Costos
- * Escalamiento
- * Higiene y Seguridad Industrial

CAPITULO V

LA INDUSTRIA DE RECUBRIMIENTOS DE SUPERFICIE

Los productos de la industria de recubrimientos de superficie son esenciales para la preservación de todo tipo de estructuras arquitectónicas, incluyendo las estructuras metálicas del ataque del medio ambiente. Además de su acción protectora, las pinturas, lacas y barnices mejoran la apariencia y aumentan el atractivo de cualquier producto así como de las casas y sus interiores.

La formulación adecuada de una pintura se centra alrededor de los requerimientos específicos de una formulación en particular. Estos requerimientos pueden enumerarse como poder cubriente, color, resistencia al medio ambiente, lavabilidad, brillo, propiedades anticorrosivas, y la consistencia de acuerdo al tipo de aplicación (brocha, rodillo, inmersión y pulverizado)

Ya que las técnicas de formulación de pinturas son todavía mayormente empíricas, es difícil de predecir las propiedades de una formulación específica, y es por eso que se tienen que hacer un considerable número de pruebas antes de llegar a la fórmula con las propiedades deseadas.

5.1 Pinturas Base Agua

Como su nombre lo indica estas son las pinturas que llevan como solvente el agua y como vehículo una resina soluble en ella, la más representativa de ellas son las pinturas Látex, aunque actualmente la tendencia ecológica mundial está llevando a esta industria a usar cada vez más pinturas que tengan resinas emulsionables en agua o que tengan un bajo contenido de VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles).

5.2 Pinturas Base Solvente

Son todas aquellas pinturas que tienen como solvente generalmente un hidrocarburo alifático o aromático, un alcohol, un éster o una cetona, o cualquier otro solvente de características similares. Estas pinturas están constituidas a base de resinas sintéticas como las alquídicas, acrílicas, epóxicas, nitrocelulosa, fenólicas, uretano y poliésteres. Estas pinturas han sido desarrolladas principalmente para uso industrial debido a sus propiedades altamente anticorrosivas.

CAPITULO VI

CONSTITUYENTES DE UNA PINTURA LATEX

6.1 Resinas Látex

Las resinas látex ocupan un rol de importancia en la industria de pinturas, papel, textiles, ceras y otras industrias. El éxito de los látex en estas áreas es el resultado de la combinación de propiedades físicas que el látex posee.

Una pintura por ejemplo, está compuesta de vehículo, cargas, pigmentos, agentes controladores del pH, agentes controladores de la viscosidad, bactericidas, antiespumantes, etc. Después de depositarse en el substrato, la pintura debe exhibir una buena resistencia a la abrasión y una buena adhesión al substrato. Estas dos propiedades están fuertemente relacionadas a la composición del polímero y a su peso molecular. A fin de que una pintura desarrolle sus máximas propiedades de resistencia, las partículas del polímero debe ser bien dispersa en la formulación de tal forma que una máxima área de superficie del polímero este disponible para humectar toda la masa. Si el látex coagula o se aglomera durante la mezcla de la formulación, entonces las propiedades de resistencia de la pintura final será pobre. El látex por lo tanto deberá ser coloidalmente estable para todos los otros ingredientes en la formulación de la pintura, para la mezcla y para todos los otros procesos involucradas en la producción de una pintura. Esta estabilidad es obtenida mayormente del tipo de sistema estabilizador usado en la manufactura del látex. Generalmente el sistema estabilizador es usado en la polimerización, sin embargo parte del sistema puede ser agregado después que la polimerización del látex está completa.

Es necesario construir estas propiedades especiales dentro de la pintura látex. La buena adhesión de una pintura, puede ser obtenida a través de la copolimerización con pequeñas cantidades de monómeros especiales. La efectividad de un aditivo puede ser controlada en un gran grado por la técnica o proceso que sea usado para incorporar el monómero especial dentro del polímero.

A menudo se requieren propiedades reológicas especiales para una formulación látex. Una buena pintura necesita flujo y nivelación de tal forma que las marcas

de la brocha desaparezcan antes que la pintura seque. Usualmente se obtienen especiales propiedades de flujo a través del control del tamaño de partícula y la distribución de tamaño de partículas del látex. El tamaño de partícula y la distribución del tamaño de partícula son controlados principalmente por medio del tipo y cantidad del sistema estabilizador usado y por el proceso o técnica usado para producir el látex.

Una pintura tiene un valor comercial debido a la combinación de propiedades físicas que posee. Muchas de estas propiedades se deben en gran medida al tipo de resina látex que se use en su formulación, es por este motivo que se hará una descripción de los diferentes tipos de resinas látex y de cómo influyen los componentes de su formulación en sus propiedades.

6.1.1 Tipos de Resinas Látex

El copolímero de estireno-butadieno fue el primer formador de película en las pinturas látex, este surgió después de la Segunda Guerra Mundial, pero posteriormente fueron reemplazadas por las resinas de acetato de polivinilo (PVA), las resinas acrílicas y sus copolímeros PVA-acrílicos.

En el mercado peruano la resina de mayor uso es el copolímero vinil-acrílico el cual está compuesto generalmente de acetato de vinilo (80-90%) y éster acrílico como el butil acrilato o el 2-etilhexil acrilato.

Antes de que se desarrollaran los copolímeros de acetato de vinilo, éste formaba homopolímeros que necesitaban de plastificación externa, generalmente con ftalato de dibutilo (DBP), aún así presentaban una serie de desventajas tales como sensibilidad al agua, rigidez de la película, migración del plastificante de la película hacia el substrato o hacia otras capas de pintura, pobre adhesión y afloramiento de pigmentos orgánicos acuosos.

El copolímero de acetato de vinilo y ésteres acrílicos posee una excelente estabilidad a la luz ya que por acción de la luz UV actúa como un polímero tipo cruzado, originando un mayor tiempo de duración de la película de pintura. La suspensión de plastificante externo en estas dispersiones disminuye en una fuerte medida la sensibilidad al agua. También es posible incorporar en la fase acuosa, en el estado de polimerización, una fuerte proporción de agentes tensoactivos, se obtiene dispersiones, más finas que la

mayor parte de dispersiones de homopolímeros, se aumenta el ligante de la dispersión, lo que permite una pigmentación más importante. En otras palabras, la cantidad de CPVC (concentración pigmento-volumen crítica) es acrecentada. Debido a sus propiedades particulares, los copolímeros de acetato de vinilo – éster acrílico, constituyen una clase separada y son generalmente denominados vinil acrílicos. En efecto, las dispersiones acrílicas se caracterizan por una fuerte resistencia al agua y una buena resistencia sobre fondos alcalinos. Estas propiedades se encuentran en una medida apreciable en los copolímeros vinil acrílicos, combinando las características interesantes del acetato de polivinilo, resistencia al exterior, buena nivelación, precio ventajoso. En la práctica estas dispersiones contienen de 10 a 25% de monómero acrílico en relación con el monómero total.

6.1.2 Componentes de una Resina Látex

La resina látex se forma a partir del acetato de vinilo monómero y su copolímero un éster acrílico, la técnica de polimerización usada es la de polimerización en emulsión.

En la polimerización en emulsión el VAM y su copolímero son dispersados en agua por medio de un surfactante y agitación. La polimerización es efectuada por la adición de un iniciador y la aplicación de calor. La emulsión o látex está compuesta de las partículas de polímero extremadamente finas disueltas en un medio solvente, usualmente agua. Las partículas del polímero en la dispersión pueden variar desde menos de 0.1 micrones hasta 10 micrones de tamaño.

La polimerización se realiza en general bajo la acción de radicales libres; ello se puede producir en grados diversos. El acetato de vinilo, así como la mayor parte de los monómeros vinílicos se polimeriza en macromoléculas lineales, a medida que el número de unidades monoméricas crece, la masa molecular aumenta y el compuesto pasa gradualmente del estado líquido al estado sólido, la masa molecular media de las resinas de acetato de polivinilo es muy variable, y oscila entre 10,000 y 30,000 para las resinas en solución y puede alcanzar 800,000 para ciertas dispersiones.

El proceso de polimerización comienza con la formación de moléculas de monómero de radical libre, cada una de las cuales tienen un electrón libre, no apareado. Estos monómeros de radical libre se forman exponiendo el monómero a un *iniciador* o a una combinación de *iniciadores*. Después del paso de *iniciación*, el radical libre del monómero rápidamente se suma a sí mismo muchas otras moléculas monoméricas en el llamado paso de *propagación*, la cual continúa hasta que haya una reacción con otro radical libre o hasta que ciertas reacciones de transferencia de cadena pongan *término* a la cadena de polímero en crecimiento. Toda la reacción hasta este punto ocurre rápidamente. El tiempo requerido para formar moléculas de polímero específicas constituye solo una fracción muy pequeña del tiempo de conversión total, y la cadena del polímero generalmente no aumenta en longitud durante las subsiguientes etapas del proceso de polimerización.

Con la alta importancia en la industria de la polimerización en emulsión de los monómeros vinílicos, hay una gran cantidad de literatura y patentes relacionadas a este aspecto. Además muchos secretos y técnicas contribuyen al amplio rango de productos en emulsión que pueden ser preparados y la habilidad del formulador de preparar una emulsión para una aplicación específica. El rol de cada componente en una polimerización en emulsión es brevemente revisada a continuación para proporcionar una mirada dentro de la versatilidad de las resinas en emulsión:

a. Acetato de Vinilo (VAM)

Es un líquido incoloro, inflamable con un olor fuerte. Se obtiene generalmente de la reacción del acetileno con el ácido acético ó por la acción del aldehído sobre el anhídrido acético:



sus principales características se pueden resumir en la Tabla 1.

TABLA 1**PROPIEDADES FÍSICAS DEL VAM**

Peso Molecular	86.088
Punto de ebullición a 760 mmHg, °C	72.5
Punto de congelación, °C	-93.2
Gravedad Específica a 20/20°C	0.9398
Calor específico del líquido, Btu/lb, a 20°C	7.77
Viscosidad a 20°C, centipoises	0.432
Solubilidad a 20°C en agua, % peso	2.30
Solubilidad del agua en VAM a 20°C, % peso	30
Flash Point, copa abierta, °F ASTM D 1310	30
Temperatura de autoignición, °C	15
Límites de explosividad en el aire, partes por volumen	2.6 – 13.4
Solubilidad en solventes orgánicos	Completa
Tensión superficial, dinas/cm ²	23.95
Color	Incoloro
Índice de refracción, n _D ²⁰	1.3956
Temperatura Crítica, °C	259.4
Presión Crítica, atmósferas	44.6
Calor de Vaporización, Kcal/gr a 72.7°C	90.6
Calor de Polimerización, kg-cal/mol	21.3
Calor de combustión, Kcal/mol (25°C)	489.0
Presión de vapor Reid, libras	3.7
Densidad de vapor, aire=1.0	2.97
Azeótropo acetato de vinilo/agua 92.6/7.4 (% peso) °C	66

b. El agua (La fase acuosa)

El agua no sólo provee el medio de dispersión para las partículas de emulsión finales, sino que sirve como disolvente y medio de difusión para pequeñas cantidades de monómero y como disolvente para el surfactante, iniciador (u activador, en caso de utilizarse), coloide protector y las especies iónicas tales como sales y amortiguadoras. Además, es un medio de difusión para las gotitas de monómero que alimentan el crecimiento de las cadenas poliméricas, ya sea en “micelas” o en partículas de monómero en el polímero. Sobre todo, el agua funciona como un excelente medio de transferencia de calor, permitiendo que se dispersen rápidamente grandes cantidades del calor exotérmico de la polimerización.

c. Los Comonómeros

Los comonómeros introducen mejoras específicas en las propiedades tales como la flexibilidad, adhesión y resistencia al agua y álcalis. La copolimerización con el monómero de acetato de vinilo es preferida al uso de aditivos con el homopolímero de acetato de vinilo, esto es cuando se desea una mayor permanencia de ciertas propiedades específicas. Los comonómeros deben cumplir con tres restricciones:

- * Los comonómeros tienen que ser finita pero no completamente solubles en la solución surfactante acuosa,
- * Los comonómeros deben ser polimerizables a las temperaturas donde ocurre esta solubilización, y
- * Los comonómeros deben ser mayormente inactivos con el agua, surfactante u otros aditivos

d. Los Surfactantes

Tienen el papel más importante en la producción de dispersiones de partículas finas. Los surfactantes (emulsificantes, jabones, agentes de dispersión o detergentes) le deben sus características especiales a la presencia en una misma molécula de dos grupos separados, un grupo no polar (lipofílico o soluble en aceite) y un grupo polar (hidrofílico o soluble en agua). Al alcanzar una concentración (concentración crítica de micelas)

que excede un mínimo determinado, característico de cada surfactante, se forman agregados moleculares llamados “micelas”.

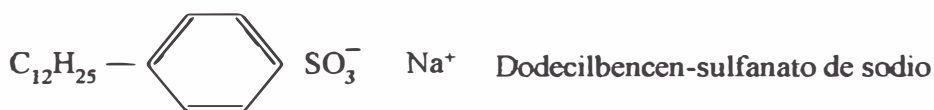
Estas micelas están compuestas de cierto número de moléculas surfactantes en que los extremos solubles en aceite están dirigidos hacia el centro, mientras que los extremos solubles en agua en la periferia están más cerca del medio acuoso. El monómero se difunde de las gotitas de la mezcla a través de la fase acuosa y entra en las micelas. La iniciación de la polimerización tiene lugar principalmente en las micelas, que continúan hinchándose a medida que se forma el polímero y se difunde una mayor cantidad del monómero. Finalmente, la estructura de las micelas es destruida y las moléculas surfactantes permanecen en las partículas de polímero como capas unimoleculares absorbidas. El monómero continúa difundándose hasta estas partículas y polimerizándose hasta completar la conversión. Estos aspectos cualitativos fueron postulados inicialmente por W. D. Harkins en 1947, pero se aplica más a los monómeros muy insolubles en agua, como el estireno; ya que cuando se utilizan monómeros más solubles en agua se observan ciertas desviaciones de la teoría. En realidad existen otros puntos de polimerización, como en gotitas de monómero y en disolución verdadera. Estos, sin embargo, son de menor importancia en comparación con los puntos de polimerización de las micelas y los monómeros-polímeros. Los surfactantes pueden ser clasificados en tres grupos principales dependiendo de su carga eléctrica (o falta de carga). Estos son:

* *Los Aniónicos*, que son los más utilizados

Ejemplo de los surfactantes aniónicos son:



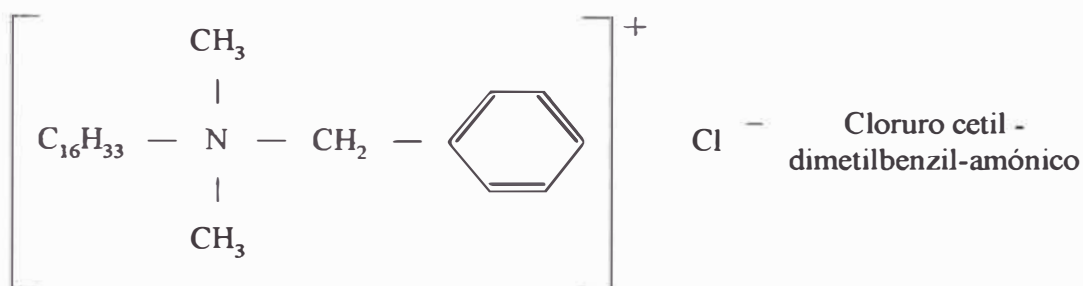
Laurilsulfato Sódico



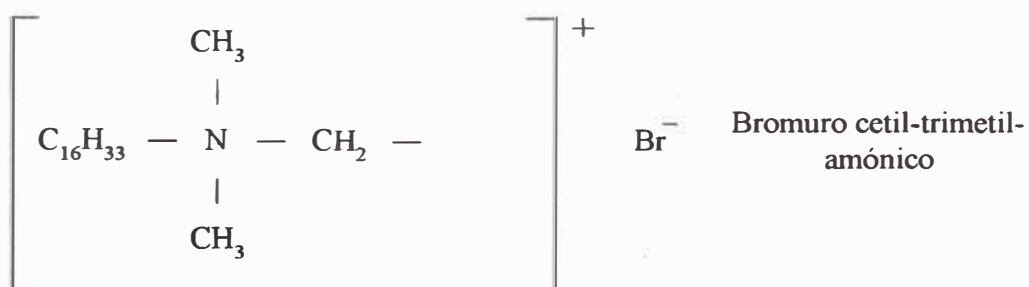
y



- * *Los Catiónicos*, que son utilizados en aplicaciones especializadas donde es deseable impartirle una carga positiva a las partículas de emulsión. Ejemplos de estos son las sales cuaternarias tales como:

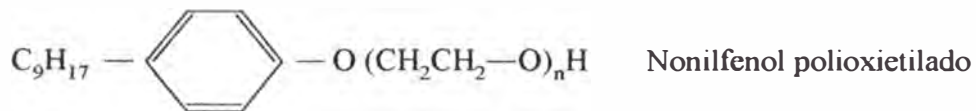


y



Las dos especies iónicas ya mencionadas se caracterizan por un grupo alquilo de cadena larga (soluble en aceite) y una porción soluble en agua que lleva la carga electrónica, junto con un contra-ión de carga opuesta.

- * *Los no iónicos*, que esencialmente no llevan carga, han estado creciendo rápidamente en su uso, superando la compatibilidad presentada por los surfactantes iónicos cuando se utilizan ciertos aditivos en la preparación de compuestos. Los aductos de óxido de etileno de los fenoles de alquil arilo son ejemplos del tipo no iónico—



El número de unidades de óxido de etileno, n , puede variar desde unos pocos hasta cerca de 100, produciendo una extensa variedad de propiedades surfactantes. Los números más bajos de unidades son solubles en aceite, mientras que los más altos son solubles en agua. A medida que aumenta la longitud de la cadena lateral del óxido de etileno, los usos van cambiando de emulsiones de agua en aceite a agentes humectantes y emulsiones de aceite en agua de detergentes a solubilizantes. Se han formulado sistemas para describir estos surfactantes en términos del balance lipofílico-hidrofílico. Este balance expresa el tamaño y fuerza de las partes solubles en agua y solubles en aceite de la molécula. Es posible alterar las propiedades de emulsión tales como el tamaño de partícula, viscosidad, estabilidad en congelación y derretimiento, claridad de la película, resistencia al agua y velocidades de conversión del monómero, por medio de la selección apropiada de estos no iónicos o por el uso de mezclas de fenoles de alquil arilo con grados altos, intermedios y bajos de oxietilación.

e. Los coloides protectores

Los coloides protectores se utilizan para estabilizar mecánicamente las dispersiones de emulsión. Aún no se entienden con claridad los mecanismos por medio del cual funcionan estos coloides. Una posible explicación es que estos polímeros solubles en agua recubren las partículas de emulsión y son solvatadas o rodeadas por moléculas de agua. Esto obstruye la interacción

polímero-polímero que lleva a la coagulación o aglomeración de las partículas. También es posible que el coloide protector sencillamente aumente la viscosidad de la fase acuosa continua y de ese modo impida la proximidad necesaria para la aglomeración de las partículas. Los coloides protectores generalmente son de dos tipos: 1) Productos naturales o productos naturales modificados tales como la goma agar, goma arábica, goma tragacanto, almidones solubles en agua, pectina, gelatina y alginatos y celulósicas modificadas tales como carboximetil celulosa e hidroxietilcelulosa; y 2) Productos sintéticos como el alcohol polivinílico, polimetacrilamida, polivinilpirrolidona, poliestireno sulfonatado y sales álcali de los ácidos polimetacrílico y poliacrílico. Los dos más extensamente utilizados en la actualidad son la hidroxietilcelulosa y el alcohol polivinílico. Es importante mencionar aquí que un coloide protector no siempre es necesaria o un componente deseable de un polímero de emulsión. De igual manera, se pueden hacer emulsiones estables sin un surfactante pero con un coloide protector. Durante la polimerización el coloide protector funciona de una manera parecida al surfactante. El tipo y la concentración del coloide protector afectan notablemente la viscosidad y el tamaño de partícula de la emulsión.

f. Los iniciadores (catalizadores)

Las polimerizaciones por emulsión se han limitado casi exclusivamente a la catálisis por la iniciación del radical libre. El uso de precursores de radical libre solubles en agua predomina sobre los tipos solubles en aceite en la preparación de emulsiones acuosas. Estos iniciadores también caen dentro de las clasificaciones generales: 1) los que surgen por la escisión del enlace térmico del precursor del radical libre; y 2) los que son generados por mecanismos de transferencia de electrón que comprenden los precursores de radical libre y agentes reductores (reducción-oxidación o redox).

Todos los enlaces químicos sufren una ruptura si se alcanza una energía de vibración suficiente de los átomos. Sin embargo, sólo un número limitado de valores de disociación de enlaces es factible para permitir velocidades prácticas de generación de radicales libres. Si los valores son demasiado bajos, el resultado es una descomposición excesiva durante el

almacenamiento. Si son demasiado altos, la velocidad de descomposición es excesivamente lenta. Una clase muy importante de compuestos, caracterizados por enlaces $-O-O$ y $-N-N$ dentro de la molécula, presenta energías de disociación de enlaces entre 30-35 k cal/mol. Estos compuestos se descomponen a temperaturas muy convenientes (generalmente entre 60-85°C) y a velocidades adecuadas con los tiempos de polimerización eficientes.

La generación de radicales libres por escisión térmica puede no ser deseable por muchas razones. La más obvia, por supuesto, es la necesidad de llevar a cabo polimerizaciones a temperaturas muy por debajo de las temperaturas a las cuales el precursor se descompone lo suficientemente rápido como para ser útil. Algunas ventajas de las temperaturas de polimerización, supresión de las reacciones laterales (como transferencias de cadena a disolventes, monómeros y polímeros), mejor rendimiento de los catalizadores y, como resultado, pesos moleculares de los polímeros más elevados.

Uno de los sistemas de reducción-oxidación más utilizados es la reacción persulfato-metabisulfito:



Otros incluyen el peróxido de hidrógeno-ión ferroso, peróxido de hidrógeno-sulfoxilato de zinc-formaldehído, peróxido de hidrógeno-sulfoxilato de sodio-formaldehído y persulfato-ión de metal (en que el ión de metal se encuentra en un estado de reducción). La ventaja de un sistema de iniciación de tipo reducción-oxidación radica en la energía de activación mucho más baja requerida para la escisión del enlace—aproximadamente 10 k cal/mol comparada con 30-35 k cal requeridas en la escisión térmica.

g. Los amortiguadores de acidez

En las polimerizaciones por emulsión con bastante frecuencia se utilizan monómeros que pueden ser hidrolizados por la acidez excesiva que

procede de los residuos del iniciador así como de los productos de la hidrólisis del monómero que tienen un carácter ácido. Además, en la mayoría de los casos las velocidades de descomposición del catalizador son dependientes del pH. Por estas razones es deseable mantener la acidez o el pH dentro de límites muy estrechos, generalmente entre 4 y 5, durante el proceso de polimerización. Esto se logra regulando el medio de reacción con sistemas de amortiguadores tales como el acetato-ácido acético, difosfato-monofosfato y ácido bórico-bórax.

h. Los modificadores, retardadores y antiespumantes

El control durante la polimerización por emulsión del peso molecular, ramificación y enlaces transversales del polímero se obtiene frecuentemente a través del uso de modificadores o agentes de transferencia de cadena. Los modificadores se utilizan principalmente para evitar que las cadenas del polímero lleguen a ser demasiado grandes, lo cual lleva a dificultades más adelante en el procedimiento de fabricación. Ejemplos de los modificadores de transferencias de cadena son los mercaptanos, disulfuros, azufre, aminas, tetracloruro de carbono, compuestos nitrosos, aldehidos y otros compuestos de carbonilo. En muchos casos, la transferencia de cadenas, con la resultante reducción en el peso molecular del polímero, no es conveniente y debe hacerse un esfuerzo por evitar que ocurra.

Muchas veces las polimerizaciones por emulsión son tan rápidas que es difícil controlar el calor exotérmico de la polimerización. En ese caso es necesario usar agentes denominados retardadores para disminuir las velocidades de propagación. Estos retardadores entran en efecto en el proceso de polimerización para producir menos extremos de la cadena radical del reactivo con respecto al monómero. Si es llevado al extremo y las velocidades de propagación se reducen a cero, la retardación en realidad se convierte en inhibición. El extremo radical de la cadena en crecimiento no reaccionará a la adición de monómero y la reacción terminará. Ejemplos de retardadores son el orto-nitrofenol, dienos y trienos conjugados y aún algunos monómeros de vinilo.

El uso de surfactantes bajo ciertas condiciones en el proceso de producción puede llevar a espuma excesiva en el producto de emulsión. En términos ideales, sería deseable mantener las condiciones que harían posible reducir al mínimo el atrapamiento de aire, pero esto no siempre es posible y hay que recurrir al uso de aditivos antiespumantes. La mayoría de los antiespumantes que se venden en el mercado son productos patentados, pero se cree que contienen algunos disolventes alifáticos, aceites de silicona y posiblemente jabones de metales pesados. El uso excesivo de aditivos de este tipo puede llevar a problemas adicionales –las propiedades de película y la capacidad de las emulsiones de formar compuestos pueden quedar seriamente afectadas.

6.1.3 Proceso de Fabricación de una Resina Látex

Las emulsiones de Látex pueden ser preparadas por tres procesos comerciales: lote, semicontinuo y adición retardada.

En el proceso lote todos los ingredientes son agregados al reactor. Después de calentar para iniciar la reacción, la polimerización es llevada hasta 66°C, completándola a aproximadamente 90°C. El polímero en emulsión usualmente tienen alto peso molecular y un gran tamaño de partícula.

El proceso semicontinuo emplea una alimentación continua del monómero (emulsificado o no emulsificado) y otros ingredientes al reactor y un continuo movimiento del polímero parcialmente polimerizado a un o dos reactores adicionales para el completado de la polimerización. El polímero en emulsión obtenido se caracteriza por una amplia distribución del tamaño de partícula y una amplia distribución de peso molecular.

El proceso *de adición retardada*, emplea la adición gradual de todo o parte del monómero de acetato de vinilo (y sus comonómeros) durante la polimerización a una temperatura por encima de los 75°C. El catalizador, surfactante, coloide protector y otros aditivos también pueden ser agregados gradualmente o en incrementos. Las emulsiones obtenidas por este método se caracterizan generalmente por tener un pequeño tamaño de partícula y una excelente estabilidad.

Como se puede apreciar los cambios en los procedimientos de elaboración afectan de manera significativa las propiedades de la emulsión, estos parámetros pueden ser resumidos de la siguiente manera:

a. Agitación

La agitación es importante en la polimerización por emulsión. La agitación determina la distribución inicial de los monómeros entre las gotitas y las micelas y mantiene un equilibrio en la transferencia de monómeros y reactivos hasta el lugar de la reacción y desde el lugar de la reacción. La agitación también mueve la masa reaccionante más allá de las superficies refrigerantes (o de calentamiento) para mantener la transferencia de calor exotérmico conveniente y la temperatura deseada. Al iniciarse la reacción la masa reaccionante es bastante fluido, pero a medida que avanza la polimerización la acumulación de un gran número de partículas finas aumenta considerablemente la viscosidad. La transferencia de calor llega a ser más difícil de mantener y es necesario aumentar la agitación para ayudar en la eliminación del calor. Los efectos principales de un aumento en la agitación son una mayor elongación de la película de emulsión y una mayor tendencia a valores de p más bajos. Un efecto menos importante es una mejor resistencia de la película a la abrasión.

b. Temperatura de Polimerización

La temperatura a la cual se lleva a cabo la polimerización es importante por varias razones. Una temperatura más baja favorece un polímero lineal, menos ramificado y con un peso molecular más elevado debido a la supresión de velocidades de terminación y transferencia de cadena (las velocidades de propagación son menos dependientes de la temperatura). Por otro lado, las temperaturas más elevadas favorecen la producción de radicales libres, velocidades de polimerización más rápidas y mejores velocidades de difusión del monómero a las micelas y a las partículas monómero-polímero. Las propiedades deseadas para el polímero son de suma importancia en la selección de las temperaturas de reacción. Entre los principales efectos de las variaciones en la temperatura se encuentran: *aumentando la temperatura* aumenta la viscosidad de la emulsión, mejora la estabilidad en congelación y

derretimiento, aumenta el nivel de granulosidad, deja sin reaccionar niveles más elevados del monómero y aumenta el tamaño promedio de las partículas; *disminuyendo la temperatura* lleva a una mejor conversión del monómero, mejor resistencia de la película a la abrasión, un peso molecular más elevado y una mejora en la resistencia a la tensión y en la elongación de la película.

c. Modo de añadir el monómero

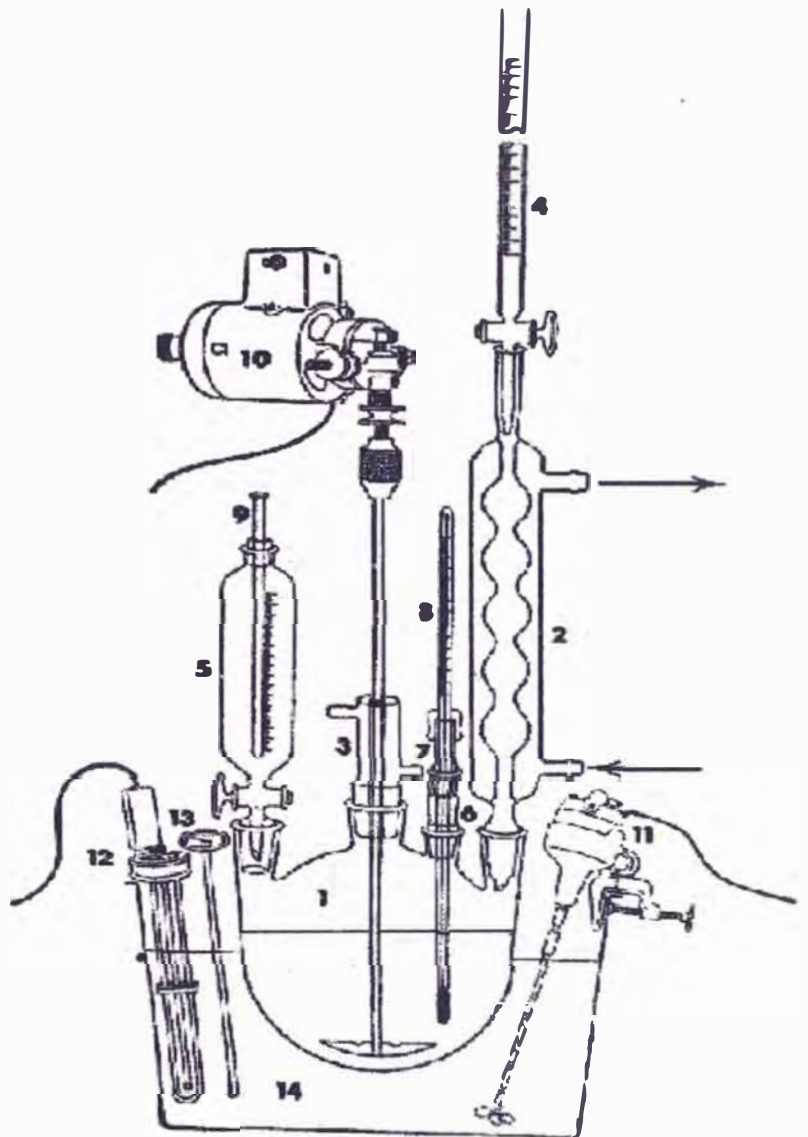
En la actualidad se utilizan muchas variaciones de los procesos de polimerización por emulsión, incluyendo la alimentación continua de monómero, y eliminación de producto; reacciones en lote con todos los ingredientes cargados juntos, procesos modificados o semicontinuos y procesos de lotes modificados en que el monómero, solución iniciadora, solución activadora y los otros surfactantes y coloides protectores se añaden paulatinamente a un reactor que ya contenía una carga inicial, a lo largo de un período específico de tiempo de reacción. Para evitar la eliminación de calores de polimerización sumamente grandes en un tiempo muy corto, los monómero se alimentan continuamente a la masa reaccionante. De esta manera la eliminación del calor se logra fácilmente y es uniforme.

Los procesos que utilizan la alimentación continua retardada a veces emplean diferentes tipos de precargas de monómero (también polimerizadas en lotes) y la carga del monómero restante se hace a lo largo de un período específico de tiempo. Los efectos más resaltantes son que: al disminuir la cantidad de monómero cargado inicialmente se produce una mejora en la resistencia a la tensión y en el alargamiento de la película. Un efecto menor es que al haber una carga inicial de monómero más grande aumenta la granulosidad de la emulsión. Con respecto a las variaciones en el tiempo de agregar el monómero restante, el aumentar el tiempo de alimentación del monómero trae como resultado un aumento en la viscosidad de la emulsión y el monómero residual no reaccionado. Con tiempos de alimentación del monómero más cortos se observa una mejora en la resistencia a la tensión y en el alargamiento de la película y un pH y un peso molecular más alto. Un efecto de menos importancia es la reducción de la granulosidad.

GRAFICO 01

APARATO PARA LA POLIMERIZACION EN EMULSION

1. Matraz, cuatro cuellos, 2000 mls., cuello central #45/50, cuellos laterales #24/40
2. Condensador, longitud de la camisa 40 cms. #24/40
3. Agitador, barrena de precisión, eje y hoja (9.84 mm) de acero inoxidable manguito con camisa de agua #45/50
4. Bureta, 50 mls
5. Embudo cilíndrico separador, 50 mls. #24/40
6. Adaptador, casquillo reductor tamaño 6, parte interior #24/40, parte exterior #10/30
7. Adaptador, #10/18
8. Termómetro, 5.08 – 16.51 mm, inmersión, 0° - 150°C
9. Tubería de vidrio, 6 mm
10. Agitador, velocidad ajustable, 220 voltios
11. Agitador, accionado por aire
12. Calentador, 220 voltios
13. Termómetro todo de metal, 0° - 150°C



Al final de las adiciones retardadas y la disipación del reflujo y/o exotermia, se sube la temperatura del lote a 90°C. Durante este calentamiento, se añade la solución de iniciador final preparada anteriormente. Se mantiene la temperatura del lote a 90°C por 30 minutos.

Se enfrían y se toman muestras.

Propiedades Típicas:	Viscosidad (cps)	1000 – 2000
	% sólidos	55.0 – 56.0
	pH	3.9 – 4.4
	Monómero Libre	< 0.5%
	Apariencia	Lechosa, libre de grumos
	Película	Uniforme y brillante Buen poder ligante

6.2 Pigmentos

Los pigmentos son sólidos insolubles, orgánicos o inorgánicos, finamente divididos de diversos colores utilizados para proporcionar el color, poder cubriente, consistencia, cuerpo, duración y otras propiedades a las pinturas.

6.2.1 Propiedades

Entre las principales propiedades de los pigmentos se puede mencionar:

a. Color básico

El color básico pone de manifiesto el color de los pigmentos cuando se dispersan solos en la resina (vehículo). Es una propiedad esencial, a que el primer requisito de cualquier pigmentos es que produzca un acabado del tono deseado.

b. Color secundario

El tono secundario es una propiedad de gran importancia, principalmente en los pigmentos coloreados y atañe a los tonos que se obtienen cuando se mezclan con otros pigmentos en grandes cantidades. A menudo es muy diferente del que se espera obtener en relación con el color básico.

c. Intensidad

La intensidad es un factor importante tanto en los pigmentos blancos como en los de color. Esta propiedad se refiere al poder colorante cuando se mezcla con otros pigmentos de tono secundario muy diferente. Se determina en los pigmentos coloreados, mezclándolos con blanco en ciertas proporciones fijas y en los pigmentos blancos mezclándolos con negro.

d. Poder Cubriente

El poder cubriente se refiere a la capacidad de un pigmento para cubrir los substratos cuando se incorpora a un medio adecuado y se extiende sobre la superficie en una película de grosor uniforme. El poder cubriente de los pigmentos de tipos diferentes varía ampliamente, dependiendo de sus propiedades de reflexión, refracción, difracción y absorción de la luz.

e. Distribución del tamaño de las partículas

El tamaño de partícula de los pigmentos es otra propiedad importante, ya que afecta el poder cubriente, al brillo y a la tersura de la película de los recubrimientos de superficie. Puesto que la mayoría de las partículas de los pigmentos son más o menos redondeadas, normalmente su tamaño se establece en función del diámetro medio, medido en micras. Una micra (μ) equivale a 0.001 mm.

El tamaño de las partículas de los pigmentos comerciales varía en una amplia escala cuyo límite superior está próximo a 44μ . Las partículas de este diámetro pasan a través de un tamiz de 325 mallas. Muchas de las especificaciones de los pigmentos estipulan una retención máxima del 1-2% en un tamiz de 325 mallas, un porcentaje que se permite, teniendo en cuenta que puede existir algo de suciedad u otras sustancias extrañas.

f. Dispersabilidad

Las partículas tienden a aglomerarse como racimos de uvas a causa de ciertas fuerzas de cohesión, por eso, el tamaño *efectivo* de las partículas de los pigmentos es a menudo mucho más grande. Algunos tipos de pigmentos tienden a aglomerarse unos más que otros. Las fuerzas cohesivas varían desde floculados unidos casi sin cohesión hasta agregados de partículas que están

casi cementadas. Es evidente que esta aglomeración puede disminuir la intensidad y el poder cubriente.

La facilidad con que los aglomerados de pigmentos se pueden separar mediante la dispersión en los vehículos del recubrimiento, se llama dispersabilidad. La dispersabilidad puede variar ampliamente según los pigmentos y entre pigmentos del mismo tipo pero de diferente marca.

La palabra “textura” se usa a menudo para describir los efectos de la combinación del tamaño de las partículas, de la aglomeración y de la dispersabilidad. Se dice que un pigmento tiene buena textura cuando contiene solamente partículas primarias pequeñas o aglomerados que se separan rápidamente mediante un esfuerzo moderado de molienda y se obtiene una intensidad aceptable así como brillo, poder cubriente y tersura de la película protectora.

g. Efectos sobre la viscosidad del vehículo

Los pigmentos varían enormemente en su influencia sobre la viscosidad de los recubrimientos de superficie. Con algunos pigmentos se necesitan 10 ó 20 veces más cantidad para producir el mismo aumento de viscosidad en un vehículo determinado que con otros pigmentos. Se puede hacer ciertas generalizaciones con respecto al poder de espesamiento de los diversos tipos de pigmentos.

- * Cuanto más grande es el tamaño de partícula, normalmente se obtiene menor aumento de la viscosidad.
- * Los pigmentos de partículas redondeadas producen generalmente menos viscosidad que las formas laminares y aciculares.
- * Los pigmentos básicos tienden a producir un espesamiento mayor que los pigmentos neutros, debido a que los pigmentos básicos reaccionan con vehículos ácidos.
- * Existen pigmentos inorgánicos y orgánicos, de tamaños de partículas finas, que causan considerables problemas por el incremento de la viscosidad de los vehículos que los contienen cuando están recién dispersados, y también por el espesamiento que toman mientras están

almacenados. Se cree que tiene lugar alguna clase de reacción química o de cambio físico.

h. Índice volumétrico de abultamiento

El índice volumétrico de los pigmentos es la relación entre el volumen que ocupan éstos en las pinturas y su peso. Esta propiedad es importante debido a que las pinturas se venden generalmente por litros, pero sus materias primas se compran por kilos.

Si se conoce el índice volumétrico de los pigmentos de una fórmula y sus proporciones en peso o en volumen, se puede calcular el peso del litro y a partir de aquí su costo. El peso del litro calculado debe estar estrechamente de acuerdo con el peso del litro observado.

El peso específico de cualquier sustancia es el peso en gramos de un centímetro cúbico. En las partículas discontinuas, tales como los pigmentos secos, el peso específico se puede determinar sobre las partículas reales del pigmento, eliminando el efecto de los huecos. En otras palabras, el peso específico de los pigmentos dados por las hojas de especificaciones técnicas, es el peso real de un centímetro cúbico sin huecos. El índice volumétrico de los pigmentos se expresa en kilos por litro o en litros por kilo.

i. Sangrado

La mayoría de los pigmentos son completamente insolubles en todos los aceites, resinas y disolventes. Sin embargo, ciertos pigmentos orgánicos tienen una solubilidad limitada en alguno de estos materiales y se conocen como “pigmentos que sangran”. Las características del sangrado varían algo, aunque los pigmentos del mismo tipo químico realizados por fabricantes distintos, sean aproximadamente iguales. El sangrado se manifiesta tiñendo la capa superior de color claro aplicada aun recubrimiento que contiene un pigmento que sangra.

j. Estabilidad

En el caso de pinturas látex la principal estabilidad debe ser a la luz. En los acabados que se alteran con la luz, puede producirse oscurecimiento, decoloración, pérdida de brillo o pérdida de poder cubriente.

Los pigmentos que están en el límite de la inalterabilidad a la luz son generalmente más inalterables en concentraciones elevadas que en concentraciones bajas.

6.2.2 Pigmentos Inorgánicos

a. Dióxido de Titanio

Es el pigmento blanco de mayor uso debido a sus propiedades únicas y a su bajo costo por unidad de poder cubriente. El componente básico es el bióxido de titanio (TiO_2). Se produce en dos formas cristalinas, anatasa y rutilo, que difieren en algunas propiedades, según se muestra en la Tabla 02.

TABLA 02

**PROPIEDADES DEL BIOXIDO DE TITANIO EN SUS
VARIETADES DE ANATASA Y RUTILO**

Propiedades	Anatasa	Rutilo
Índice de Refracción	2.55	2.7
Poder cubriente (m^2/kg)	23.58	30.14
Poder colorante	1250.0	1550.0
Tamaño medio de partícula (μ)	02 - 05	02 - 05
Índice volumétrico (kg/l)	3.90	4.20

Los valores del poder colorante de la tabla 02 se basan en una escala arbitraria mediante la cual se pueden comparar los diferentes pigmentos cubridores. La escala asigna un valor de 100 a un carbonato básico de plomo blanco normal que contiene 72% de PbCO_3 .

Las propiedades excepcionales del dióxido de titanio son su poder cubriente y su poder colorante extremadamente elevados. En ambas propiedades, la forma cristalina rutilo es considerablemente superior a la anatasa. El enorme crecimiento del consumo de los pigmentos de titanio se debe en gran parte a que tiene un poder cubriente y una

intensidad por unidad de costo mucho mayor que cualquier otro pigmento blanco conocido hasta ahora. Puesto que con pigmentos de titanio se pueden fabricar pinturas con mucho más poder cubriente que con otros tipos, a menudo se pueden efectuar grandes economías, puesto que se requiere un número menor de manos de pintura.

Además de estas ventajas, la gran claridad del dióxido de titanio hace posible la producción de pinturas extremadamente blancas. Tiene una absorción de aceite pequeña, excelente fluidez, buena inalterabilidad del color a la luz, en la oscuridad y expuesto en exteriores.

El dióxido de titanio tiene una excelente durabilidad al exterior, aunque normalmente puede fallar formando gredosidad o polvo. La forma de rutilo no modificada es mucho más resistente a las formaciones gredosas que la anatasa no modificada.

b. Óxido de zinc

Su ingrediente básico, el óxido de zinc (ZnO), se produce por una oxidación del metal de zinc en un horno (proceso francés) o directamente del mineral, también en un horno (proceso americano). Los numerosos tipos obtenidos difieren en color, tamaño de partícula y forma, y en la absorción de aceite. Algunos son óxido de zinc bastante puros, otros contienen varias cantidades que van hasta un 50% de sulfato de plomo básico.

Las partículas de óxido de zinc oscilan en tamaño desde las finas coloidales de 0.1μ a menos, en algunos tipos obtenidos por el proceso francés, hasta un máximo de alrededor de 5.0μ , lo suficientemente grandes para ser apreciadas a simple vista. Los tamaños de cada extremo de la escala son de escaso poder cubriente y poco poder de coloración. El tamaño de partícula con el máximo poder cubriente e intensidad es de $0.2 - 0.3\mu$. Este tamaño de partículas tiene las siguientes constantes, que se pueden comparar con aquellas indicadas anteriormente para el dióxido de titanio:

TABLA 03

PROPIEDADES DEL OXIDO DE ZINC

Propiedades	ZnO
Indice de Refracción	2.03
Poder cubriente (m ² /kg)	4.51
Poder colorante	180.0
Tamaño medio de partícula (μ)	02 – 0.3
Indice volumétrico (kg/l)	5.58

La reactividad del pigmento frecuentemente causa problemas en la formulación, tales como dureza de la película, el rompimiento de la emulsión, formación de sales y geles y una sensibilidad a la humedad son unos de los cuantos problemas. Sin embargo el ZnO tiene muchas ventajas si se usa más como un aditivo que como pigmento principal, entre ellas podemos mencionar que sirve como fungicida y reduce el desarrollo de microorganismos, mejora la retención de blancura evitando el amarillamiento, y también actúa como un absorbedor de rayos ultravioleta para prevenir la degradación de la película que está expuesta a la intemperie.

c. Óxidos de Hierro Sintéticos

Los óxidos de hierro naturales son deficientes en el desarrollo y pureza de color. Es por eso que se ha recurrido a los pigmentos de hierro sintético, que consisten esencialmente en óxido de hierro hidratado, se usan ampliamente en las pinturas látex debido a su bajo costo, fácil manejo y excelente inalterabilidad de color y duración.

- * *Oxido de Hierro Amarillo*, se obtiene sintéticamente de la chatarra de hierro, ácido sulfúrico y aire, precipitando en una solución acuosa en cristales aciculares de Fe₂O₃.H₂O. se puede producir una ligera variación en el tono mediante cambios en la técnica de la fabricación.

Tienen un gran poder cubriente, sobre todo en los tonos claros. El tamaño máximo de partícula es de 15 μ , pero el tamaño medio aumenta en los distintos tonos a medida que el color se hace más oscuro. El diámetro medio de todos los tonos es menor a 1 μ . Hay muy poca aglomeración entre las partículas, de manera que la intensidad de los pigmentos aumenta con la molienda.

Tal como se producen normalmente, los amarillos de ferrita tienen una absorción de aceite bastante alta, aunque en los tonos más claros se obtienen calidades con una absorción de aceite de un 35 – 50% más baja que en los normales.

Generalmente, crean pocos problemas respecto a la estabilidad de envasado y son completamente fijos en todos los disolventes.

Ya que los pigmentos de ferrita contienen agua de cristalización, no pueden ser sometidos a una temperatura por encima de los 120°C sin tendencia a perder el brillo y a volverse más rojizos a causa de la pérdida de agua de cristalización. Son extremadamente inalterables a la luz y duraderos en todas las intensidades de tono.

- * *Oxidos de Hierro Rojo*, estos pigmentos se usan mucho en las pinturas a causa de su relativo bajo costo y, por lo general, sus buenas características de comportamiento. Tienen buen poder cubriente y poder colorante, una absorción de aceite de baja a mediana y excelente solidez a la luz. Presentan poca tendencia a la aglomeración que a menudo crean problemas en la dispersión de muchos otros pigmentos. No reaccionan con la mayoría de vehículos y son bastante estables al envasado.

Estos pigmentos son hechos por diferentes procesos como la deshidratación del amarillo de hierro, por precipitación directa del óxido férrico o por descomposición térmica del sulfato ferroso. Todos los tipos se caracterizan por alto poder cubriente del orden de 200 m^2/kg , alto poder tintoreo, tamaño de partícula pequeño, estabilidad química y solidez a la luz. Los tonos van desde el color rojo salmón hasta el marrón. La profundidad del color se

incrementa con el tamaño de partícula. Los tonos más claros tienen un promedio de 0.2 micrones y los más oscuros un tamaño de 0.8 micrones.

d. Negro de Humo

Los pigmentos negros son probablemente, después del blanco, el color más importante usado en la industria de pinturas. Esto no es sólo debido al hecho que el negro es un color muy popular, sino también debido a que es usado ampliamente como un color de matizado para la obtención de otros tonos, el más popular de los cuales es por su puesto el gris. El pigmento negro más usado en la producción de látex es el negro de humo, el cual se obtiene de la quema de creosota u otro tipo de aceite rico en hidrocarburos. La intensidad de negro y el poder colorante de los negros de humo varía desde por debajo de los negros de horno más grises, hasta casi la mitad de su intervalo. El pH varía desde 2.5 a 5.0. En general son mucho más fáciles de dispersar que otros pigmentos negros, como el negro de carbón. Para su uso en látex tienen que ser previamente dispersados y “molidos”, agregándose a la pintura en forma de pasta dispersada.

e. Azul de Ultramar

Es un pigmento inorgánico que contiene sosa, sílice, alúmina y sulfuros en diferentes proporciones. Se hace ahora sintéticamente, pero primitivamente fue un producto natural derivado del mineral lapislázuli, una piedra semipreciosa que se ha venido usando en joyería y en decoración desde los tiempos más remotos. El nombre “ultramar” significa “más allá del mar” y se usó para distinguirlo del pigmento procedente de la zurita, un mineral que se explotaba en las minas de la Europa Oriental.

La composición típica del azul ultramar puede variar de la siguiente forma:

Sílice	34 – 43 %	Azufre	10 – 16 %
Alúmina	22 – 28 %	Oxido de Sodio	12 – 20 %

Por lo general , un contenido bajo de sílice da un producto verdoso, mientras que un contenido alto de sílice produce un azul rojizo. Se obtiene un tono violeta con un tratamiento químico para rebajar el contenido de sodio.

Su tamaño de partícula varía entre 0.5 a 10 μ de diámetro. El azul ultramar es estable en condiciones normales, a todos los álcalis excepto a la cal. El calcio reemplaza al sodio en la molécula de pigmento, destruyendo el color. La resistencia a los álcalis y la naturaleza hidrofílica del azul ultramar lo hace útil en las pinturas látex que tienen, por lo general, un pH bastante alto.

Generalmente, los azules de ultramar tienen una baja resistencia a los ácidos, ya que se descomponen con desprendimiento de sulfuro de hidrógeno.

El azul ultramar no se decolora con la luz cuando está a la intemperie, pero cuando se usa con vehículos orgánicos tiene poca protección contra los destructivos rayos del sol, a causa de su transparencia. La descomposición es más probable que de cómo resultado una pérdida de brillo y la pulverización del pigmento a causa de esta falta de protección del aglutinante. Puesto que el azul ultramar seco es de un tono más claro que cuando está ligado en los sólidos del vehículo, se produce un efecto de decoloración.

f. Verde Cromo

Son mezclas de azul de hierro de tono rojizo y textura suave y amarillos de cromo especiales, en diferentes proporciones.

Su estabilidad de envasado en pinturas es bueno, excepto que el azul que contiene es reducido con facilidad por el vehículo, y el color cambia en el envasado de modo similar a lo que suele ocurrir en las pinturas que contienen azules de hierro.

Su inalterabilidad de color a la luz es buena cuando son el mayor componente en una combinación de pigmentos. Cuando son solamente una pequeña parte de la combinación de pigmentos, los verdes cromo tienden a decolorarse, aunque se consideran satisfactorios para pinturas

de interiores. No pueden usarse en acabados de exteriores de calidad que contengan mucho blanco y deben ser reemplazados por pigmentos como el verde de ftalocianina o mezclas de azul de ftalocianina y amarillo permanente, tal como el amarillo de óxido de hierro o los amarillos orgánicos inalterables a la luz.

6.2.3 Pigmentos Orgánicos

a. Pigmentos de Ftalocianina

A pesar de su alto costo, sus características especiales los hacen indispensables en la industria de los recubrimientos de superficie. Hasta la llegada del azul de ftalocianina era casi imposible la formulación de los recubrimientos de superficie en azul pastel con un adecuado grado de resistencia a las exposiciones exteriores. También había una gran necesidad de pigmento verde, brillante y resistente, que fuese inalterable a la luz en los tonos pastel. Los óxidos de cromo carecían de brillantes tonos, mientras que el hidrato de cromo carecía de intensidad y era difícil de dispersar. El verde ftalocianina ha satisfecho esta necesidad que había en los pigmentos existentes para la formulación de pinturas.

- * *Azul de Ftalocianina*, se compone de cuatro grupos de isoindol unidos mediante la sustitución por nitrógeno de los hidrógeno α en el anillo de pirrol. Hay también un átomo de cobre unido a dos de los nitrógenos en el anillo del pirrol. El color se puede sintetizar a partir del ftalodinitrilo o anhídrido ftálico, y por esta razón se llama ftalocianina de cobre.

Tiene una excelente solidez a la luz y durabilidad, resistencia a los ácidos y álcalis, y puede ser usado tanto para interiores como para exteriores.

- * *Verde Ftalocianina*, se prepara por cloración del azul de ftalocianina de cobre, sustituyendo el cloro a los átomos de hidrógeno en la molécula. La ftalocianina verde comercial contiene aproximadamente 14 átomos de cloro por molécula mientras se requieren 16 para saturación.

El tono es un intenso azul verdoso que casi parece negro. El pigmento es extremadamente fuerte y tiene un matiz azul verdoso luminoso.

Es similar al azul ftalocianina en cuanto a dispersabilidad, alta absorción de aceite, tendencia a tomar cuerpo y fluidez.

Es similar al azul de ftalocianina en cuanto a resistencia a los ácidos, álcalis, agentes químicos, y calor, no sangra en ninguno de los disolventes, y tiene la misma excelente resistencia a la luz en los acabados interiores. Se adquiere al igual que el azul de ftalocianina en forma de pastas dispersadas para su uso en la fabricación de látex.

b. Amarillo Hansa

- * *Amarillo Hansa G*, es el más comunmente usado de los amarillos Hansa. Tiene un buen poder cubriente, buena textura y es bastante fácil de dispersar para ser un pigmento orgánico. La estabilidad del envasado es normalmente buena, tiene una excelente inalterabilidad a la luz en colorido y buena en tonos.

Es bueno en pinturas al agua, en acabados en los cuales no se permite el uso de pigmentos que contengan plomo, y en acabados que requieren más resistencia al oscurecimiento por la luz, agentes atmosféricos, o los vapores sulfúricos. Su presentación para uso en pinturas látex es en forma de pastas dispersadas.

- * *Amarillo Hansa 10G*, tiene un colorido y matiz similar al amarillo cromo claro verdoso. Tiene un poder de coloración y poder cubriente mucho menos que el Hansa G, pero su textura, absorción de aceite, sangrado y estabilidad al calor son poco más o menos los mismos. Es considerablemente más inalterable a la luz que el Hansa G cuando se usa en proporciones pequeñas para acabados exteriores e interiores.

El Hansa 10G se usa aproximadamente en el mismo tipo de acabados que el Hansa G. aunque es considerablemente más caro,

particularmente sobre la base de intensidades iguales, se emplea en lugar del tipo G cuando se desea mayor inalterabilidad a la luz.

c. **Rojos Orgánicos**

Los rojos orgánicos se caracterizan por el gran brillo del color fundamental y del color secundario. Aún los más baratos son más caros que los óxidos de hierro, pero a pesar de su alto costo hay que usarlos en muchas formulaciones para obtener los tonos deseados. Todos se obtienen mediante una precipitación de una solución acuosa, y su tamaño de partícula definitivo es muy fino, aunque muchos tienen tendencia a aglomerarse, dificultando de este modo la dispersión. Su poder cubriente es bajo comparado con el de los pigmentos de óxido de hierro.

Varían mucho en su resistencia a los agentes atmosféricos, algunos se agrietan, cambian de color, pierden el brillo rápidamente, mientras otros son estables en cuanto a estas propiedades.

- * *Rojos Toluidina*, se obtienen a partir de *m*-nitro-*p*-toluidina y β -naftol y existen en una moderada escala de tonos medios. Tienen colores luminosos y buen poder cubriente para un pigmento rojo orgánico, pero sus matices no son tan luminosos como se esperaba. Se dispersan rápidamente y tienen buena estabilidad de envasado en la mayoría de vehículos.

6.2.4 **Pigmentos Extendedores**

Los pigmentos extendedores o cargas son pigmentos blancos con un índice bajo de refracción (1.7 o menos) de diversos tipos de compuestos.

La introducción de los pigmentos extendedores en la industria de la pintura fue simplemente para reducir el costo de las materias primas de la pintura. No se pensó en que la adición de alguna carga pudiese proporcionar alguna propiedad beneficiosa. Se hicieron varias pruebas para encontrar la carga determinada que cumpliera mejor su cometido. Sin embargo, al parecer en el mercado de pigmentos con mayor poder cubriente, el uso de las cargas tomó un nuevo significado. A través de un estudio continuo e innumerables pruebas se demostró, que mediante el uso adecuado de las

propiedades físicas de las diversas cargas las pinturas se podían mejorar. Esto es más notorio en las pinturas látex usada en el exterior de viviendas y edificios, donde se mejoran sus características funcionales mediante la adición de estos pigmentos extendedores o también llamados cargas.

a. Carbonato de Calcio (Tiza)

El carbonato de calcio es probablemente el pigmento más antiguo y más ampliamente usado para cargas. Se fabrica mediante una variedad de métodos que van desde la molienda en seco de piedra caliza hasta una precipitación química estrechamente controlada.

El proceso de fabricación tiene una influencia definitiva en el tamaño y forma de las partículas, las cuales afectan a su vez a las propiedades aportadas por estos materiales a los recubrimientos de superficies.

El carbonato de calcio natural, el que es obtenida de la creta y la piedra caliza rica en calcio. Las calidades más finas se obtienen mediante una molienda húmeda.

El carbonato de calcio precipitado del tipo ligero tiene un tamaño de partícula de 0.03 a 0.15 μ en tanto que el tipo denso tiene un tamaño de partícula de 1 a 10 μ . Siendo su densidad 2.5 veces mayor que el del tipo ligero. En la industria nacional se usa el ligero también llamado micronizado.

b. Silicato de Magnesio (Talco)

Esta carga se utiliza mucho en la industria de pinturas. Se conoce también como talco. La composición química es $H_2Mg_3(SiO_3)_4$. El silicato de magnesio del mercado contiene hasta un 7% CaO que se presenta como un silicato de magnesio y calcio.

Existen tres tipos principales de silicato de magnesio basados en la configuración de las partículas individuales:

- a) fibrosas o en forma de agujas;
- b) laminares o en placas;
- c) granulares o irregulares

Las calidades fibrosas con una absorción de aceite grande, son convenientes en pinturas para interiores y exteriores para incrementar

la consistencia, reducir la sedimentación y evitar que se corra la pintura. También tienden a reducir el brillo, la fluidez y la homogeneidad. Su uso en pinturas látex es muy extendido debido a su marcada contribución a la duración. Están entre las mejores de todas las cargas para reducir el cuarteamiento y el agrietamiento.

c. Silicato de Aluminio (Caolín)

Esta carga cuya constitución es $Al_2O_3 - 2SiO_2 - 2H_2O$, se encuentra en la naturaleza y se denomina también arcilla.

El caolín tiene un alto factor de abultamiento cuya media es de 2,6 kg/l. La mayoría de calidades que más se usan tiene un brillo de 90% o más y son muy finas. Su tamaño de partícula máximo es de unas 10 μ . La absorción de aceite es de un 40%, dependiendo de la distribución del tamaño de partículas. La configuración de la partícula es generalmente de placas hexagonales laminares.

El caolín es un pigmento hidrofílico y, por tanto, una buena carga para pinturas al agua.

6.3 Aditivos

6.3.1 Espesantes

Para dar a una pintura las propiedades reológicas deseables, en particular una buena facilidad de aplicación y un buen nivelamiento, se deberá incorporar los espesantes. Se utiliza para este caso principalmente los éteres de celulosa como el metil celulosas, hidroxietil celulosas o también el carboximetil celulosa.

Estos productos son sensibles al agua y se los emplea en cantidad muy limitada. Su cantidad no debe sobrepasar el 0.5% en peso de la pintura. Las metil y los hidroxietil celulosas, sobre todos los tipos de alta viscosidad. Son considerados como los que menos reducen la resistencia al agua de las pinturas y dan la mejor resistencia al exterior. La carboximetil celulosa tiene una solubilidad más grande al agua, que se manifiesta por una más grande disminución de la resistencia al lavado de las pinturas. Además confiere a la pintura una buena facilidad de aplicación y contribuye a una buena estabilidad al almacenaje gracias a su característica aniónica.

Los espesantes de celulosa se comportan como líquidos no-newtonianos, sus soluciones son estructuralmente viscosas, y esta disminuye con el creciente esfuerzo de cortadura (ver Fig. 02). Al aumentar el peso molecular del éter de celulosa y la concentración en las soluciones, aumenta la viscosidad de la estructura. Los espesantes de celulosa de alto peso molecular son tixotrópicos y por lo tanto presentan un ciclo de histéresis como el que se muestra en la Fig. 03.

Al igual que otros materiales celulósicos, los éteres de celulosa están sujetos a la degradación enzimática con la correspondiente pérdida de viscosidad de sus disoluciones. Las enzimas que catalizan esta degradación, son producidas por numerosas bacterias y hongos presentes en los ámbitos industriales. Para evitar que la degradación enzimática tenga lugar se deberá trabajar de la manera más estéril posible y se deberá agregar un preservante durante la preparación de la pintura.

6.3.2 Preservantes

El polímero de acetato de vinilo por si mismo no es atacado por los hongos, sin embargo, los coloides protectores y los espesantes de la dispersión, derivados de la celulosa, constituyen un soporte favorable al crecimiento de microorganismos. Para evitar el desarrollo de hongos, sea dentro del envase, sea en la película, se incorpora dentro de la formula de la pintura una pequeña cantidad de agente fungicida. Los agentes más eficaces son los derivados del acetato o propianato de fenil mercurio, cuando su empleo es limitado por su fuerte toxicidad se pueden usar otros productos no mercuriales durante el proceso de disolución una cantidad equivalente en efectividad a un 0.1 – 02 % sobre el peso del espesante como el quinolinato de cobre, naftenato de cinc, naftenato de cobre, la cloroacetamida, las sales amónicas cuaternarias, amidas más fluoruros orgánicos y los derivados fenólicos del pentaclorofenato de sodio. Se considera un preservante eficaz cuando crea una condición estéril en un periodo de aproximadamente 4 horas.

Es importante anotar que los preservantes afectan a los microorganismos pero no siempre inactivan a las enzimas producidas por estos, esto quiere decir que

GRAFICO 02

CURVA VISCOSIDAD VS GRADIENTE DE VELOCIDAD TANGENCIAL

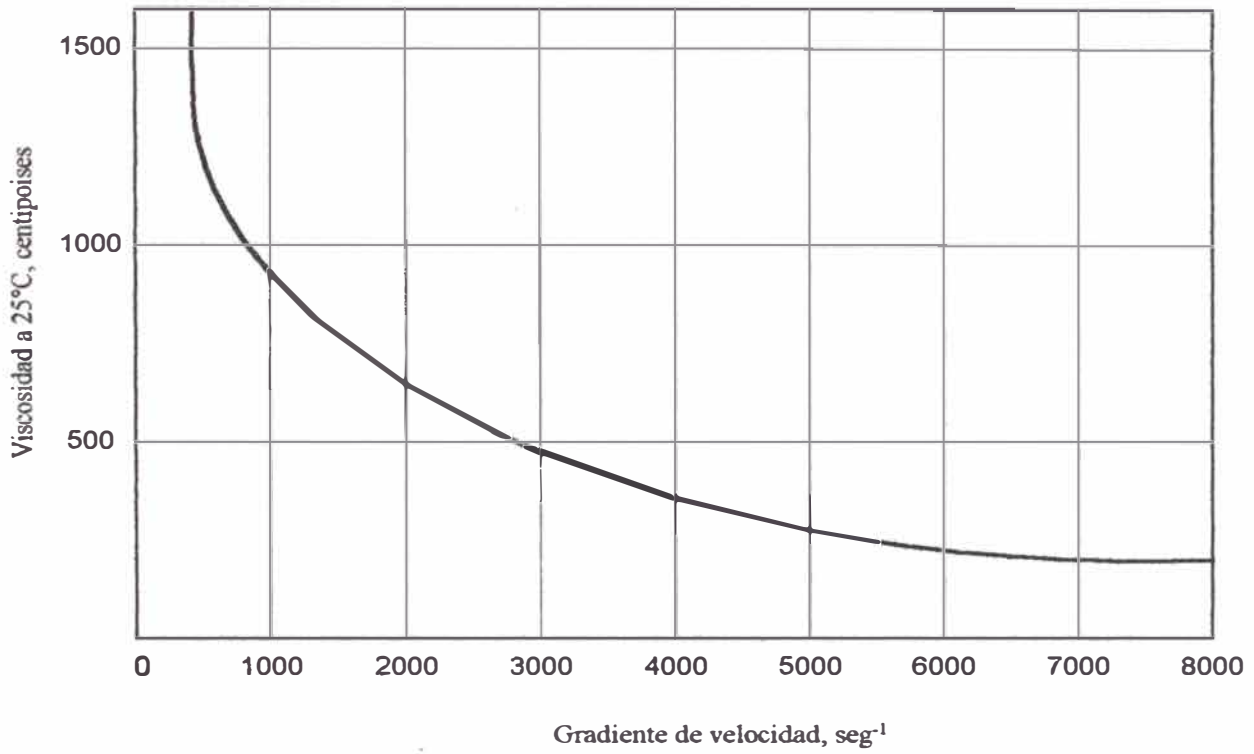
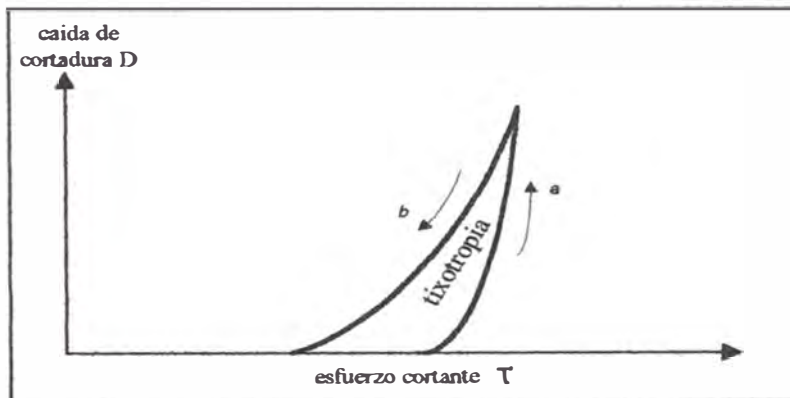


GRAFICO 03

CICLO DE HISTERESIS EN SISTEMAS TIXOTROPICOS



aún si el microorganismo es eliminado, la enzima puede persistir y continuar su acción destructiva.

6.3.3 Surfactantes

Los agentes activos de superficie, o surfactantes, caen en tres grupos generales, los surfactantes aniónicos usados principalmente para la dispersión de pigmentos, los surfactantes no iónicos para la estabilización de todo el sistema disperso, y los agentes antiespuma usado para prevenir, reducir o eliminar la formación de espuma en la pintura durante la aplicación. Los surfactantes catiónicos no son usados comúnmente.

a. Dispersantes

Los surfactantes aniónicos son el mayor tipo de agentes activos de superficie usados como dispersantes para los pigmentos. Es usualmente la sal de sodio o potasio de un compuesto que contiene fosfato, sulfonato o grupos carbonilo. Los surfactantes imparten una carga negativa a las partículas de pigmento y ayuda a mantener la repulsión de las partículas de pigmento debido a sus cargas iguales. La cantidad de surfactante a ser usada es una función de la superficie total de los pigmentos usados en la fórmula en particular. Varias técnicas de titulación han sido propuestas para determinar el requerimiento óptimo. Sin embargo, una útil y fácil manera es titular la solución surfactante en una pasta acuosa de los pigmentos. El nivel óptimo se encuentra cuando se obtiene la mínima viscosidad de la pasta. Un exceso de surfactante usualmente mostrará un incremento de la viscosidad después de alcanzar un punto mínimo.

b. Humectantes

Los pigmentos varían grandemente en su facilidad de mojado, dependiendo de la naturaleza del pigmento y del vehículo. Se describen frecuentemente como hidrofílicos, neutrales o hidrofóbicos. Los pigmentos hidrofílicos se mojan más fácilmente con agua que con vehículos de recubrimientos orgánicos. La mayoría de los pigmentos inorgánicos son hidrofílicos, especialmente los que contienen grupos polares, pero algunos tales como los azules de hierro se consideran neutros, y muchos de los pigmentos orgánicos son hidrofóbicos.

La tensión interfacial es la fuerza que retarda la mojabilidad de los pigmentos por los líquidos. Los líquidos con gran tensión superficial no mojan los sólidos tan fácilmente como los de tensión superficial baja, puesto que la atracción de las moléculas de los líquidos es mayor que las fuerzas de atracción con los sólidos.

Los aditivos que facilitan la mojabilidad se llaman agentes humectantes, estos ayudan al vehículo a penetrar en los aglomerados de las partículas de pigmento amontonados sin cohesión, desalojar el aire de los interiores, separar las partículas del pigmento y rodear cada una con una envoltura de vehículo líquido.

Los surfactantes no iónicos son usualmente usados como humectantes, estos son del tipo alquil fenoxi polietoxi etanol o los alquil aril éteres. A pesar de que ellos son usualmente nombrados como humectantes para los sistemas de dispersión, pueden funcionar como dispersantes de pigmentos y frecuentemente tienen un efecto significativo en el desarrollo del color. Los surfactantes no iónicos no se ionizan en la solución acuosa pero se solubilizan a través de los puentes de hidrógeno a los eteróxidos. Como con los aniónicos, la parte lipofílica se orienta a la partícula de pigmento. La porción hidrofílica es la cadena oxigenada.

El desarrollo del color puede ser afectada grandemente por la elección del surfactante no iónico. Los colores usados, aún si se usan como pastas dispersadas, varían considerablemente en sus características lipofílicas o hidrofílicas, una propiedad denominada como el HLB, o el balance hidrofílico – lipofílico. Si los surfactantes en la base blanca les corresponde un valor particular de HLB, y el valor de la pasta dispersada o el pigmento es diferente, dará como resultado una pobre aceptación de color.

Un solo surfactante rara vez proporciona el balance en el sistema de pintura. Una combinación de no iónicos y aniónicos debe ser usada de tal forma que cada partícula de pigmento encuentre un balance adecuado de surfactantes para un buena dispersión y un óptimo desarrollo del color.

c. Antiespumantes

La presencia necesaria de los surfactantes en las pinturas látex lleva invariablemente a problemas de espuma. Mientras la tendencia hacia la espuma y el grado de espuma obtenida varía con el tipo de surfactante y la cantidad, no existe elección de surfactante que asegure la no formación de espuma o niveles de espuma relativamente bajos en la pintura. Por tanto, los agentes antiespuma, o agentes desespumantes, tienen un lugar en la formulación.

Aparentemente no existe una clara distinción entre los antiespumantes y los desespumantes en la industria ya que las mismas clases de productos son conocidos por ambos nombres. Los antiespumantes son preferidos ya que su propósito en la formulación es evitar la formación de espuma. Los desespumantes son productos que intentan solucionar una situación de formación de espuma que mejor sería evitarla.

Un agente antiespumante adecuado evita la formación de espuma durante la manufactura, el envasado, el matizado, agitación y aplicación de la pintura. No debe causar floculación del pigmento, inestabilidad de la emulsión, o tener pobre compatibilidad de tal forma que los “ojos de pescado”, o partículas de gel aparezcan en la película húmeda o seca. No debe tener un efecto adverso sobre el desarrollo del color, y debe mantener su actividad durante un largo periodo de tiempo.

Una práctica común es agregar la mitad del antiespumante durante la dispersión del pigmento de tal forma que prevenga la espuma en este punto de la fabricación. La cantidad restante se agrega usualmente durante el completado, o adelgazamiento, de la pintura de tal forma que proporcione una mejor protección durante el llenado de los envases y en la aplicación final de la pintura.

La mayoría de desespumantes contienen disolventes alifáticos, aceites de silicona, algunos son uretánicos, y algunas veces jabones de metales pesados.

6.3.4 Agentes Coalescentes

La formación de película en las pinturas látex es descrita como coalescencia, la cual en el puro sentido de la palabra es juntarse, fusionarse o mezclarse. Las partículas de látex hacen esto exactamente a través de un característico flujo plástico el cual es afectado por su dispersión en agua y por los aditivos presentes en el sistema. Los agentes coalescentes son, en realidad, plastificantes temporales que promueven la coalescencia incrementando la cantidad de flujo plástico. Los materiales más comunmente usados son los alcohol-éteres, tales como el butil Cellosolve, el tributil fosfato, el aceite de pino u otros solventes fuertes. Todos ellos tienen un grado de volatilidad de tal forma que en un periodo de tiempo que puede ser del orden de días, ellos migran de la película de la película de tal forma que el látex recupera sus propiedades originales de dureza.

La presencia de agua es crítica durante el periodo de coalescencia. Las partículas de látex deben permanecer móviles de tal forma que puedan moverse y empacarse de una manera que permitan una película razonablemente continua. Una remoción repentina del agua no permitirá la proximidad necesaria de las partículas para coalescer en una buena película y quedarían muchos vacíos, es por esto que cuando las condiciones de temperatura, humedad, viento y substrato favorezcan un secado demasiado rápido, el formulador debe ver la conveniencia de agregar co-solventes como glicoles, alcoholes que permitan bajar la presión de vapor del agua y por lo tanto reduzcan la tasa de evaporación.

6.3.5 Reguladores de pH

Las pinturas látex como producto final tienen un pH alcalino, esto se debe a varios motivos entre los que podemos mencionar: mayor estabilidad del espesante ya que este desarrolla con mayor facilidad a un pH alcalino, se evita el crecimiento de mohos, debido a que estos microorganismos prefieren un medio ácido, así mismo es conveniente por que los agentes surfactantes y algunos pigmentos y preservantes son más estables en medio alcalino. Un medio básico permite también una mejor estabilidad de la pintura látex, ya que su tendencia natural es a formar ácido acético por la hidrólisis del

polímero y a reducir el pH. El regulador de pH más comunmente usado es el amoniaco (NH_3).

6.3.6 Anticongelantes

Las pinturas látex se deben transportar y almacenar a temperaturas normales siempre que sea posible. Cuando se congelan, se solidifican, y los cristales de hielo taladran las envolturas hidrofílicas rígidas del coloide protector alrededor de las partículas de resina y rompen su continuidad. Los surfactantes son menos solubles, y por tanto, menos efectivos en la prevención de la coalescencia. Cuando se descongela, el contenido no volátil completo del envase puede ser una masa elástica sólida o tan apelmazado y granulado que se hace inservible.

Se usan glicoles como el etilen glicol y el propilen glicol, éstos contribuyen a la estabilidad a las bajas temperaturas y regula la retención de la humedad residual, el secado en la brocha y la nivelación. Sin embargo, estos productos deben usarse con cuidado ya que permanecen en las películas después de su aplicación y reducen la resistencia total al agua.

El propilen glicol tiene una acción solvente ligeramente mayor sobre el acetato de polivinilo. En una formulación crítica puede mejorar la formación de película y mejorar la estabilidad al almacenamiento.

Comparativamente el etilen glicol es un mejor agente estabilizador contra el congelamiento.

6.3.7 Agua

En el Perú el agua usada en la preparación de pinturas látex es de la red pública, por tanto, es necesario para darle una mayor estabilidad sobre todo a los espesantes celulósicos, agregar agentes secuestrantes como el hexametáfosfato de sodio. Entre las propiedades de esta sal se encuentra su solubilidad al agua en todas las proporciones, su capacidad de retención, dispersión y floculación, así como evita la precipitación de los compuestos poco solubles como carbonato de calcio y sulfato sódico, por lo que se le emplea como ablandador de agua. Este producto se agrega a razón de 0.2% referido a la mezcla de pigmentos y cargas.

CAPITULO VII

PROCESO DE FABRICACION DE UNA PINTURA LATEX

7.1 Formulaciones Típicas

Para efectos de la formulación actual se considera que uno de los conceptos más importantes en la formulación de pinturas es el de la concentración de volumen de pigmento (PVC). Se define como:

$$\text{PVC} = \frac{\text{volumen de pigmento en la pintura}}{\text{volumen de pigmento en la pintura} + \text{volumen de constituyentes no volatiles de la pintura}}$$

El PVC controla en gran parte factores tales como brillo, propiedades reológicas, lavabilidad, y durabilidad. El PVC de una formulación dada sirve como una guía para el trabajo de reformulación, usando diferentes combinaciones de vehículo y pigmento.

Pero el PVC no es el único factor a considerar, la naturaleza química así como la estructura física de las cargas y pigmentos son igualmente factores muy importantes. Estudios sistemáticos han demostrado que para un mismo contenido en volumen, los pigmentos muy finos tienen una sensibilidad más grande al destizamiento y un decoloramiento de las pinturas que los pigmentos y cargas más gruesas. Esto se puede explicar por el hecho que los pigmentos más finos tienen un volumen igual para una superficie más grande; por tanto necesitan una cantidad más grande de ligante para ser humectados totalmente.

En la práctica, se evitará para las pinturas exteriores el empleo de una muy fuerte proporción de carga que tenga un diámetro medio inferior a 5 micrones, los productos más importantes tienen un diámetro comprendido entre 5 y 20 micrones. Entre las principales cargas utilizadas se encuentra la tiza, que asegura una mejor conservación del color al exterior. Se utiliza también en cantidad más reducida: los caolines, el talco, la sílice, la mica.

En general se utiliza una mezcla de cargas más que una carga única para establecer el mejor compromiso posible entre la resistencia del color al exterior y

la estabilidad al almacenaje; la uniformidad del color, la resistencia al lavado, la facilidad de aplicación; el caolín por ejemplo da una aplicación más fácil, pero disminuye la resistencia al agua.

Para obtener una buena resistencia al destizado, se debe formular las pinturas con un PVC muy inferior al PVC crítico. El PVC crítico es la cantidad de pigmentos expresado en volumen con relación al volumen total de materias sólidas (pigmentos y cargas más resina); por encima de ella no hay en la pintura suficiente resina para humectar la totalidad del pigmento. El PVC crítico depende dentro de una cierta medida de los pigmentos y cargas utilizadas, y para una pigmentación idéntica, ella está directamente ligada a la fineza de las partículas de la dispersión polimérica utilizada, las resinas de partículas finas tienen un mejor poder ligante del hecho de una formación más completa y más regular de las micelas.

Si se desea formular pinturas para el interior que tengan buenas propiedades de uniformidad y de estabilidad del color y de resistencia al lavado, se debe trabajar con un PVC muy cercano al PVC crítico. Para obtener una pintura exterior que tenga buenas propiedades de resistencia al destizado y estabilidad del color esta se formulará con un PVC mucho menor que el PVC crítico. En general se considera que una pintura mate debe tener un PVC entre 50 – 75% cuando se usa en interiores y una pintura para exteriores debe tener entre 30 – 45% de PVC.

A continuación se muestra dos formulaciones, desarrolladas en CPP, de pinturas látex de color blanco para exteriores y para interiores, sus valores dentro de la formulación están dados para un volumen de 500 glns.

TABLA 04**LATEX BLANCO PARA EXTERIORES**

Materia Prima	Cantidad (kg)
Agua	850
Copolimero Vinil – Acrílico (55%)	750
Espesante (Hidroxietil Celulosa P.M. 52000)	12
Surfactante aniónico (dispersante)	10
Surfactante no-iónico (humectante)	5
Antiespumante	2.5
Agente Secuestrante (Hexametafosfato de Na)	6
Preservante mercurial	2.5
Regulador de pH (Amoniac)	5
Coalescente	10
Titanio	450
Tiza	425
Talco	150
Caolín	45
Odorizante (Aceite de Pino)	2.5
Blanqueador óptico (Azul Ultramar)	0.16
Total	2715.5

Las características del producto final son las siguientes:

PVC	:	48.0
% sólidos	:	55.0 %
Peso x Galón	:	5.5 Kg/gln
Viscosidad	:	106 Ku
pH	:	8.5

TABLA 05**LATEX BLANCO PARA INTERIORES**

Materia Prima	Cantidad (kg)
Agua	1130
Copolímero Vinil – Acrílico (55%)	300
Espesante (Hidroxietil Celulosa P.M. 52000)	15
Surfactante aniónico (dispersante)	8.5
Surfactante no-iónico (humectante)	2.5
Antiespumante	2.5
Agente secuestrante (Hexametáfosfato de Na)	2.5
Preservante mercurial	2.5
Regulador de pH (Amoniaco)	4
Titanio	165
Tiza	725
Talco	400
Caolín	75
Odorizante (Aceite de Pino)	2
Blanqueador óptico (azul ultramar)	0.15
Total	2834.65

Las características del producto final son las siguientes:

PVC	:	77.5
% sólidos	:	55.0 %
Peso x Galón	:	5.6 Kg/gln
Viscosidad	:	110 Ku
pH	:	8.5

7.2 Producción en Planta

7.2.1 Equipos

El equipo básico para la fabricación de pinturas látex es el Dispensor Cowles, de la compañía Morehouse – Cowles.

La dispersión se obtiene con un impulsor de alta velocidad que a través de la fuerza cortante ejercido en un medio de dispersión con una viscosidad relativamente alta. Este tipo de equipo no desarrolla presiones elevadas en el momento de la cizalla, por consiguiente no permite la ruptura de agregados muy fuertes ni mucho menos reducir el tamaño de partícula.

El equipo consta de un disco circular con dientes en los bordes, doblados en 90° alternados arriba y abajo; éste se encuentra al final de un eje vertical llamado rotor y este a su vez unido a un motor que hace posible que disco gire a una velocidad radial o periférica de 1000 a 2000 rpm.

Las dimensiones físicas recomendadas para un dispensor de alta velocidad son las que se indican en el Gráfico 04.

Los factores mecánicos que afectan la eficacia de un impulsor de alta velocidad son los siguientes:

- * Velocidad de Rotación del Disco Impulsor
- * Relación del diámetro del impulsor al diámetro del tanque
- * Relación entre la altura del nivel del líquido y el diámetro del tanque
- * Posición del disco impulsor en el tanque
- * Forma del tanque
- * Viscosidad de la pasta

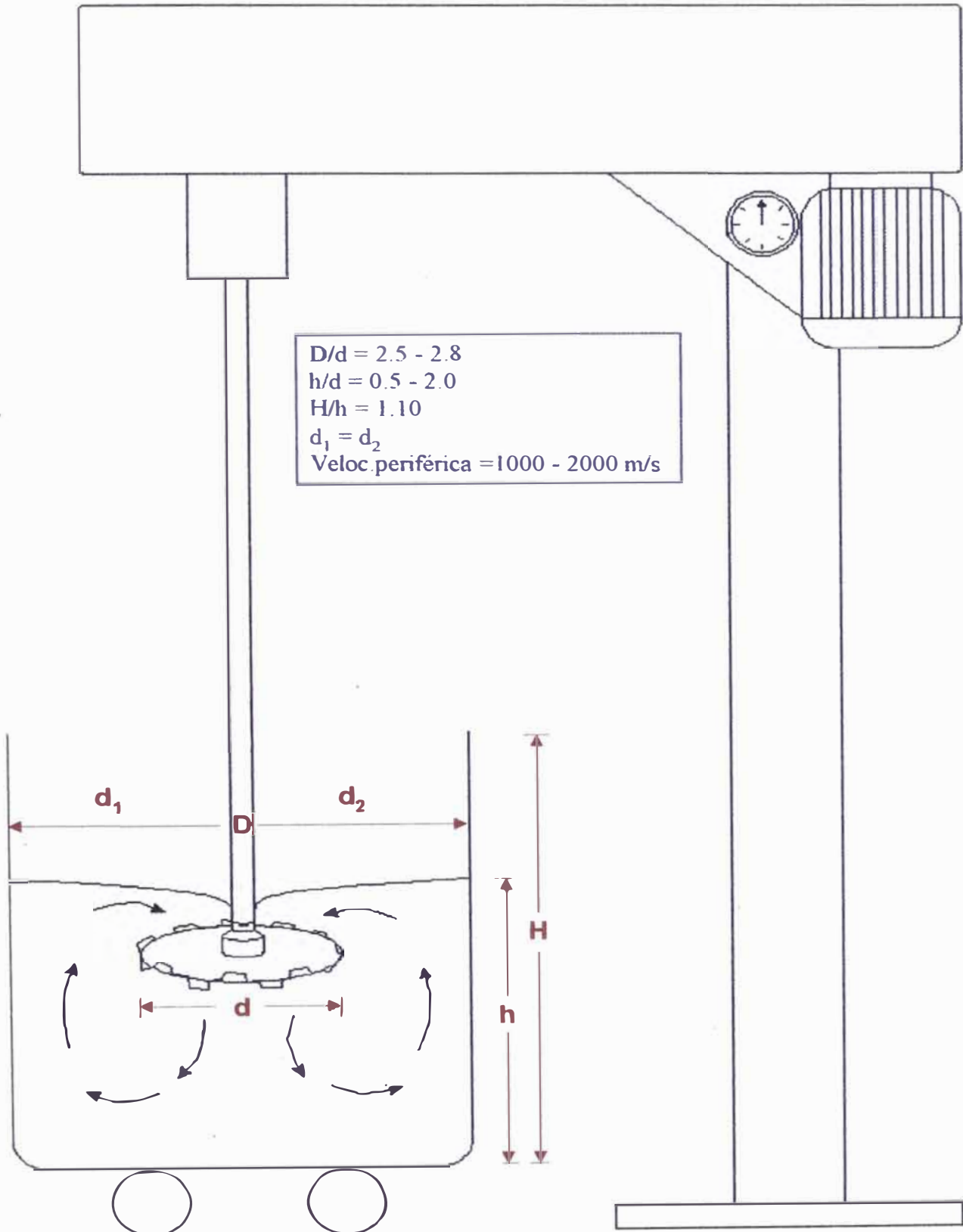
El dispersador Cowles permite que las pinturas látex puedan ser premezcladas, dispersadas y completadas, así mismo sirven para regular el color (matizado) debido a que su velocidad es regulable, de esta manera se evita una excesiva manipulación de la pintura durante su manufactura y las pérdidas que esto lleva consigo.

7.2.2 Proceso

El proceso comienza con la entrega por parte del Dpto. de Planeamiento y Control de la Producción de la entrega del pedido a través de una fórmula, la

GRAFICO 04

DISPERSOR COWLES



cual se encuentra en su base de datos, y que ya ha sido aprobada con anterioridad por el Dpto. de Desarrollo.

Esta fórmula pasa al Almacén de Materias Primas donde se realiza el pesado de estas, usando una balanza de plataforma para las cargas, pigmentos y resinas y una balanza pequeña para los aditivos y pastas dispersadas.

Todo esto se traslada por intermedio de montacargas hacia la zona de fabricación. El orden de adición se puede dividir en tres partes:

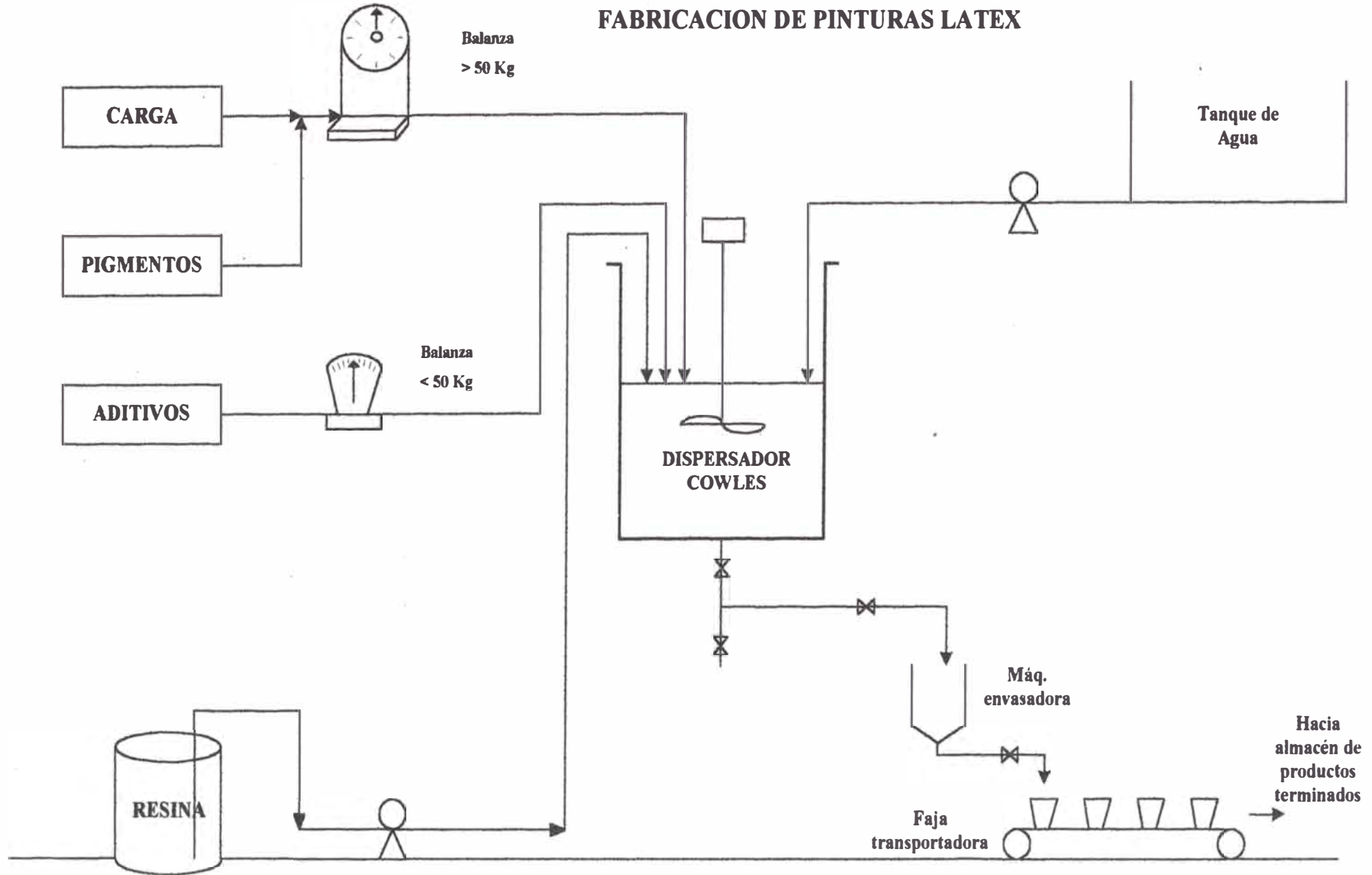
Dispersión:

- * Se llena con agua el tanque de dispersión, se usa aproximadamente de 2/3 a 3/4 de la cantidad que figura en la fórmula.
- * Se añade en primer lugar el secuestrante para evitar que las sales del agua interfieran en el desarrollo del espesante celulósico.
- * Inmediatamente se agrega el preservante, para crear una solución estéril lo más antes posible.
- * Se adiciona la mitad del antiespumante que figura en la formulación, ya que el espesante celulósico tiende a bajar la tensión superficial, de esta manera se evita el excesivo atrapamiento de aire debido a la alta velocidad de agitación.
- * Se añade el espesante celulósico y se agita a una alta velocidad para que este desarrolle una alta viscosidad.
- * Una vez que el espesante se encuentra completamente disperso, pero aún no ha alcanzado su máximo desarrollo, se agrega el regulador de pH (alcalino), esto acelerará el desarrollo del espesante celulósico.
- * Se agrega el dispersante aniónico, el humectante no-iónico y resto del antiespumante, esto para que en el momento de agregar la carga y pigmentos puedan ser humectados y dispersados fácilmente.
- * Se agrega poco a poco carga y pigmentos y se somete a dispersión a alta velocidad hasta alcanzar una fineza Hegman 4 NS (se mide con barra de molienda).

la emulsión de látex, el agente coalescente, el odorizante y el completar el volumen de la formulación

GRAFICO 05

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE PINTURAS LATEX



7.3 Análisis de Costos

Tomando como base la pintura para interiores blanca de la Tabla 05 se puede elaborar un ejemplo de estructura de costos de una pintura látex económica, los costos de las materias primas son referenciales y se han puesto en dólares, debido a que la mayoría de ellas se comercializan en esa moneda.

TABLA 06
PINTURA LÁTEX BLANCO PARA INTERIORES

Materia Prima	Cantidad (kg)	Precio (\$/kg)	Costo (\$)
Agua	1130	0.01	11.30
Copolímero Vinil – Acrílico (55%)	300	1.00	300.00
Espesante (Hidroxietil Celulosa P.M. 52000)	15	6.20	93.00
Surfactante aniónico (dispersante)	8.5	1.20	10.20
Surfactante no-iónico (humectante)	2.5	3.70	9.25
Antiespumante	2.5	4.40	11.00
Agente secuestrante (Hexametáfosfato de Na)	2.5	2.30	5.75
Preservante mercurial	2.5	8.70	21.75
Regulador de pH (Amoniaco)	4	0.30	1.20
Titanio	165	2.10	346.50
Tiza	725	0.12	87.00
Talco	400	0.22	88.00
Caolín	75	1.70	127.50
Odorizante (Aceite de Pino)	2	3.70	7.40
Blanqueador óptico (azul ultramar)	0.15	3.60	0.54
Sub Total	2834.65	--	1120.30

Este es el costo para 500 galones, luego el costo de la materia prima para un galón de pintura sería: \$ 2.24 . Si a esto le sumamos el gasto de energía \$0.06 y el costo del galón de plástico que es \$1.00: el costo sería \$ 3.30 / gln.

Los costos de mano de obra directa dependiendo del volumen representan aproximadamente entre un 2 a un 5% del costo de la materia prima, y si a esto le

7.3 Análisis de Costos

Tomando como base la pintura para interiores blanca de la Tabla 05 se puede elaborar un ejemplo de estructura de costos de una pintura látex económica, los costos de las materias primas son referenciales y se han puesto en dólares, debido a que la mayoría de ellas se comercializan en esa moneda.

TABLA 06

PINTURA LÁTEX BLANCO PARA INTERIORES

Materia Prima	Cantidad (kg)	Precio (\$/kg)	Costo (\$)
Agua	1130	0.01	11.30
Copolímero Vinil – Acrílico (55%)	300	1.00	300.00
Espesante (Hidroxietil Celulosa P.M. 52000)	15	6.20	93.00
Surfactante aniónico (dispersante)	8.5	1.20	10.20
Surfactante no-iónico (humectante)	2.5	3.70	9.25
Antiespumante	2.5	4.40	11.00
Agente secuestrante (Hexametáfosfato de Na)	2.5	2.30	5.75
Preservante mercurial	2.5	8.70	21.75
Regulador de pH (Amoniaco)	4	0.30	1.20
Titanio	165	2.10	346.50
Tiza	725	0.12	87.00
Talco	400	0.22	88.00
Caolín	75	1.70	127.50
Odorizante (Aceite de Pino)	2	3.70	7.40
Blanqueador óptico (azul ultramar)	0.15	3.60	0.54
Sub Total	2834.65	--	1120.30

Este es el costo para 500 galones, luego el costo de la materia prima para un galón de pintura sería: \$ 2.24 . Si a esto le sumamos el costo del galón de plástico que cuesta aproximadamente \$1.00: el costo sería \$ 3.24 / gln.

Los costos de mano de obra directa dependiendo del volumen representan aproximadamente entre un 2 a un 5% del costo de la materia prima, y si a esto le

sumamos los costos administrativos y de ventas que representan otro 5% se tendrá un costo final del producto de aproximadamente : \$ 3.57 lo que al tipo de cambio actual representa aproximadamente: S/. 12.18/Gln.

De la Tabla 06 se puede apreciar que los costos de materias primas se pueden dividir en tres grupos:

Resina que representan entre un 25 a un 30 % del costo

Pigmentos y cargas con un 55 a un 60 % del costo

Aditivos que representan un 10 a un 15 % del costo

En el caso de una pintura para exteriores donde el porcentaje de resina es mayor debido a las propiedades de resistencia a la intemperie que requiere la estructura de costos sería la siguiente:

Resina que representa entre un 35 a un 40 % del costo

Pigmentos y cargas con un 50 a un 55 % del costo

Aditivos que representa entre un 5 a un 10% del costo

De ambos tipos de pinturas se puede deducir que entre la resina y los pigmentos y cargas se encuentra un 80 a 90% del costo de materias primas de una pinturas látex. Esto indica claramente que cualquier desarrollo tendiente a baja de costos deberá estar encaminada hacia esos items.

Por otro lado también se puede observar que del costo total, el costo del envase representa entre un 20 a un 30% del costo de la pintura, por lo tanto es lógico pensar que CPP debería realizar inversiones en la instalación de su propia planta productora de envases de polietileno, como que ya lo han hecho otras empresas de la competencia, lo que también traería una buena reducción en materia de costos.

En cuanto a costos de mano de obra directa, que incluye también al personal técnico y de supervisión, este sólo representa alrededor de un 5% del costo de la pintura, por lo que también invertir en este rubro sería provechoso para la empresa y no traería un aumento en el precio de la pintura.

CAPITULO VIII

PRUEBAS DE LABORATORIO

Las diversas pruebas realizadas en el laboratorio de control de calidad están normadas por las normas establecidas por el ITINTEC (actualmente INDECOPI), estas normas en su gran mayoría están basadas en las normas ASTM e ISO. A continuación se pasa a describir las principales pruebas que se realizan a las pinturas látex, estas pruebas se realizan tanto a la pintura en su estado líquido como a la película seca, en los Anexos se indica una relación de estas y otras normas utilizadas en el control de las pinturas látex.

8.1 Propiedades Físicas de la Pintura Líquida

8.1.1 Densidad – Peso por Galón

Esta prueba consiste en determinar la masa de la pintura líquida contenida en un picnómetro a una temperatura entre $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y calcular su densidad en gr/cc.

El aparato que se usa es un picnómetro de metal (denominado comercialmente “copa peso por galón”, el cual está provisto de un pequeño orificio para eliminar el exceso de producto.

El método consiste en pesar el picnómetro vacío (m_1) en una balanza con una aproximación de 0.1 g y luego pesarlo con la pintura dentro (m_2), la densidad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\rho = (m_2 - m_1) * 0.1 \quad (\text{lb/gln})$$

el valor 0.1 es un factor de conversión que toma en consideración el volumen del picnómetro que es de 83.2 ml y la conversión de gramos a libras y de mililitros a galones. El picnómetro se muestra en la Gráfico 06.

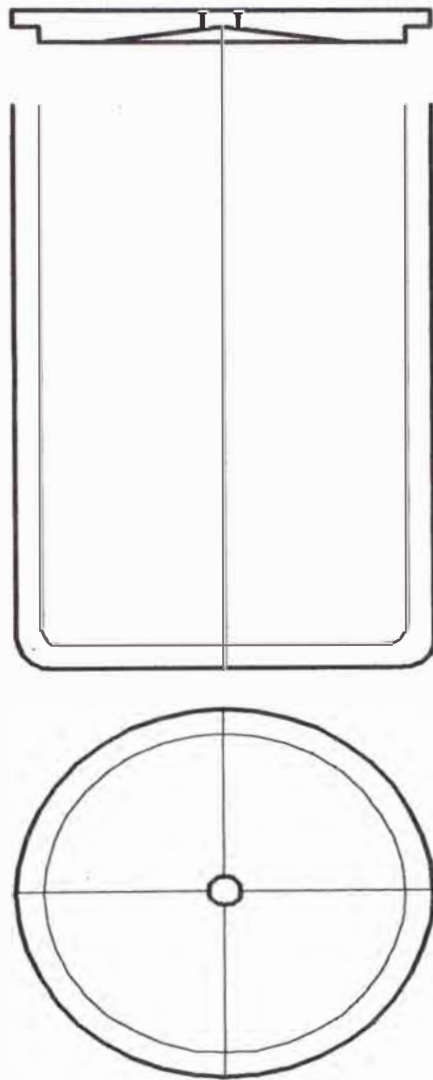
8.1.2 Viscosidad

Lo que mide la viscosidad es el grado de consistencia o espesamiento de la pintura a fin de que nos indique la facilidad de aplicación y el grueso de la capa a aplicar.

Para determinar el grado de viscosidad de una pintura látex se utiliza comúnmente el Viscosímetro Stormer (ver Grafico 07). El método consiste en

GRAFICO 06

PICNOMETRO PARA EL CONTROL DE LA DENSIDAD



medir la resistencia que ofrece el producto al giro de la paleta del viscosímetro cuando alcanza determinada velocidad. La resistencia se mide mediante masas.

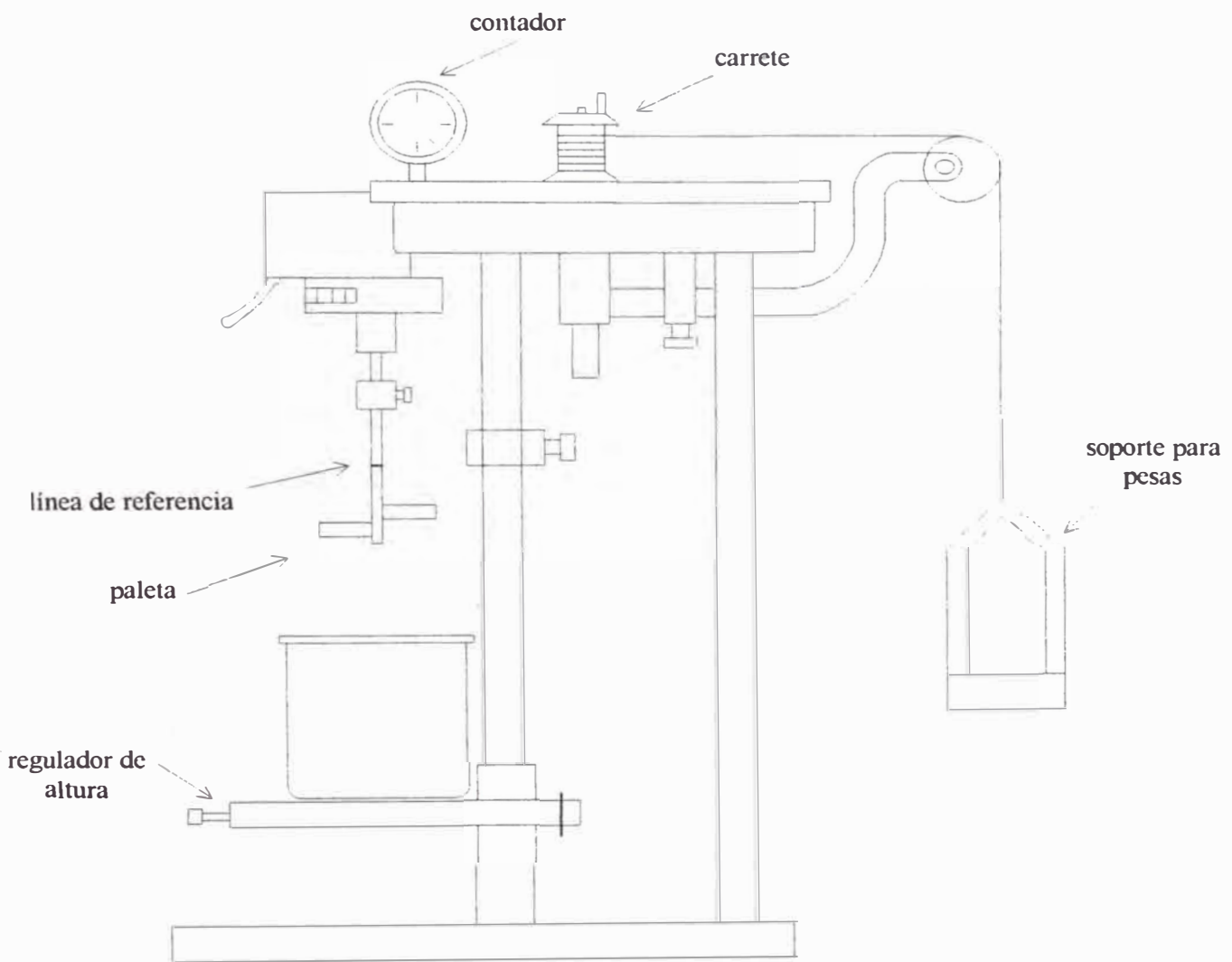
El procedimiento que se sigue es el siguiente:

- * Se llena las 3/4 partes del recipiente (500 ml) con la muestra
- * Se coloca el recipiente en la plataforma del viscosímetro Stormer, de tal forma que la superficie de la muestra coincida con la línea de referencia, del eje de paletas
- * Se hace girar la paleta 100 vueltas y se controla el tiempo
- * El número de vueltas puede leerse en el contador
- * Con el tiempo y el peso de la masa usada para la determinación, se va a una tabla (Anexos), y se lee la viscosidad en unidades Krebs (Ku).

Es muy importante apuntar que en las pinturas látex las unidades que se usan no son los centipoises, y darlas en este sistema no tiene ningún efecto práctico para el formulador, ya que no le da idea de la consistencia de la pintura y su relación con el método de aplicación que se va a usar.

GRAFICO 07

VISCOSIMETRO STORMER



8.1.3 Fineza de la Dispersión

Esta prueba permite comprobar el grado de dispersión a que ha llegado la mezcla pigmento vehículo, esta prueba es muy importante, ya que nos indica si la mezcla puede pasar a la siguiente etapa del proceso que es el completado, también nos indica para el caso de las pruebas de desarrollo, que tan bien interactúan los agentes tensoactivos con los pigmentos, y como facilitan el proceso de dispersión.

La prueba consiste en extender una pequeña muestra de pintura sobre una base metálica llamada Regla Hegman (ver Gráfico 08), esta tiene una ranura calibrada de profundidad variable y uniforme. En algún punto de esta ranura se harán visibles las partículas o aglomerados, o ambos. Se hace entonces una lectura directa en la escala calibrada en el punto donde aparecen visibles las partículas.

La extensión de la pintura se hace con un alisador, la que es simplemente una hoja de acero de doble filo.

La equivalencia entre los micrones y la escala Hegman se da en la siguiente tabla:

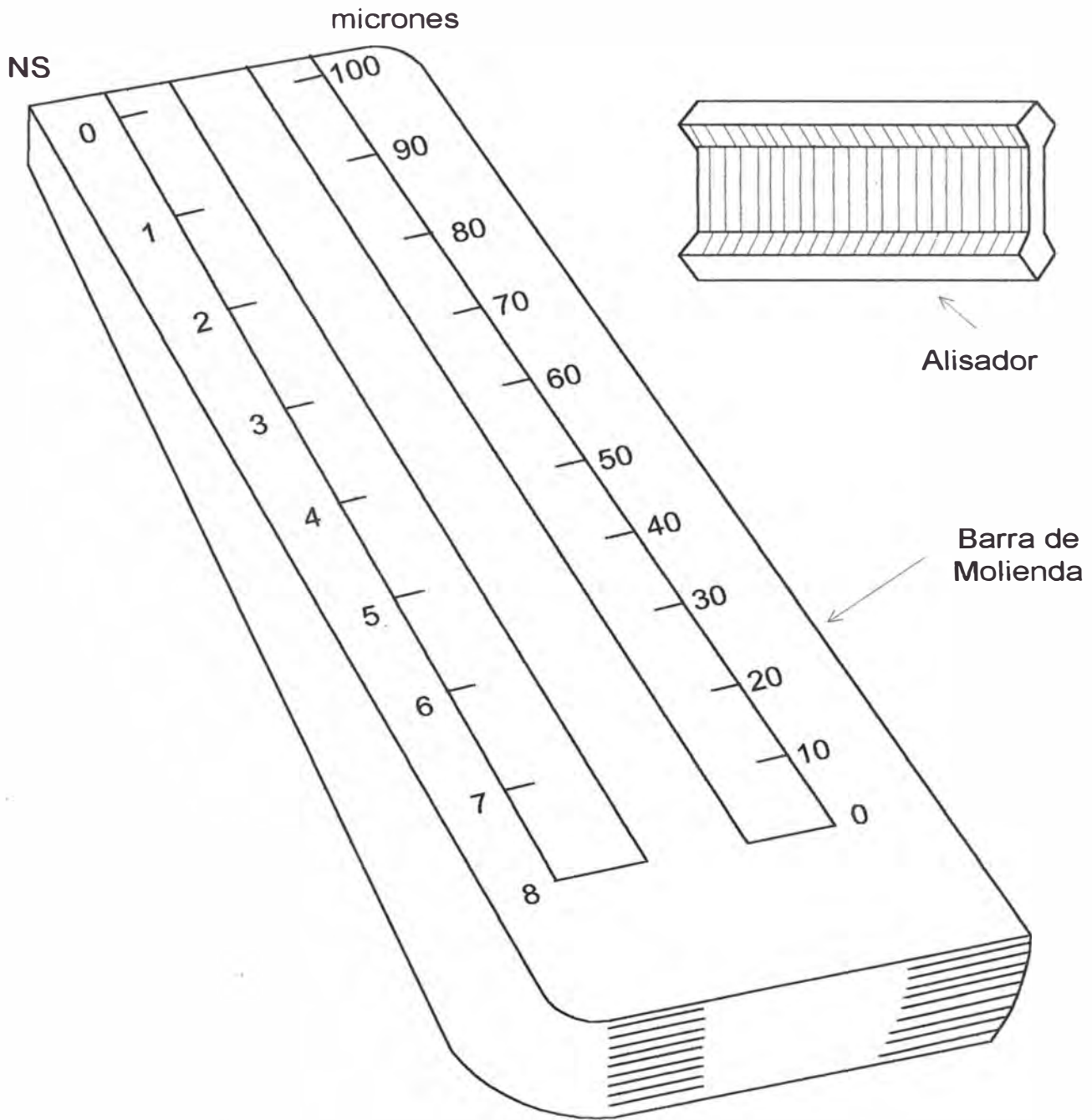
TABLA 08

Escala Hegman (NS)*	Escala Micrones (μ)
0	100
1	87.5
2	75
3	62
4	50
5	37.5
6	25
7	12.5
7 ½	6.25
8	0

* NS = North Standard

GRAFICO 08

REGLA HEGMAN



Cuando la lectura queda entre dos divisiones de la escala, se escoge el resultado de la escala correspondiente a la división siguiente más alta.

8.1.4 pH

Este también es un parámetro importante a controlar, un pH ácido indica una descomposición de la resina vinílica dando ácido acético. Lo recomendable es un pH alcalino entre 8 y 9.5, lo que da una buena estabilidad a la pintura, permite un mejor desarrollo del espesante celulósico y evita la proliferación de hongos y bacterias debido a que a este pH los preservantes desarrollan mejor su acción fungicida y bactericida. Esta prueba se puede realizar con cualquier pHmetro de buena precisión.

8.1.5 Porcentaje de Sólidos

Esta prueba también se le conoce como determinación de la materia no volátil. Estos son los residuos que quedan luego que la pintura es calentada bajo condiciones de ensayo establecidos.

El contenido de materia no volátil, no es una cantidad absoluta, sino que depende de la temperatura y el grado de calor usado en el ensayo. La temperatura y grado de calor que se recomienda es de $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 1//2 hora, que son las condiciones más aceptables para la mayoría de propósitos..

La prueba se realiza en una luna de reloj de aproximadamente 7.5 cm de diámetro, el procedimiento es el siguiente:

- * Se pesa la luna en una balanza analítica (m_1) con una precisión de 1 mg.
- * Se añade la muestra al plato y se vuelve a pesar todo junto (m_2)
- * Se pone el plato junto a la muestra en la estufa ajustada a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 1/2 hora.
- * Cumplido este periodo de tiempo, se transfiere este conjunto a un desecador, para evitar que capte la humedad del ambiente y distorsione el peso. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se pesa nuevamente (m_3)
- * Se calcula el porcentaje de sólidos con la siguiente fórmula:
- * $\% \text{ Volátiles} = (m_2 - m_1) - (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1) \times 100$
- * $\% \text{ Sólidos} = 1 - \% \text{ Volátiles}$

8.1.6 Estabilidad al Almacenamiento

Este análisis consiste en determinar la estabilidad al almacenamiento de una pintura, sometiéndola ya sea a una prueba acelerada con elevación de la temperatura o a una prueba normal con una duración aproximada de un año.

Para realizar la prueba acelerada se sigue el siguiente procedimiento:

- * Se llena con una muestra un recipiente de hojalata de 250 ml de capacidad, dejando aproximadamente 1 cm de luz
- * Se tapa herméticamente y se invierte momentáneamente
- * Se coloca el recipiente en posición vertical dentro de la estufa a 60°C por 24 horas
- * Se retira de la estufa, se enfría y luego se examina para determinar sus características

Esta prueba es importante por que nos permite determinar si alguno de los componentes que se usa en la formulación afecta la estabilidad de ésta al almacenamiento, es importante tener en cuenta que muchos clientes (ferreterías) y usuarios finales no venden o usan la pintura apenas la adquieren pudiendo estar almacenada hasta 1 año sin ser usada, de ahí la importancia de determinar si sus propiedades no han variado con el almacenaje.

Una buena pintura luego de un almacenamiento prolongado no debe presentar las siguientes características: aglutinación, formación de pieles, indicios de gas, gelamiento parcial o total, sedimentación, descomposición, formación de semillas, pérdida de la opacidad al secamiento, desviación del color, exudación de pigmentos, aumento o disminución de la viscosidad, pérdida de la finura de la molienda.

8.1.7 Estabilidad al Congelamiento

Se usa un envase similar a la prueba de estabilidad al almacenamiento, la cual se llena con las tres cuartas partes de su capacidad y luego es sellada. Luego es sometida a un mínimo de tres ciclos de 18 horas a ± 5 °C, y luego seis horas a temperaturas ambiente.

La muestra es examinada visualmente luego de cada ciclo para ver si se han producido coagulaciones, formación de semillas y cambios de viscosidad.

Una buena muestra debe tener ninguno de estos cambios y no más de un cambio del 10 por ciento en los valores de viscosidad.

Esta prueba es importante debido a que parte de los clientes radican en zonas donde las temperaturas son muy bajas, como ocurre en la sierra donde muchas veces las temperaturas llegan valores tan bajos como el que se usa para realizar la prueba.

8.2 Propiedades de la Película

8.2.1 Poder Cubriente y Desarrollo del Color

Esta prueba busca comparar visualmente la pintura que se está produciendo en planta o desarrollando en laboratorio con un patrón establecido (ver Gráfico 09).

El procedimiento consiste en extender sobre una cartulina, impresa con una franja negra de 25 ml de ancho, una pequeña cantidad de pintura simultáneamente con una muestra patrón. La aplicación se realiza con un rodillo de espesor determinado, éste puede ser de 50, 75, o 100 micrones, dependiendo del espesor de película que se desee. El poder cubriente se compara sobre la franja negra, observando si ha sido cubierta por la pintura que se está probando y la pintura patrón.

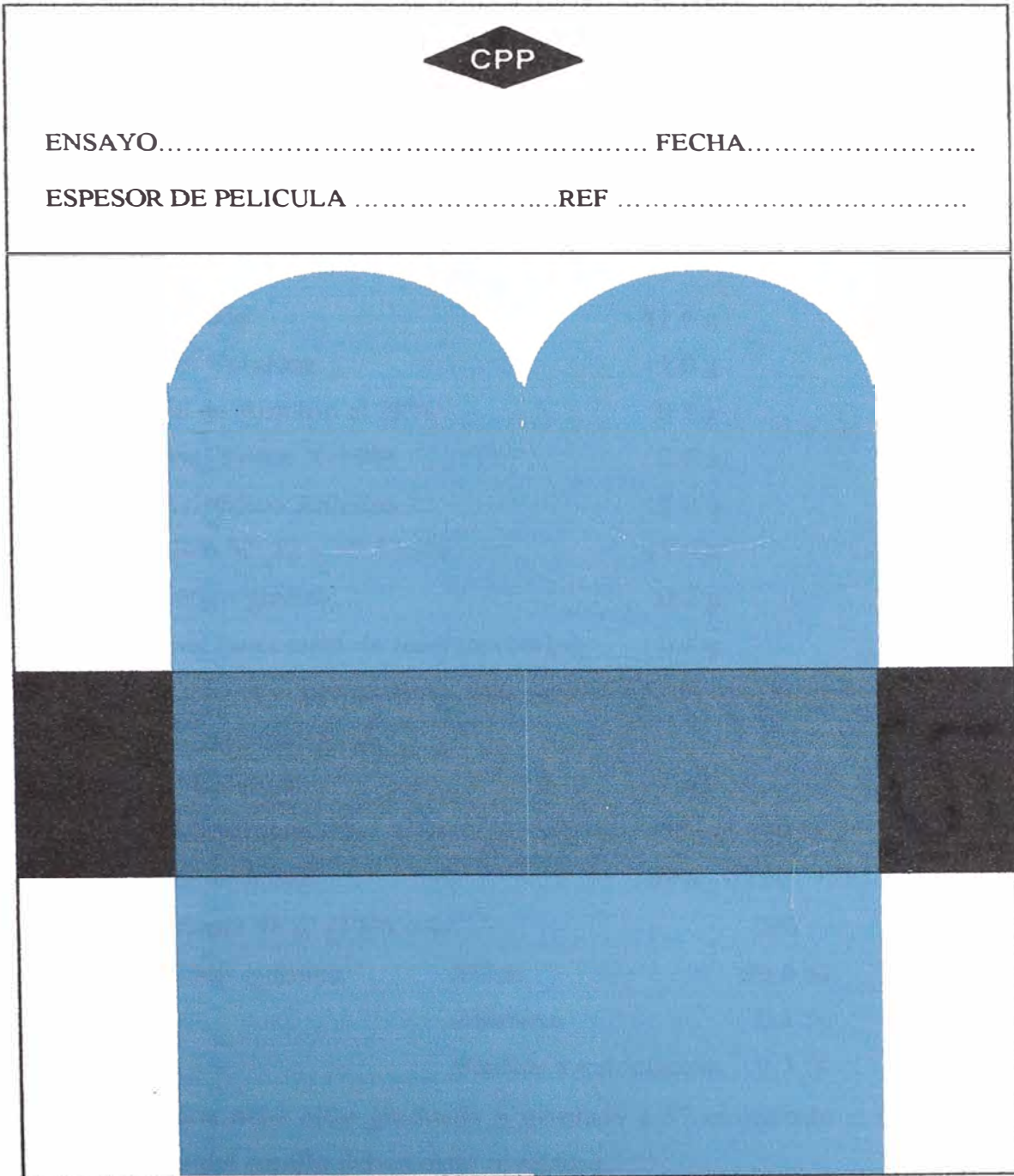
La observación del poder cubriente y la intensidad se efectúa con la luz perpendicular a la cartulina y con la vista a un ángulo de 45° con la cartulina.

El poder cubriente o grado de opacidad se compara sobre la franja negra, informándose si hay o no ocultamiento de la misma.

Es importante anotar que el poder cubriente de una pintura varía con el secado, ya que una película húmeda tiene una opacidad diferente que una película seca; esto se nota sobre todo en las películas de pinturas con un alto PVC, donde el poder cubriente de la película seca es mayor que de la película húmeda. La razón de esto es que existe una gran diferencia entre el índice de refracción de los pigmentos y cargas y el medio que lo rodea, en este caso el agua, ya que no existe suficiente vehículo (resina) para rodearlos. Si existiera suficiente resina, es decir un bajo PVC, la diferencia entre la opacidad de la película húmeda y seca sería menos notoria debido a la similaridad de índices de refracción entre el vehículo y los pigmentos y cargas.

GRAFICO 09

PODER CUBRIENTE Y DESARROLLO DEL COLOR



8.2.2 Resistencia a la Abrasión Húmeda

La prueba se basa en la aplicación de una muestra de pintura sobre una lámina de plástico negro, la que se seca durante 7 días y se somete a la acción frotante de un cepillo con cerda de nylon, al cual se le ha aplicado un medio abrasivo (ver Gráfico 10).

La máquina para la prueba de abrasión húmeda o también llamada de “lavabilidad”, consiste esencialmente de un motor eléctrico, montado en una plancha plana de metal y un mecanismo por medio del cual el motor imprime al cepillo un movimiento recíproco a lo largo de la lámina de prueba sujeta (ver Gráfico 11).

El medio abrasivo que se utiliza para esta prueba tiene la siguiente formulación:

Agua destilada	41.6 g
Hidroxietil Celulosa	1.0 g
Hidróxido de Amonio al 28%	0.1 g
Detergente (Triton X-100)	2.0 g
Fosfato Trisódico Anhidro	2.0 g
Sílice (sílice N° 22 o N° 1160)	15.0 g
Acido acético glacial	0.2 g
Preservante (succinato de fenil mercurio)	0.1 g

La sílice que es el componente más importante de esta fórmula debe tener las siguientes características:

Densidad Relativa	1.65
Densidad Aparente	453 gal/100 lb
Absorción de aceite	29% - 31%
Residuo tamiz 44 μ (325) máx	2%
Composición química	
	Sílice 99.0 %
	Alúmina 0.2 %
	Pérdida x calcinación 0.3 %

La máquina debe estar graduada y nivelada a 37 ciclos/min \pm 1.0 ciclo/min; las cerdas del cepillo deben estar niveladas.

GRAFICO 10

IMPLEMENTOS PARA LA PRUEBA DE ABRASION HUMEDA

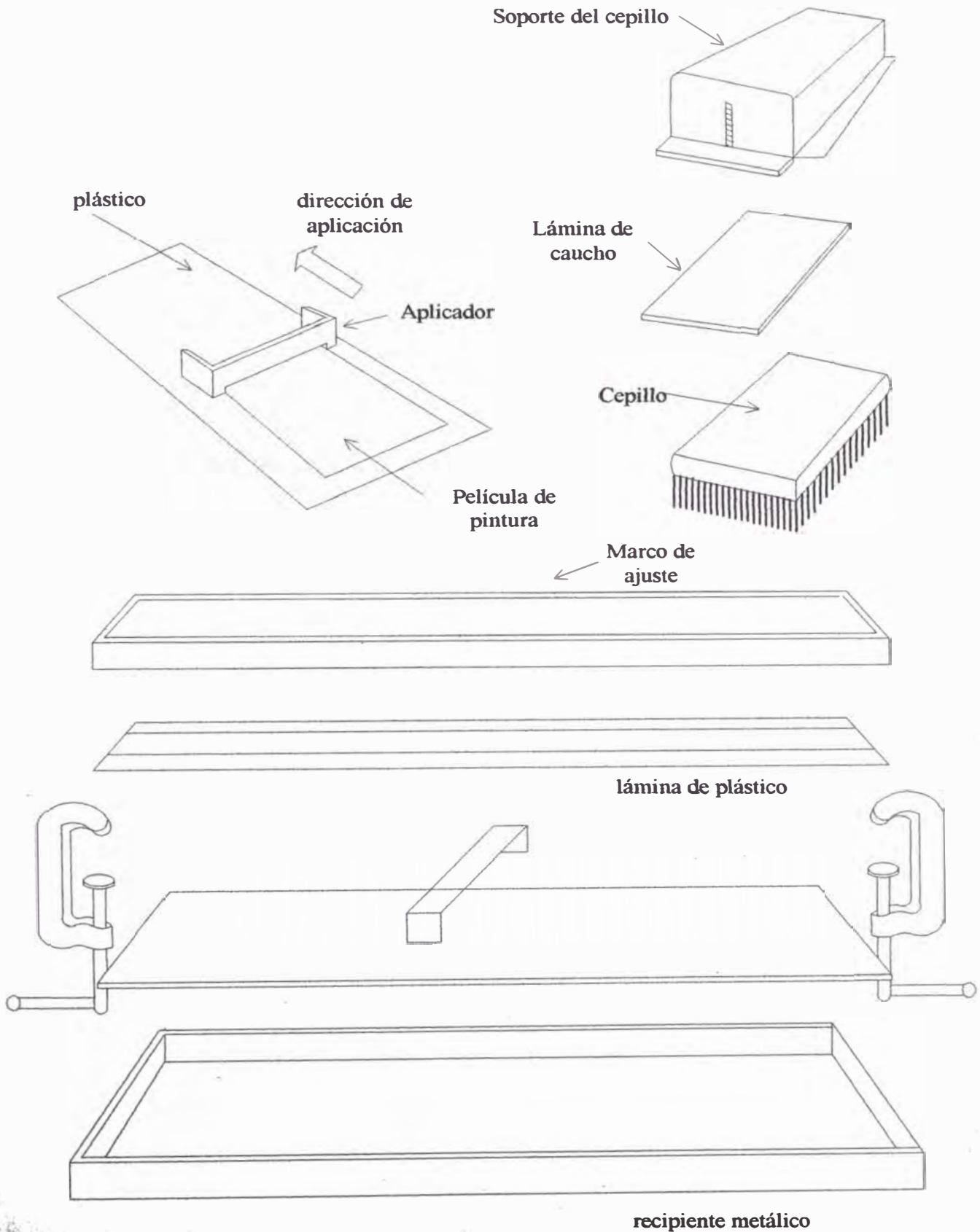
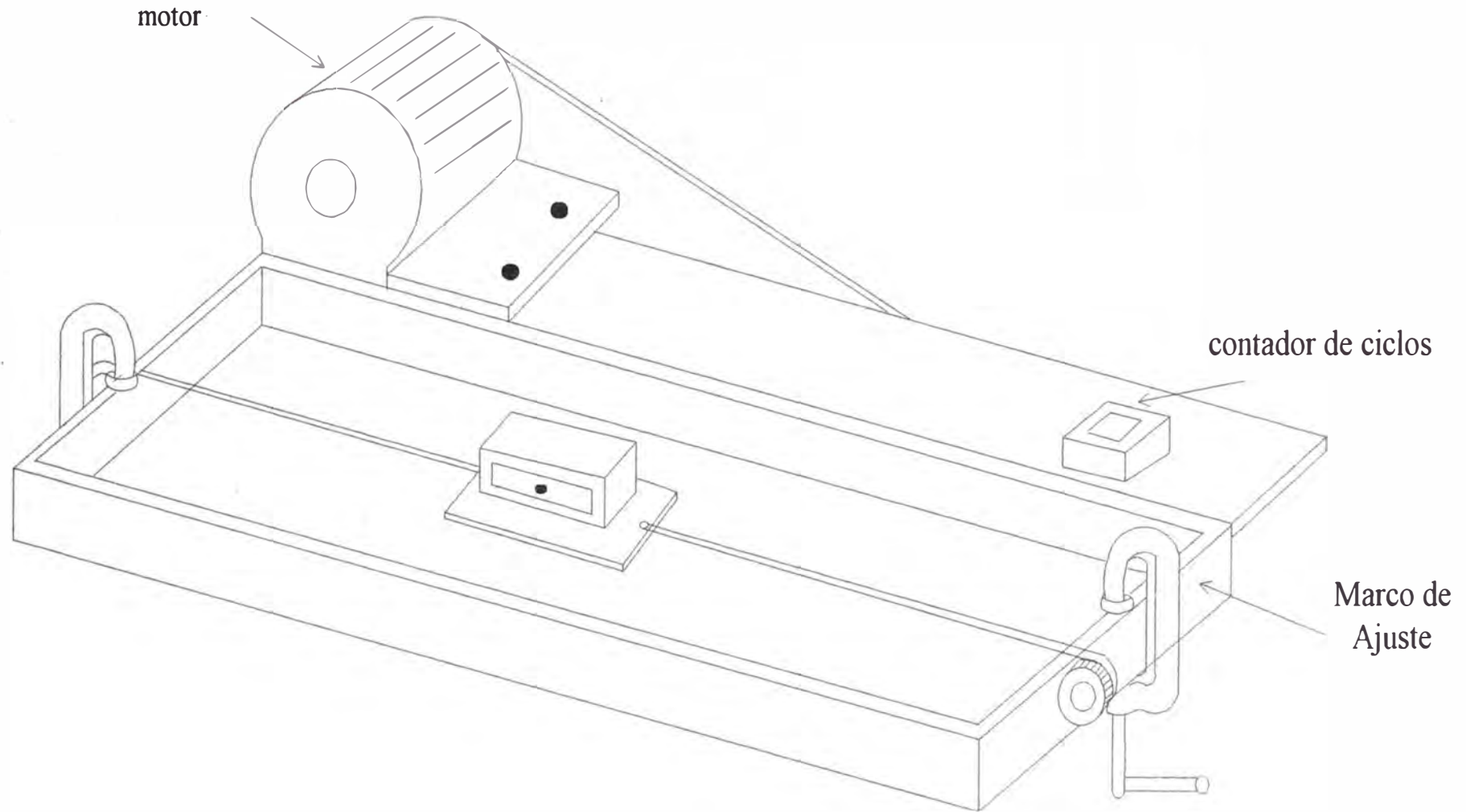


GRAFICO 11

MAQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASION HUMEDA



El número total de ciclos requeridos varía, dependiendo de los requisitos y calidad de la pintura. Se puede agregar una masa adicional de 454 g para acortar el procedimiento; la escobilla debe ser cambiada cuando las cerdas tengan un desgaste de hasta 16 mm.

Las condiciones de secado de las láminas debe ser de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $50 \pm 5^{\circ}$ de humedad relativa.

La cantidad de medio abrasivo a usar es de 10 gr y se agrega sobre las cerdas, además se adiciona 5 gr de agua a la trayectoria que va a recorrer la escobilla; esta operación se repite cada 400 ciclos si es que no hay fallas en la película de pintura.

La prueba se da por terminado cuando se forma una línea continua a lo ancho de la cuña.

8.2.3 Resistencia a la Intemperie

Esta prueba se relaciona con las características de la pintura y su resistencia a las condiciones ambientales, principalmente a la degradación del vehículo por efectos de la luz ultravioleta, la solidez de los pigmentos a la luz y el ataque por parte de hongos y bacterias.

Cuando se habla de la degradación de la película, esta se puede manifestar por la aparición de destizamiento, cuarteamiento o ampollamiento de la película.

Cuando nos referimos a solidez a la luz, este término no implica solamente una verdadera decoloración, es decir una destrucción del color, sino también los cambios de matiz, de intensidad, de pureza y de cualquier combinación de estas características del color.

La prueba se realiza en paneles especialmente preparados de material de fibrocemento generalmente o en otros sustratos como madera, o bloques de concreto o aluminio. Se aplica la pintura con brocha, rodillo o soplete, lo cual también dependerá del tipo de prueba; se deja secar en condiciones normales.

Los paneles preparados, tienen una prueba estándar de control que consiste en tapar una parte del panel (generalmente la mitad) y someterla a las condiciones ambientales colocándolos en racks especialmente diseñados y con una inclinación de 45° hacia el sur o hacia el norte, para acelerar los resultados.

Las pruebas de exposición representa un estudio a largo tiempo de las variables de la formulación que involucran cambio en la composición que se manifiestan en defectos. El tiempo mínimo de duración de una prueba de este tipo es de un año. Existen pruebas aceleradas en cámaras que simulan las condiciones ambientales, pero sus resultados muchas veces llevan a error ya que es muy difícil simular las condiciones ambientales.

8.3 Propiedades de Aplicación

8.3.1 Brochabilidad

Esta prueba determina que tan fácil de aplicar es una pintura, para lo cual se selecciona muestras de pintura y se agitan a mano previamente antes del pintado. Una brocha de 4 pulgadas, se sumerge en el envase y luego se escurre para remover el exceso de pintura. Se pueden usar varios tipos de substratos, con imprimantes o sin ellos. Generalmente se usa una superficie porosa y absorbente y un tipo de sellador. Esto acentúa cualquier defecto durante la aplicación y la uniformidad de la pintura.

Al aplicar la pintura, se debe usar una técnica estandarizada de aplicación, por ejemplo 2 pasadas de izquierda a derecha y luego una de arriba abajo.

La brochabilidad es calificada por observación directa, es subjetiva y no existe una técnica estándar de calificación.

8.3.2 Nivelación

La nivelación de una pintura aplicada, está determinada por las características de flujo de la pintura y está indicada por el grado en el la cual las marcas de brocha o rodillo no sean detectadas en la película seca. La nivelación usualmente es calificada por inspección visual, con iluminación en ángulo recto a la dirección de la aplicación. Debido a que la calificación es comparativa y no está basada en referencias absolutas o estándares, siempre se debe aplicar una pintura de control bajo condiciones idénticas.

Actualmente se usa una técnica desarrollada para las pinturas industriales pero que se ha adaptado bien a las pintura látex, esta consiste en la aplicación de la pintura con una cuña en forma de U, la cual tiene diez muescas que varían desde 10 hasta 160 mils de profundidad. La película de pintura se extiende con esta cuña sobre una leneta de plástico o sobre un vidrio, el cual una vez

aplicada se la pone en forma vertical. Se forman diez cordones de diferente espesor, el cordón en el cual la pintura comienza a chorrear, determina su calificación.

8.3.3 Facilidad de Limpieza

Esta prueba es realizada en paneles similares a las usadas en la pruebas de lavabilidad. Las manchas comúnmente usadas son crayola negra, tinta, lápiz , jugo de naranja, lápiz de labio o papel carbón. Las manchas son aplicadas en cordones a siguiendo el mismo camino que la aplicación de la pintura y se dejan secar por 30 minutos.

Se somete el panel a la máquina de pruebas de abrasión húmeda, salvo que en este caso se usa un jabón líquido en vez del medio abrasivo. Cada 50 ciclos se agrega nuevamente la solución jabonosa. La calificación viene dada por el número de ciclos a la cual fue removida la mancha.

8.3.4 Rendimiento

El rendimiento es una de las pruebas básicas de una pintura. Esta prueba se realiza generalmente sobre superficies porosas, como las que comúnmente se encuentran en la industria de la construcción. Previamente se aplica un imprimante y se aplica la pintura, previamente pesada sobre un metro cuadrado de superficie. El rendimiento se calcula determinando el peso de la cantidad de pintura gastada para una mano y para dos manos de pintura y con el dato del peso por galón se calcula el volumen utilizado para un metro de superficie. Este valor se extrapola para un galón de pintura, lo cual nos da el rendimiento.

Hay que hacer hincapié que este método da solamente un valor aproximado del rendimiento de la pintura, ya que mucho dependerá del tipo de superficie, del color de la base, del método de aplicación y de la cantidad de agua que se uso para diluirla antes de su aplicación.

CAPITULO IX

APLICACIÓN DE LA PINTURA

9.1 Métodos de Aplicación

Existen básicamente tres métodos de aplicación, dependiendo de la superficie a pintar, la experiencia del pintor y el análisis de costos realizado. Estos son la aplicación por brocha, por rodillo y mediante pistola pulverizadora.

9.1.1 Pintado con brocha

Aunque el brochado de pinturas aparentemente no necesita ninguna explicación, hay una diferencia entre el trabajo de un pintor experimentado al de un amateur. En general se considera una buena práctica aplicar la primera mano de cualquier sistema de recubrimiento con brocha a fin de obtener el más íntimo contacto de la primera mano con la superficie. El brochado introduce el imprimante en los huecos y poros y también atrapa el polvo dentro del cuerpo de la pintura. La aplicación con brocha se prefiere para aplicar la pintura en pequeñas áreas y bordes, para la mayoría de trabajos en interiores, y para toda aplicación de pintura donde la ventaja del atomizado se pierde por la necesidad de cubrir superficies que no han sido pintadas anteriormente.

Equipo: las brochas más comunes son hechas de cerdas de nylon, tienen bajo costo, larga duración y alta resistencia. Esto es más notorio cuando se pinta superficies abrasivas. Las cerdas de nylon han sido desarrolladas a tal punto que pueden ser usadas para todo tipo de pinturas. El tamaño y la forma de la brocha dependen de la preferencia personal del pintor. Las brochas planas son preferidas para el trabajo común sobre superficies planas y son de lejos las brochas más empleadas. Las cerdas son a veces moldeadas para aplicaciones específicas, como por ejemplo, las brochas circulares para superficies rugosas y bordes.

El tamaño de la brocha debe, por supuesto, ser adaptada al trabajo que se está realizando. Una brocha de 4 pulgadas es considerada un ancho adecuado para un pintado efectivo.

Para que una brocha sirva durante toda su vida útil, es esencial que sea adecuadamente limpiada adecuadamente al final del día de trabajo. Las brochas usadas en pinturas al agua deben ser completamente lavadas con agua y detergente inmediatamente después de su uso y permitidas que sequen.

Técnica de aplicación: la brocha no debe ser sumergida por completo en la pintura, si se hace esto se sobrecarga la brocha con pintura y moja el mango con pintura. La brocha debe ser escurrida en un canto del envase a fin de distribuir la pintura entre las cerdas. Un buen pintor usa un lado del envase para hacer esto y deja el otro limpio. El mango de su brocha cuando descansa en el envase se apoya sobre este lado limpio.

La pintura debe ser aplicada de una manera uniforme a una tasa de aplicación específica. No debe intentarse cubrir un área demasiado grande. Se debe trabajar en bandas de aproximadamente 30 cm de ancho y se debe cubrir todo el área para evitar el retoque. Es aconsejable aplicar capas sucesivas mediante un brochado cruzado lo cual minimiza las marcas de brocha.

Hay que mantener la brocha en un ángulo de aproximadamente 60° con la superficie de pintado. Cuando se usa una brocha circular para aplicar la pintura en las esquinas, el inicio del pintado debe ser en forma de pequeños círculos que cubran completamente el área.

En el pintado sobre madera la aplicación debe ser hecha en la dirección de la veta de la madera. Se evitará la formación de capas gruesas en los bordes cuando el pintado sea hecho hacia los bordes en vez que a partir de ellos.

El chorreado y la formación de gotas pueden ser evitados aplicando no más pintura que la que puede soportar la superficie y aplicando la pintura uniformemente. Cuando ocurran chorreos y goteos deben ser brochados rápidamente. Tales defectos no sólo lucen mal sino que pueden dar lugar a otros problemas tales como un secado inadecuado, rajaduras y porosidad.

La tasa de aplicación por brocha varía notoriamente con el tamaño, la tasa de pintado de 20 m²/hr es considerada adecuada.

9.1.2 Pintado con rodillo

El pintado con rodillo se está volviendo cada vez más popular para el pintado de interiores, particularmente en pinturas látex.

Los rodillos son recomendados para la aplicación de pintura a superficies planas interiores, tales como muros y techos, especialmente cuando las superficies tienen una textura no lisa como los ladrillos, y tejados acústicos. Lo que es más, los rodillos se han adaptado particularmente bien para superficies donde hay espacios vacíos, tales como las rejas y mallas donde se usan rodillos de gran tamaño.

El pintado con rodillos también es usado para crear efectos decorativos a través de la elección de una amplia selección de rodillo con impresiones que dan efectos especiales.

Equipo: hay muchos tipos de rodillos en el mercado diseñados para cubrir los requerimientos individuales.

El rodillo manual consiste esencialmente de un mango simple en una armadura metálica y un rodillo reversible. Los de mejor calidad están provistos de rodajes. El rodillo es usado con una fuente corrugada de aluminio o acero esmaltado que tiene una pendiente que retiene la pintura. Después de sumergir el rodillo en la pintura, el rodillo es rodado sobre la pendiente corrugada varias veces para remover el exceso de pintura y para distribuir uniformemente la pintura en la superficie del rodillo.

La cubierta de los rodillos son hechas de lana de carnero o fibra sintética. El material de la cubierta y la altura de la lana gobierna la textura del acabado.

Lana de carnero de 3/8" de largo son usadas en superficies lisas o semilisas. La lana de carnero de 1" de largo se usa en superficies de estuco y para pinturas de cercos. El rodillo normal tiene de 7 a 9" de largo.

Técnicas de aplicación: el rodillo es sumergido en la pintura y luego rodado en la pendiente corrugada para escurrir el exceso de pintura. El operador debe aprender a conseguir la cantidad correcta de pintura en el rodillo y aplicarle una capa de espesor uniforme, regulando la presión del rodillo mientras cubre la superficie.

Para obtener un cubrimiento completo, especialmente en superficies rugosas, el rodillo debe dirigirse en varias direcciones hacia delante y hacia atrás. Al final los desplazamientos deben ser hechos sistemáticamente en una dirección.

Debido a que el rodillo no se puede aplicar correctamente en una obstrucción o en una esquina interior, la superficie deberá ser “bandeada”, es decir la pintura deberá ser aplicada con brocha a lo largo de todos los bordes y esquinas interiores, antes que el rodillo recubra las superficies planas.

9.1.3 Pintado con pistola

El pintado con pistola está relacionado con que la pintura debe ser primero “atomizada” o rota en pequeñas gotas antes de ser aplicadas a la superficie a ser cubierta.

El sistema más común de atomización es mediante la intersección de chorros de aire a presión. Este sistema es llamado el sistema de atomización “convencional” o de “atomización por aire”.

La atomización por aire produce el acabado de mayor calidad debido al grado más fino de atomización que se obtiene.

Sin embargo produce la mayor cantidad de niebla de pintura. El aire usado para atomizar la pintura rebota en la superficie llevando una considerable cantidad de las partículas de pintura con él. Las partículas secas provenientes de esta neblina caen nuevamente en la superficie dando como resultado una apariencia arenosa o polvorienta.

Equipo:

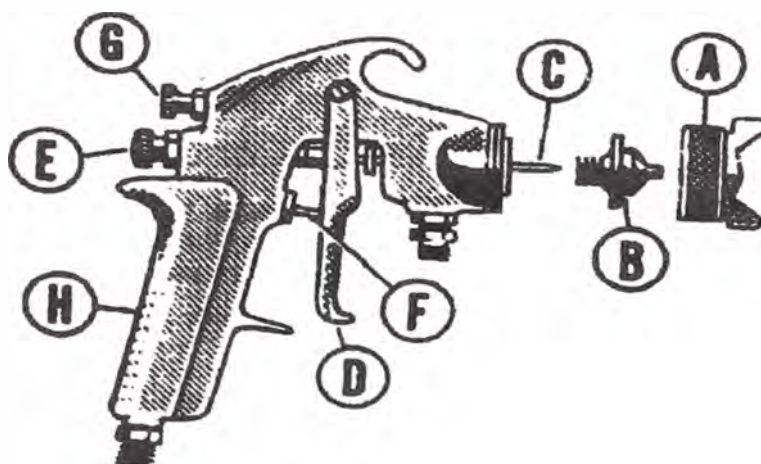
El equipo básico es una pistola pulverizadora que se vale del aire comprimido para atomizar pintura u otro material semejante en la forma de un chorro de fácil aplicación a la superficie por cubrirse. El aire y el material entran en la pistola por conductos separados y se mezclan aquí perfectamente saliendo en seguida por el casquillo de aire en una forma o patrón determinado (ver Gráfico 12).

Las pistolas pulverizadoras son de tipo de recipiente separado o de tipo recipiente unido. Estos dos tipos pueden subdividirse en pistolas con escape de aire o sin escape de aire, de mezcla exterior o de mezcla interior, de alimentación a presión, por gravedad o a succión.

La pistola usada para la aplicación de las pinturas látex es del tipo de mezcla exterior. Esta pistola se caracteriza por que mezcla y atomiza el aire y el material afuera del casquillo de aire o boquilla.

GRAFICO 12

PISTOLA DE PINTADO



A. Casquillo de aire

B. Pico de fluido

C. Aguja de fluido

D. Gatillo

E. Tomillo regulador de fluido

F. Válvula de aire

G. Válvula graduadora de rociado

H. Cuerpo de la pistola

Con la boquilla de mezcla externa el chorro de aire atomiza la corriente de pintura y forma y dirige el flujo de partículas de pintura en la forma deseada de atomización. La forma del patrón de pintado es determinado por el diseño de la boquilla de aire, el método de alimentación de la pistola de pintado, y la naturaleza y la naturaleza cohesiva de la pintura que será atomizada.

El ancho del patrón de pintado y su longitud puede ser ajustada controlando el aire que sale por los orificios, girando la perilla hasta alcanzar el patrón deseado. Para una máxima eficiencia de atomización el volumen del fluido deberá ser controlado ajustando la presión de fluido o cambiando el tamaño del orificio de la boquilla, y no intentando controlar el flujo mediante la válvula de aguja del fluido.

Los orificios recomendados para pinturas látex deberán tener una dimensión de 0.086” – 0.110”.

La pintura puede ser bombeada a la pistola o alimentada a la boquilla mediante un sifón o bajo presión positiva usando contenedores de pintura que varían desde pocas onzas hasta 60 galones o más. Generalmente se emplean tanques de presión de 5 a 10 gal. de capacidad cuando se va a pintar grandes áreas y copas de alimentación por sifón o por gravedad cuando se va a realizar retoques. Los compresores deberán tener una capacidad de 15 pie³/m (de aire libre) por cada pistola empleada. Se deberá usar un regulador de pare para controlar la presión de aire, con filtro para retener los aceites u otras impurezas del aire.

Técnica a aplicar: se deben seguir las siguientes indicaciones para obtener un pintado uniforme y de calidad:

- * Mantenga la pistola perpendicular a la superficie y siempre a la misma distancia
- * Siempre mueva la pistola a lo largo de la superficie a la misma velocidad
- * Cada pasada de la pistola debe ser hecha sobre el 50% de la pasada previamente realizada
- * La distancia de la pistola a la superficie deberá estar entre 20 y 30 cm y se debe mantener un ángulo de 90 grados con la superficie

- * Cuando se produce la reversa o punto muerto en la aplicación de una película, deberá dejarse libre el gatillo: el sostenerlo en un punto extremo, traerá como consecuencia el chorreado debido a la excesiva cantidad de pintura aplicada.

9.2 Defectos comunes encontrados durante la aplicación

9.2.1 Destizamiento

El destizamiento es la formación de una capa de pigmento sobre la superficie de la pintura expuesta al medio ambiente. Este fenómeno es una consecuencia de un alto PVC, es decir la cantidad de resina usada no es suficiente para cubrir todo el pigmento agregado a la formulación, esto aunado a la destrucción del vehículo por los rayos ultravioleta causa que el pigmento quede sin ligante, quedando libre y expuesto a la intemperie. El destizamiento en las pinturas blancas sirve como una autolimpieza, pero en las pinturas de color las mancha. Otro problema que trae el destizamiento es en el repintado, en el que si no se tiene el debido cuidado y no se aplica un imprimante sobre esta superficie polvorienta, puede producir en el futuro desprendimiento de la película.

9.2.2 Descascaramiento

Las pintura látex tienen un excelente comportamiento en general sobre la mampostería. Cuando se aplican sobre superficies bastante limpias se adhieren bien, ya que el substrato tiene buena estabilidad dimensional a las variaciones de temperatura y contenido de humedad y es generalmente sobre pintura vieja que está descascarillada. Antes de volver a pintar se requiere una limpieza concienzuda para producir un trabajo satisfactorio. La pintura látex aplicada sobre pintura vieja que tiene capas gruesas y polvo, no tiene buena adherencia, debido a que no tiene buena adherencia para mojar el material desprendido. Esto es causante de que la pintura se descascare con el tiempo; es por eso que se recomienda siempre lijar la pared, quitar el polvo y aplicar un imprimante, esto crea una superficie apropiada para la aplicación posterior de la pintura látex.

Las pinturas exteriores de látex no se deben aplicar directamente a madera sin pintar, ya que puede resultar una escasa adherencia. Se debe aplicar

previamente un imprimante, que puede ser un imprimante usado comunmente para paredes de cemento o en el mejor de los casos un tapa poros a base de nitrocelulosa.

9.2.3 Eflorescencia

La eflorescencia es la aparición de un depósito cristalino blanco en la superficie pintada después de haber pasado algún tiempo de su aplicación. En el caso de las pinturas látex se lleva a cabo por la migración de las sales de la pared de mampostería hacia la parte superior de las películas de látex, y algunas veces por la migración y cristalización de algunas sales de sodio contenidas en la misma pintura látex.

El tarrajeo de las paredes se hace generalmente con cemento. El cemento Portland es una mezcla de silicatos y aluminatos di y tricalcicos anhidros con un poco de cal libre finamente molidos. Las sales de sodio y potasio también están presentes en pequeñas cantidades.

Cuando se mezcla íntimamente con arena, grava y agua, la pasta de cemento formada fragua por hidratación hasta que el cemento endurece. El fraguado del aluminato tricalcico tiene lugar en pocas horas y es el responsable del fraguado inicial del cemento. El endurecimiento final se debe a la hidratación del resto de silicatos y aluminatos. Las sales de potasio y sodio pueden hidrolizar a hidróxido que también ayuda a que el cemento se vuelva fuertemente alcalino. la hidratación es rápida al principio, pero las últimas etapas pueden tardar años en completarse.

Muchas veces la eflorescencia es causada por el paso de agua desde el lado posterior de la pared que se está pintando o por rotura o exudado del agua de las tuberías que pasan a través de la pared. El agua disuelve las sales solubles; cuando las condiciones son favorables para la evaporación, esta las lleva a la superficie para formar un depósito blanquecino poco atractivo. Las sales de eflorescencia que normalmente se encuentran son los sulfatos y cloruro de sodio, de potasio de magnesio y de calcio.

La mampostería seca y antigua raramente presenta problemas para pintarla. El álcali libre es eliminado o neutralizado por el bióxido de carbono del aire, al menos cerca de la superficie, donde podría atacar los vehículos de la pintura.

Las sales solubles de la pintura pueden ser eliminadas y causan poco daño mientras la superficie permanece seca.

Como recomendación general, se debe dejar secar por lo menos un mes (dependiendo de las condiciones ambientales) una pared recién tarrajada, esto permite al cemento un fraguado más completo y evita estos problemas causado por las sales solubles. Además toda pared debe ser previamente imprimada de tal manera que selle las porosidades generadas durante el fraguado, de tal forma que evite un fácil paso de las sales a través de la película de pintura.

Cuando la eflorescencia ha causado el parcial descascaramiento de un pintado ya existente, deberá eliminarse todo el material suelto mediante un rascado y un cepillado en seco.

Se han recomendado varias soluciones para reducir el persistente crecimiento de la eflorescencia, por ejemplo, los ácidos diluidos, el vinagre, etc. pero ninguna ha proporcionado resultado concluyentes sobre los fuertes crecimientos. Se afirma que el empleo de soluciones de calcio tal como el cloruro o bromuro de calcio al 1% - 2% desactivan la eflorescencia ya que transforman el sulfato sódico en sulfato cálcico y se produce el resultante cloruro o bromuro sódico. Se asegura que el cloruro y el bromuro cálcico no provocan eflorescencia, incluso a concentraciones muy elevadas.

9.2.4 Formación de hongos

La formación de hongos en la película de una pintura da apariencia desagradable y es destructiva. El tipo particular de hongo varia con las condiciones ambientales, pero la mayoría de las veces, la presencia de uno o más en cualquier ambiente no puede ser evitada. Ya que los componentes de la película de pintura, particularmente los vehículos y espesantes celulósicos, ofrecen una fuente de alimentación, las esporas que son arrastradas a la superficie de la película por el aire, encuentra un lugar fértil para su crecimiento. Los factores que afectan el crecimiento son los componentes de la película, el substrato sobre el cual la película es aplicada y las condiciones de humedad y temperatura.

Diferentes organismos crecen en diferentes ambientes. El encontrado más comunmente en pinturas exteriores es la *pullularia pullulans*, capaz de crecer a temperaturas tan bajas como 4°C y 30% de humedad. Las condiciones tropicales y subtropicales favorecen el crecimiento de las especies *pullularia*, la *aspergillus*, y la *penicillium*, para nombrar algunos.

El efecto del substrato es importante en la resistencia a los hongos. Los substratos alcalinos, tales como el cemento o el asbesto, dan una mejor resistencia ya que los hongos no son favorecidos por un ambiente alcalino y la naturaleza del substrato parece reflejarse a través de la superficie de la película.

Ninguna superficie es inmune al crecimiento de hongos, ya que una microscópica película de suciedad y humedad puede proporcionar un nutriente adecuado.

Identificación del hongo: uno de los problemas encontrados por un formulador de pinturas es la identificación de si hay o no hongos en la pintura. Varias técnicas hay disponibles, algunas de las cuales son complicadas, requieren ensayos biológicos. Los dos más utilizados son la magnificación óptica y el uso de un agente de blanqueado.

Una solución de hipoclorito de sodio, destruirá el hongo y limpiará su color. Esto permite una diferenciación entre el hongo y la suciedad, ya que el hipoclorito no afecta el color de las partículas de polvo inorgánico. Una magnificación óptica tan baja como diez es usualmente suficiente para distinguir entre suciedad, hongo o una mancha de naturaleza química.

La presencia de hongos en las paredes se manifiesta a través de manchas, las cuales en algunos casos pueden tomar diversos colores que van desde el azul hasta el rosado, sobre todo en el pintado sobre superficies de madera.

Cuando se repinta una pared que tiene hongos y esta no ha sido tratada, se producen cuarteamientos y con la fuerza del crecimiento del hongo se producen descascaramientos.

Una solución a los problemas de hongos usada con relativo éxito es una solución de lavado compuesta por 3 onzas de fosfato trisódico, una onza de detergente y un cuarto de solución de hipoclorito de sodio al 5%, diluido en

un galón de agua. Esta solución deberá ser usada sin ser diluida. Es preferible que se restregue la superficie con una brocha mediana de cerdas blandas. El área deberá ser enjuagada completamente con agua fresca y se le debe permitir que seque. La pared deberá ser pintada o repintada tan pronto como sea posible con una pintura resistente a los hongos. En este caso se sugiere aumentar la cantidad de compuesto fungicida al doble de la dosis normal.

9.2.5 Formación de cráteres

Es una falla de la película de pintura, consiste en la formación de pequeños agujeros que dejan visible el substrato o la película de pintura interior. Son también conocidos como “ojos de pescado”. La causa principal de su formación es la contaminación por silicona proveniente de lubricantes, grasas, ceras o pulidores en la superficie que va a ser pintada.

La forma de corregir este defecto es limpiando la superficie con algún agente limpiador de grasa como solvente o un detergente. A la pintura se le deberá regular la cantidad de surfactantes y tener especial cuidado con la viscosidad de aplicación.

CAPITULO X

DESARROLLO DE LAS ETAPAS DE TRABAJO

En este capítulo se tratará fundamentalmente de las prácticas operacionales llevadas a cabo en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo, se mencionarán los fundamentos de la formulación, las pruebas que involucran tanto en el laboratorio como en el campo y su escalamiento a planta como conclusión del inicio de un proyecto de formular una nueva pintura o mejorar una ya existente.

10.1 Objetivo

El objetivo final del trabajo de un formulador es el desarrollar un producto que esté acorde con los requerimientos del mercado (calidad y precio) y con las condiciones tecnológicas con que cuenta la empresa (maquinarias, equipos e instalaciones).

Para llevar a cabo este objetivo, el trabajo de laboratorio sigue un proceso, el cual si bien es cierto no es rígido, tiene una serie de pautas comunes, independiente del tipo de desarrollo que se haga.

10.2 Desarrollo de Productos

Un programa de desarrollo como cualquier otro programa de investigación tiene que seguir una secuencia lógica y científica, esta la podemos enunciar de la siguiente manera:

a. *Definición del problema*, pueden considerarse varios casos:

Desarrollo para bajar costos de una pintura, mediante el cambio de materias primas por otras de menos precio pero sin variar la calidad o mejorar la productividad en planta mediante una mejora en el proceso de fabricación.

Desarrollo para mejorar la calidad, mediante el cambio de materias primas y/o proceso de fabricación.

Desarrollo para obtener productos con características similares a los de la competencia, esto incluye una evaluación en todas sus propiedades físicas de los productos similares que existen en el mercado

Desarrollo de nuevos productos que reúnan ciertas características que no figuran en las producciones normales de la empresa

Investigación de fallos en la producción, almacenaje y aplicación

- b. *Recopilación de información*, esto es básico en cualquier proceso de desarrollo, esto involucra estudios bibliográficos que incluye patentes, boletines técnicos publicados por los fabricantes de materias primas e información propia de la empresa de trabajos de desarrollo anteriores. Esta recopilación de información también incluye la que nos pueda dar el usuario final en cuanto a las propiedades que desee sobre una pintura en particular.
- c. *Realización del Trabajo en el Laboratorio*, se puede dividir en varias etapas:

El primer paso es hacer un listado de materias primas disponibles, las cuales por sus características puedan ofrecer las mejores posibilidades de terminar con éxito el trabajo de formulación. En esta parte es muy importante el trabajo coordinado con el Dpto. de Ingeniería Industrial de la planta, ya que ellos cuentan con información sobre los stocks y proveedores de las diferentes materias primas.

El segundo paso es el planteamiento de una serie de fórmulas experimentales para evaluarlas. Las variaciones de las formulaciones deben ser bastante parecidas unas a otras para cubrir adecuadamente todas las posibilidades, pero no tan parecidas que nos obligue hacer un trabajo innecesario.

El tercer paso es elaborar las formulaciones en el laboratorio, se debe trabajar con mucho cuidado y debe observarse cualquier variación o efecto que se produzca al mezclar los ingredientes. En este punto interviene mucho la experiencia que tenga el formulador para percatarse de alguna incompatibilidad o señal de ella.

Cada formulación deberá ser evaluada en sus propiedades físicas, las propiedades de la película y sus propiedades de aplicación, tal como se explicó en el Capítulo VIII.

Cada fórmula deberá ser costeadada, de tal forma que se llegue a un equilibrio entre costo y calidad. En CPP este costeo preliminar lo hace el formulador en base a los datos de costos de las materias primas dadas por

el Dpto. de Contabilidad, específicamente el área de Costos. El costeo final de la fórmula aprobada lo hace el área de Costos, y pasa a la base de datos de la Empresa.

- Una vez llegada a una fórmula óptima en el laboratorio se procede a su escalamiento a nivel de planta, es por este motivo que durante el trabajo en laboratorio se trabaje con equipos similares a los usados en planta pero a escala piloto. Es por este motivo que era práctica común en CPP que el formulador estuviera presente durante la fabricación de los primeros lotes de pintura con la nueva fórmula, para afinar cualquier detalle que no se presentó cuando se hicieron las pruebas a menor escala.
- Todas las formulaciones alternativas se llevan en un registro y son archivadas con los resultados hallados durante su evaluación. Las muestras son codificadas y almacenadas para sus pruebas de estabilidad.
- Todos los registros escritos son hechos en formatos especiales, diseñados para cada proceso en los anexos de este informe se muestra un ejemplo del formato usado para pruebas de desarrollo.

10.3 Aportes realizados por el autor en la Formulación de Pinturas Látex

La formulación constituye una de las fortalezas de cualquier empresa de pinturas, es por este motivo que generalmente este trabajo es de naturaleza confidencial. Es práctica común en las empresas de pinturas emitir las fórmulas solamente en base a códigos y cantidades de materias primas, no especificando el nombre del producto, uno de los motivos es evitar que personas ajenas a la empresa conozcan la composición exacta de las fórmulas de las pinturas.

Es por este motivo que los aportes que se mencionarán aquí sólo serán de naturaleza descriptiva, ya que de otra manera estaría violando la confianza depositada por la empresa en mi persona.

El trabajo en el laboratorio de Investigación y Desarrollo es constante y cada prueba de evaluación de una formulación es de larga duración, ya que como se mencionó en anteriores capítulos algunas pruebas como las de estabilidad pueden demorar hasta años. Es por este motivo que generalmente se opta por realizar desarrollos simultáneos de varias formulaciones, lo que involucra una buena planificación del trabajo.

De los innumerables trabajos realizados en el laboratorio de Investigación y Desarrollo, pasaré a enumerar algunos de los cuales considero tuvieron mayor repercusión del punto de vista económico y de innovación:

- * Desarrollo de pastas dispersadas usadas para dar el color a las pinturas látex: como se mencionó en el Capítulo VI, los pigmentos orgánicos que se usan en la fabricación de pinturas látex se adquieren en forma de pastas dispersadas, debido a que no se pueden agregar directamente, por la dificultad de dispersión que presentan que les impide llegar a la fineza especificada para las pinturas látex (4 NS) usando el equipo Cowles. Es por este motivo que se realizó el desarrollo de nuestras propias pastas dispersadas, esta formulación estuvo basada en el uso de agentes humectantes y dispersantes, con un HLB acorde al tipo de pigmento. Para la realización de estas pruebas y su posterior fabricación en planta se usó un molino tricilíndrico, equipo diseñado especialmente para realizar operaciones de molienda que requieran obtener una fineza por encima de 4 NS. El resultado de este desarrollo fue la obtención de nuestras propias pastas dispersadas, con un ahorro apreciable debido a que su costo era la mitad del que se compraba de proveedores externos.
- * Determinación de la cantidad óptima de coalescentes en la formulación de la pintura látex, como consecuencia de esto se aumentó la resistencia a la abrasión húmeda en un 30%.
- * Pruebas de resistencia a los hongos usando diferentes preservantes debido a la baja de viscosidad de pinturas látex durante el almacenamiento. La solución incluyó el cambio de preservante, la determinación en planta de la fuente de contaminación, elaboración de un plan de limpieza y desinfección de equipos, especificación precisa del momento de adición del preservante, contacto con laboratorios especializados en análisis microbiológico para cuantificar la eficacia del preservante y un monitoreo constante para detectar cualquier signo o señal de deterioro de la pintura durante el almacenamiento.
- * Elaboración de nuevos patrones de colores para que sean usadas por el área de matizado y el laboratorio de control de calidad.

- * Reducción el tiempo de dispersión en la fabricación de las pinturas látex, cambiando la forma y el orden de adición de los componentes de la pintura. Esto se logró trabajando sobre la composición de la base de dispersión, llegando a una viscosidad óptima que permitía reducir el tiempo de dispersión, es decir llegar a molienda 4NS, en la mitad del tiempo, de lo que se hacía en ese momento.
- * Introducción en la formulación de nuevos pigmentos extendedores que aumentaron el poder cubriente y rendimiento de la pintura hasta en un 25%.
- * Desarrollo y mejora de imprimante para pared (temple), que servía como base para las pinturas látex, éste imprimante estaba formulado a base de harina de trigo y almidón de maíz, siendo uno de los productos de más venta de CPP, su ritmo de producción era de aproximadamente 4 ton. diarias.
- * Desarrollo de una pasta para muros que permitía un alisamiento de la superficie de la pared, tapando los poros y pequeñas rajaduras, dando una base de mayor calidad para la posterior aplicación de la pintura látex, aumentado de esta manera su rendimiento.
- * Estandarización de las pruebas de laboratorio, tanto de control de calidad como de desarrollo.
- * Desarrollo de pinturas fluorescentes a base de látex.
- * Diversas pruebas con contratipos de materias primas y pinturas de la competencia.

CAPITULO XI

CONCLUSIONES

- * Las pinturas son esenciales para el recubrimiento de superficies, no sólo da una apariencia agradable a todo tipo de estructuras sino también que la protege del medio ambiente. Las pinturas látex son las más representativas y constituyen normalmente entre un 40 a un 60 % del volumen de producción de cualquier fábrica de pinturas.
- * Los factores que afectan el éxito de una pintura son la formulación, la fabricación, la preparación de la superficie, el método de aplicación y la forma del secado. De todos los factores anteriormente mencionados la formulación es el de mayor importancia, ya que refleja la experiencia y capacidad de una empresa de usar los conocimientos adquiridos mediante investigación y experiencia práctica para producir pinturas de calidad satisfactoria.
- * El ingeniero de laboratorio de investigación y desarrollo tiene que tener un amplio conocimiento de química y técnicas de ingeniería para tener el criterio necesario para hacer un buen trabajo de desarrollo. Esto debe estar aunado a una buena planificación y conocimiento de los procesos y operaciones básicas de la industria.

En la formulación de una pintura látex se debe tener en cuenta un concepto fundamental que es la concentración del volumen de pigmento (PVC) que **condiciona** muchas propiedades de la pintura como lavabilidad, durabilidad,

propiedades reológicas para realizar diversas combinaciones de pigmento y **el valor del PVC sirve como una guía en la formulación y su** **elaborador.**

la fabricación de pinturas látex es el Dispersor **a en el diseño especial de su hélice** **a una velocidad entre 1000 a**

- * La pintura látex es una de las pinturas que más componentes lleva en su formulación, llegando muchas veces a tener hasta 20 componentes, es por esto el delicado balance que se debe hacer entre todos sus componentes.
- * De todos los componentes de una pintura látex, la de mayor importancia es la resina, que es un copolímero vinil - acrílico en dispersión. Muchas de las propiedades de la pintura depende de las propiedades físicas de la resina, del tamaño de la partícula, del tipo de copolímero usado y de la proporción que se usa en su formulación.
- * El trabajo de investigación y desarrollo implica un aprendizaje constante, es por tanto una obligación estar permanentemente actualizado con referencia a nuevos productos, materias primas y técnicas de esta industria.

CAPITULO XII

RESUMEN

A través de este informe se ha tratado de dar una idea general de las variables involucradas en la formulación de las pinturas látex. Se ha visto a lo largo de los capítulos las materias primas comunmente empleadas y sus propiedades, los fundamentos de la composición de las pinturas látex, de su fabricación y los métodos de aplicación. También se han mencionado los problemas que se pueden encontrar y la forma de solucionarlos.

Un aspecto muy importante que se ha tocado en este informe son los procedimientos de control de las propiedades físicas de la pinturas tanto cuando se encuentra en forma líquida como cuando es ya adquiere el estado de película seca.

Otros aspecto también muy importante que se ha abordado es el método de costeo de una formulación y la importancia de llegar a un equilibrio entre costo y calidad.

Se ha señalado que el trabajo de un formulador, no es un trabajo aislado y tiene que tener una estrecha coordinación con producción, ventas y contabilidad. Con producción por que el producto que se formula tiene que ser fabricado en planta en condiciones similares a las simuladas en el laboratorio, con ventas, ya que las necesidades del mercado son recogidas por este Dpto. y transmitidas al Dpto. de Investigación y Desarrollo, además del contacto directo que tienen los vendedores con el cliente, lo cual sirve como retroalimentación al ingeniero de laboratorio sobre el comportamiento de una pintura; y con contabilidad por que es de este Dpto. de donde se obtienen los costos reales de la pintura.

Por último espero que este informe haya servido para dar una idea del trabajo en este rubro de la industria, y sirva como base por que no para otras industrias ya que muchas de materias primas involucradas en la fabricación de una pintura sirven también para la fabricación de adhesivos, tintas, en la industria textil, por decir algunos ejemplos.

BIBLIOGRAFIA

1. White Hiding and Extender Pigments, Willard H. Madson, Federation of Societies for Coatings Technology, 1980
2. Vinyl Resins, George M. Powell, Federation of Societies for Coatings Technology, 1972
3. Inorganic Color Pigments, Wayne R. Fuller, Federation of Societies for Coatings Technology, 1982
4. Acrylic Resins, Gerould Allyn, Federation of Societies for Coatings Technology, 1980
5. Paint Driers and Additives, William J. Stewart, Federation of Societies for Coatings Technology, 1979
6. Latexes, Coatings Manual, Union Carbide, Octubre 1971
7. Tecnología de los Recubrimientos de Superficie, Dean H. Parker, Ediciones Urmo, 1970
8. Chemical Process Industries, R. Norris Shreve - Joseph A. Brink Jr., McGraw Hill, 1977
9. Fundamentals of Paint, Varnish and Lacquer Technology, Elias Singer, American Paint Journal Co, 1957
10. El ABC del Equipo de Pintar, DeVilbiss Company, 1965
11. Hidroxietil Celulosa, Union Carbide Corporation, 1980
12. Defectos de las Capas de Pinturas Causas y Remedios, Manfred Hess, Editorial Blume, 1973
13. Applications Manual for Paint and Protective Coatings, William F. Gross, McGraw Hill, 1970

ANEXOS

PINTURA A BASE DE LÁTEX PARA INTERIORES Y EXTERIORES
NORMA INDECOPI 319.216 – 1984

Objeto: La presente norma establece los requisitos que deben cumplir las pinturas a base de látex, de acabado mate o satinado que se emplean en interiores y exteriores con fines de protección y decoración.

Campo de Aplicación: las pinturas especificadas en la presente norma son aptas para ser aplicadas sobre superficies de mampostería, tarrajado, estucado, materiales de asbesto cemento, madera, con fines de protección y decoración

Clasificación: Tipo I, Tipo II, Tipo III y Tipo IV

Condiciones Generales:

Las pinturas a base de látex conservado a temperatura ambiente dentro de un periodo de un año y al abrirse por primera vez, no deberá mostrar inestabilidad y/o descomposición, coágulos o sustancias gelatinosas, cualquier sedimento deberá ser fácilmente reincorporado al mezclarse con una espátula formando un producto homogéneo libre de grumos.

El color será igual a la del patrón o la muestra convenida

El olor cuando se aplica en lugares de ventilación normal, no será irritante antes, durante, ni después de su aplicación, y no tendrá olor residual después de 24 horas de su aplicación.

Requisitos

Tipos	I	II	III	IV
1. Composición				
– Sólidos totales, mín	50%	48%	46%	46%
2. Propiedades de la pintura líquida				
– Viscosidad a 25°C en unidades Krebs (Ku)	90-110	90-110	90-110	90-110
– Finura de dispersión, en unidades Hegman, mín	4	3.5	3	3
– Densidad en Kg/l, mín	1.32	1.32	1.32	1.32
3. Propiedades de la pintura aplicada				
– Tiempo de secado, al tacto en minutos, máx	60	60	60	60
– Para repintado en horas, máx	6	6	6	6
– Resistencia a la abrasión en ciclos, mín	1500	900	400	100

NORMAS ASTM PARA EL ANALISIS DE PINTURAS

1. Designación D562 – 81
Consistencia de las Pinturas usando el Viscosímetro Stormer
2. Designación D659 – 80
Evaluación del Grado de Tizamiento de Pinturas para Exteriores
3. Designación D661 – 44
Evaluación del Grado de Craqueo de las Pinturas para Exteriores
4. Designación D1210 – 79
Fineza de Dispersión para Sistemas Pigmento – Vehículo
5. Designación D1475 – 85
Densidad de las Pinturas, Barnices y Productos Afines
6. Designación D2243 – 81
Resistencia al Congelamiento y Descongelamiento de Pinturas Látex
7. Designación D2980 – 79
Resistencia al Frote de Pinturas Látex para Interiores
8. Designación D2801 – 69
Características de Nivelado de las Pinturas por el Método de Aplicación
9. Designación D3450 – 80
Propiedades de Lavabilidad de Pinturas Arquitectónicas para Interiores
10. Designación D1640 - 80
Determinación del Tiempo de Secado
11. Designación D2369 – 79
Determinación del Contenido de No Volátiles
12. Designación D1006 – 70
Resistencia a la exposición al Medio Ambiente de Pinturas para Exteriores
13. Designación E70 – 68
Determinación del pH en Pinturas
14. Designación D2366 – 80
Resistencia al Ampollamiento por Humedad

VISCOSIDAD EN UNIDADES KREB (MASA VS TIEMPO)

Masa (gr)→ Tiempo (s)	75	100	135	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
24	42	52	-	65	-	75	-	83	-	90	-	95	-	99	-	103	-	109
25	45	54	-	66	-	76	-	84	-	90	-	95	-	100	-	104	-	110
26	47	56	-	68	74	78	-	85	-	91	-	96	-	101	-	105	-	111
27	49	57	63	69	75	79	83	86	95	92	95	97	100	102	104	106	109	112
28	51	59	65	70	76	80	84	87	96	93	96	98	100	102	105	107	110	112
29	53	60	66	71	77	81	85	88	97	94	97	99	101	102	105	107	110	112
30	54	61	67	72	78	82	86	89	98	95	98	100	102	103	106	108	110	113
31	55	62	68	73	79	82	86	90	98	95	98	100	102	104	106	108	111	113
32	56	63	69	74	80	83	87	90	99	96	99	101	103	104	107	109	111	114
33	57	64	70	75	-	84	88	91	99	96	99	101	103	105	107	109	112	114
34	58	64	-	76	-	85	89	91	-	97	-	102	-	105	-	110	-	114
35	59	65	-	76	-	85	90	93	-	98	-	103	-	106	-	110	-	115
36	60	66	-	77	-	86	91	93	-	98	-	103	-	106	-	111	-	115
37	61	67	-	78	-	87	92	93	-	99	-	103	-	106	-	111	-	116
38	62	68	-	78	-	88	93	93	-	99	-	104	-	107	-	112	-	116
39	63	68	-	78	-	88	94	94	-	100	-	104	-	107	-	112	-	116
40	-	69	-	-	-	-	95	99	-	100	-	104	-	108	-	112	-	-