

**OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
PINTURAS**

ELIANA LICETH BERNAL VILLAMIZAR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

**OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
PINTURAS**

ELIANA LICETH BERNAL VILLAMIZAR

**Trabajo de grado para optar por el título de
INGENIERA QUÍMICA**

Director

**CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA
INGENIERO QUÍMICO, Msc.**

Codirector

**MARIA EMILCE PÉREZ MANTILLA
JEFE DE PLANTA DE PRODUCCIÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

DEDICATORIA

A **Dios** por brindarme la fuerza necesaria y así poder cumplir todas mis metas propuestas.

A mis padres **Rodolfo Bernal y Lilia Villamizar** por apoyarme durante toda mi vida, por no dejarme caer ante mis fracasos, sobre todo por enseñarme a ser fuerte y emprendedora.

A mis **hermanos** por demostrarme todo el cariño que me han brindado y por ser esa compañía que siempre necesito.

A mi **Esposo** por su inmensa paciencia, por su apoyo y por su gran amor.

A mi hijo **Juan Pablo** por ser esa fuerza motora que me impulsa a continuar, por mostrarme las cosas buenas de la vida siendo tan solo un bebe.

A mis amigos por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A FÁBRICA DE PINTURAS PINTASMAS por darme la oportunidad de iniciar mi vida profesional y por apoyarme en todo el proceso de desarrollo de este proyecto.

Al Ingeniero **Juan Carlos Beltrán**, gerente de Pintasmas, por ser una persona abierta a las nuevas ideas, gracias a sus sabios consejos que a medida en la que se desarrolló este trabajo enriquecieron mi intelecto y de los cuales dejo reflejo en cada una de las páginas de este libro.

A **María Emilce Pérez** jefe de la planta de producción, principalmente por brindarme una amistad verdaderamente valiosa, por brindarme su apoyo durante el tiempo de estancia en la planta, por transmitirme parte de su conocimiento de una manera desinteresada, además por guiarme en cada etapa de este proceso mil y mil gracias.

Brindarles un agradecimiento. A todos **los operarios** de la planta de producción por la ayuda prestada y por ser grandes seres humanos que me apoyaron de una manera excepcional para poder desarrollar mi trabajo.

Al profesor **Crisóstomo Barajas Ferreira** por ser una guía para mi, por brindarme sus consejos, especialmente por el apoyo recibido en la realización de este libro, mil gracias.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES.....	16
1.1. PINTURAS LÍQUIDAS O VINÍLICAS.....	16
1.2 COMPONENTES DE LAS PINTURAS LÍQUIDAS	17
1.2.1. Polímeros.....	17
1.2.2. Pigmentos.....	18
1.2.2.1. Pigmentos activos	18
1.2.3. Cargas	18
1.2.3.1. Calcita	19
1.2.3.2. Talco.....	19
1.2.3.3. Caolín.....	20
1.2.4. Disolvente	20
1.2.5. Antiespumante	20
1.2.6. Espesantes ó modificadores de propiedades reológicas.	21
1.2.7. Cosolventes	21
1.2.8. Dispersantes	22
1.2.9. Biocidas	22
1.2.10. Agente coalescente	23
1.3. PROCESO DE FABRICACIÓN	23
Alistamiento y pesaje	23
Dispersión:	23
Finalización	23
Envasado	23
2. METODOLOGÍA	24
2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO	24
2.1.1. Tipo I.....	24
2.1.2. Tipo II.....	25
2.1.3. Tipo III.....	26
2.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS	27
2.2.1. Viscosidad	27

2.2.2. Finura de la dispersión o de la pintura	28
2.2.3. Poder Cubriente ²	28
2.2.4. Tiempo de secado	29
2.2.5. pH- metro	29
2.2.6. Porcentaje de concentración de pigmento	30
2.2.7. Adherencia.....	30
2.3. Análisis microscópico	31
2.4. Análisis del indicador del producto	31
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	32
3.1. Resultados Vinilo Tipo I.....	32
3.2. Resultados Vinilo Tipo II.....	34
3.3. Resultados Vinilo Tipo III.....	36
3.4. Análisis microscópico	38
3.5. Análisis del indicador del producto	39
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	44

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la pintura.	17
Figura 2. Estructura nodular de la calcita.....	19
Figura 3. Caolín calcinado.....	20
Figura 4. Comportamiento reológico de las pinturas.....	21
Figura 5. Detalle Ensayos Tipo I	25
Figura 6. Detalle Ensayos Tipo II	26
Figura 7. Detalle Ensayos Tipo III	26
Figura 8. Viscosímetro Brookfield.....	28
Figura 9. Grindómetro.....	28
Figura 10. Medidor de pH.....	30
Figura 11. Diagrama de Costos de Pintura Vinilo Tipo I.....	34
Figura 12. Diagrama de Costos de Pintura Vinilo Tipo II.....	36
Figura 13. Diagrama de Costos de Pintura Vinilo Tipo III.....	37
Figura 14. Indicador de Gestión.	39

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Características de los vinilos	16
Tabla 2. Clases	17
Tabla 3. Características de los dispersantes	22
Tabla 4. Descripción del proceso de producción	23
Tabla 5. Resultados ensayos vinilo tipo I	32
Tabla 6. Comparación pintura vinilo tipo I	33
Tabla 7. Resultados ensayos vinilo tipo II	35
Tabla 8. Resultados ensayos vinilo tipo III	37

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de las pinturas	42
Anexo 2. Propiedades Físicas y Químicas de las cargas	43
Anexo 3. Diagrama del proceso de producción de PABA	44
Anexo 4. Especificaciones Norma ICONTEC 1335	45
Anexo 5. Resultados de viscosidad variando temperatura Tipo I	46
Anexo 6. Resultados de viscosidad variando temperatura Tipo II	47
Anexo 7. Resultados de viscosidad variando temperatura Tipo III.....	49
Anexo 8. Prueba microscópica Vinilo Tipo I.....	50
Anexo 9. Prueba microscópica Vinilo Tipo II.....	52
Anexo 10. Prueba microscópica Vinilo Tipo III.....	53

RESUMEN

TÍTULO: OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PINTURAS*

AUTOR: Eliana Liceth Bernal Villamizar**

PALABRAS CLAVES: Cubrimiento, pH, Viscosidad, Adherencia.

El trabajo desarrollado a continuación muestra el proceso realizado en la Fábrica de Pinturas Pintasmas, con el objetivo de implementar el estudio de las pinturas y evaluar la calidad de las mismas realizando diferentes estudios a las de tipo vinilo, teniendo en cuenta diferentes factores al momento de realizar el ensayo tales como temperatura y humedad relativa con el objetivo de poder obtener resultados con condiciones iguales para que sus análisis sean efectivos.

Pintasmas es una empresa que se ha venido posicionando en el mercado a nivel regional por lo tanto su principal objetivo es demostrar calidad y una producción homogénea; debido a esto la empresa decide iniciar estudios a sus productos por medio de análisis físicos y químicos tales como densidad, viscosidad, porcentaje de sólidos, entre otros, para así poder obtener resultados que puedan ser comparados con pinturas más reconocidas en el mercado nacional y al mismo tiempo teniendo en cuenta la norma ICONTEC 1335.

El estudio de las pinturas se basó principalmente en encuestas realizadas a los clientes mayoritarios de la empresa, cuyos comentarios coincidieron principalmente en el problema del cubrimiento y la viscosidad de la pintura, por lo tanto los análisis realizados se enfocan en encontrar los generadores de dichos problemas y al mismo tiempo sus soluciones.

* Proyecto de Grado

** Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director M.Sc. Crisóstomo Barajas Ferreira. Codirector Maria Emilse Perez. Jefe de Planta de Producción.

ABSTRACT

TITLE: OPTIMIZATION AND STANDARDIZATION OF THE PROCESS OF PAINTING PRODUCTION.*

AUTHOR: Eliana Liceth Bernal Villamizar**

KEY WORDS: Coverage, pH, Viscosity, Adherence.

The next work shows the process developed in the paint factory PINTASMAS, with the objective of implement the study and evaluate the quality of the paints, were develop studies to the vinyl paints, taking different factors at the moment to do the studies such as temperature and relative humidity for can get results with the equal conditions so that their analyses are effective.

Pintasmas is a company that recently has become important in a regional level so its principal object is show quality and homogeneous production; is for this that the company decide to start studies about its products through physicochemical analysis such as density, viscosity, solid percentage, etc, and thus compare with paints more recognized in a national level and the same time compare with ICONTEC norm 1335.

The study was based on surveys made to the major clients of the company, whose commentaries agreed with the covert and viscosity problem, therefore the analysis were focus in find the generators and solutions of such problems.

* Degree Work.

** Industrial University of Santander. Physical and Chemical Faculty. Chemical Engineering Department. Director M.Sc. Crisóstomo Barajas Ferreira. Co-Director: Maria Emilse Perez.

INTRODUCCIÓN

La actividad económica enfocada a la fabricación de pinturas en Colombia, se concentra en la producción de una amplia gama de productos, entre los que se destacan las pinturas vinílicas, éstas se clasifican de acuerdo a su uso doméstico o industrial.

Teniendo en cuenta el comportamiento de compra de los clientes, éstos demandan teniendo como referencia varios factores como calidad, durabilidad, desempeño, un excelente acabado y un período de durabilidad mucho más largo.

Es así, que Pintasmas como empresa encargada de fabricar pinturas tipo vinilo, esmaltes, anticorrosivas y barnices, estudia la implementación de tecnología en el proceso de producción de variedad de pinturas con el fin de enfocarlas hacia mercados cada vez más competitivos y poder satisfacer necesidades identificadas en sus clientes

Existen múltiples alternativas en la categoría de las pinturas, hablar de una sola clasificación, se hace bastante complejo y se queda corta, razón por la cual, se generan diversas clasificaciones, de las cuales se proponen tres categorías: según su función, su aplicación y por su naturaleza (Anexo 1).

Ahora bien, según la ASTM 16-47 la pintura se define como “una composición líquida o sólida pigmentada que se convierte en película sólida y opaca después de su aplicación en capa fina”.

La realización de este proyecto va enfocada a la optimización en el proceso de producción de las pinturas a base de agua debido a su alta demanda comercial y a las constantes dificultades presentadas con respecto a la misma.

De esta manera, la empresa Pintasma se proyecta al mejoramiento en el proceso de producción de las pinturas, con la realización de ensayos acordes al proceso, estos resultados ofrecen para la empresa resultados pertinentes para la toma de decisiones sobre la producción de la misma, como un producto de calidad y acorde al mercado.

1. GENERALIDADES

El crecimiento dinámico que ha mostrado el sector de la construcción en los últimos años, por obras realizadas tanto desde el sector público como privado, han tenido un impacto positivo en el sector, de esta manera las pinturas se clasifican en pinturas líquidas y pinturas en polvo.

1.1. PINTURAS LÍQUIDAS O VINÍLICAS

Las pinturas líquidas son conocidas como pinturas arquitectónicas a base de agua o pinturas en emulsión debido a que el ligante con el que se fabrican parte de una polimerización que inicia la reacción en estado de emulsión, según el mercado existen tres tipos de pinturas vinílicas que se diferencian según su durabilidad en:

Tabla 1. Características de los vinilos

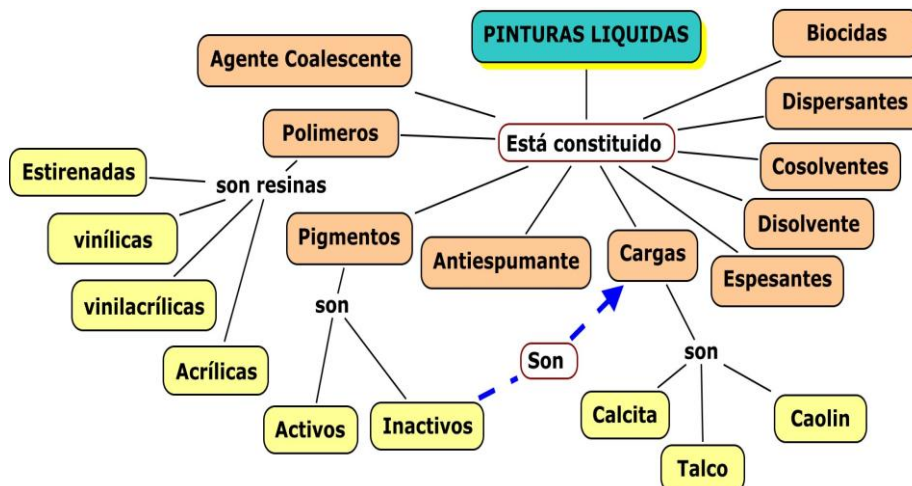
TIPOS DE PINTURAS	CARACTERÍSTICAS
TIPO 1	Fabricada a base de resinas acrílicas – estirenadas. Coordinables para garantizar decoraciones durables, alta lavabilidad sin desgaste ni desprendimiento, alto cubrimiento, fácil remoción de manchas, no se desprende, bajo salpique.
TIPO 2	Fabricada a base de resina vinil-acrílica de alto peso molecular, creada para uso exclusivamente en interiores, Diluible con Agua, de acabado mate. Alto cubrimiento, fácil aplicación, rápido secamiento, y rendimiento.
TIPO 3	Formulada con emulsión vinilo-acrílico de alto peso molecular, pigmentos activos e inertes para obtener un producto ideal para primeras manos o para superficies no expuestas al polvo y fricciones.

Fuente: Pintasma

1.2 COMPONENTES DE LAS PINTURAS LÍQUIDAS

Los componentes de las pinturas líquidas están constituidos por:

Figura 1. Componentes de la pintura.



Fuente: Manual de pintura y recubrimientos plásticos [3].

1.2.1. Polímeros

Un polímero es aquel formador de película, un compuesto de alto peso molecular (macromolécula), que está constituido por la repetición de pequeñas unidades simples (monómeros), unidas por enlaces químicos, entre estos se encuentran [2]:

Tabla 2. Clases

Clases de Resinas	DEFINICIÓN
Acrílicas puras:	Son fabricadas a partir del Ácido Acrílico y sus derivados (Ésteres Acrílicos).
Estirenadas:	Son fabricadas a partir del Ácido Acrílico y sus derivados (Ésteres Acrílicos), en mezcla con Estireno Monómero.
Vinílicas puras:	Son fabricadas a partir del Vinil Acetato Monómero (VAM).
Vinil Acrílicas:	Son fabricadas a partir del Vinil Acetato Monómero (VAM), en mezcla con los derivados del Ácido Acrílico (Ésteres Acrílicos).

Fuente: Resina Ultracryl [1].

1.2.2. Pigmentos

Los pigmentos son los encargados de dar color y opacidad o cubrimiento a la pintura, y de acuerdo a estas propiedades se conocen como activos e inactivos.

1.2.2.1. Pigmentos activos

Los pigmentos activos, tanto los naturales como los producidos de forma sintética se comercializan más comúnmente en forma de polvos finos.

Entre los pigmentos blancos el Dióxido de Titanio es el pigmento preferido en la industria de recubrimientos por su alto índice de refracción de 2,75 y, por lo tanto, tiene un excelente poder cubriente, tiene la capacidad de enmascarar y esconder un sustrato, en seco y en húmedo. Entre los pigmentos diferentes a los blancos los más conocidos son: (Azul Ftalocianina rojizo, Azul Ultramar, Óxido de Hierro Amarillo, Amarillos de Cadmio, Verde Ftalo Bromato, Verde Cromo, Rojo Óxido Sintético, Rojo Naftol F5RK, Naranja Molibdato, Violeta Ultramar, Violeta Quinacridona, Negro de Humo, Óxido de Hierro Negro), estos pigmentos brindan excelentes características al acabado de las pinturas.

1.2.3. Cargas

Son los materiales inertes micronizados a diferentes mallas. Su composición química y sus características físicas (Anexo 2), son de mucha importancia para las propiedades del producto final.

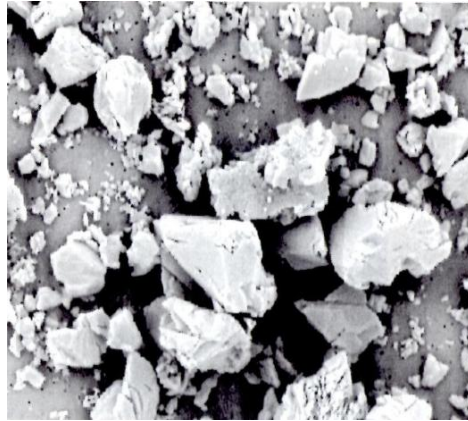
Las cargas y los pigmentos se diferencian entre sí por su índice de refracción. Este es para las cargas menor a 1,7¹ y por lo tanto su contribución al poder cubriente, especialmente el poder cubriente en húmedo y al color del material es marginal.

¹ Según la Norma ISO 3262 y en ISO 787-18

1.2.3.1. Calcita

Es la carga más usada en este campo industrial, por su bajo costo y por su bajo índice de absorción de aceite que permiten el uso de mayor cantidad para lograr ciertas propiedades, lo cual favorece el costo total de las pinturas.

Figura 2. Estructura nodular de la calcita.



Fuente: Manual de pintura y recubrimientos plásticos [3].

De igual manera reduce el entizamiento de la pintura al exterior y mejora la retención de color de las mismas en colores pastel. Los inconvenientes se inician con su pH 9 lo cual limita el uso de pigmento de color sensible a medios alcalinos y su exposición a ambientes ácidos.

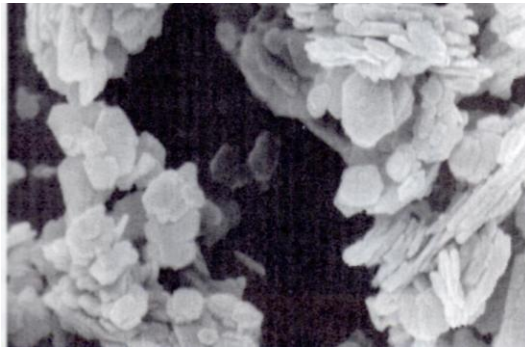
1.2.3.2. Talco

Es un mineral secundario producto de la alteración de silicatos de magnesio, suave al tacto, que se presenta en masas laminares blancas, fáciles de reducir a polvo finísimo. Untuosa al tacto; pésimo conductor del calor; insoluble e infusible. Se encuentra en rocas metamórficas. Su fórmula está dada por $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. Según el yacimiento se encuentran materiales con blancura de hasta 95%. En agua presenta un pH de 7,6 y una polaridad dieléctrica por la cual se orientan las partículas perpendicularmente entre ellas.

1.2.3.3. Caolín

El carácter laminar es más pronunciado que en el talco. Sirven para estabilizar la distribución de pigmentos y para dar una viscosidad aparente, los caolines calcinados pierden, con el tratado térmico, su estructura parcialmente y se utiliza para matear, son utilizados en pintura debido a que imparten alto poder cubriente en seco a la pintura y también producen un film de película más durable.

Figura 3. Caolín calcinado.



Fuente: Manual de pintura y recubrimientos plásticos[3].

1.2.4. Disolvente

Solvente es el líquido en la pintura que suspende el pigmento y resinas y los transporta desde el cepillo de la pintura a la pared. El disolvente se evapora y deja atrás la película de pintura.

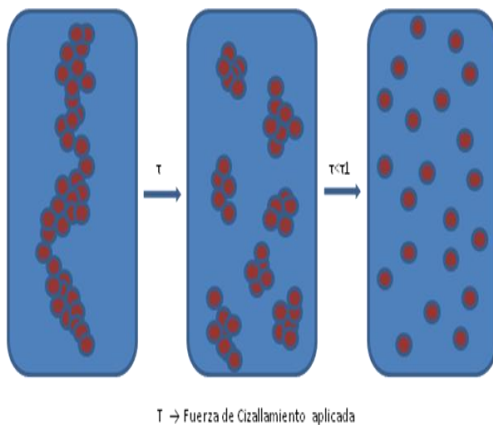
1.2.5. Antiespumante

La formación de espuma dificulta el envasado y provoca irregularidades en el acabado, se origina principalmente por efecto de los tensoactivos, los humectantes y dispersantes en el proceso de fabricación, especialmente al dispersar las cargas y el dióxido de titanio. De esta manera los antiespumantes con poca silicona son muy útiles para liberar el aire atrapado del sistema acuoso y facilitar que la espuma que se produce nuevamente durante el bombeo, el envase

o durante la aplicación (especialmente con rodillo) llegue a la superficie y se destruya.

1.2.6. Espesantes ó modificadores de propiedades reológicas.

Figura 4. Comportamiento reológico de las pinturas.



La función de los espesantes es ajustar la viscosidad aparente; estos espesantes líquidos se componen de polímeros de alto peso molecular solubles en agua que forman una masa gelatinosa avillada, estabilizan las cargas y pigmentos evitando su sedimentación y aportando una retención de agua al secar la pintura que causa un tiempo abierto prolongado.

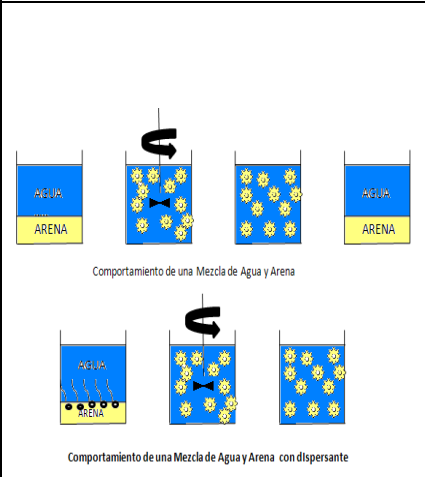
Fuente: Autora del proyecto.

1.2.7. Cosolventes

Se agregan a las pinturas base agua en pequeñas cantidades para regular algunas propiedades físicas. Generalmente son hidrosolubles y se ubican principalmente en la fase acuosa de la pintura.

1.2.8. Dispersantes

Tabla 3. Características de los dispersantes.

Son aquellos que se encargan de:	
	<ul style="list-style-type: none">• Acelerar la humectación de las cargas y pigmentos sin incrementar el inconveniente de la formación de espuma.• Acelerar el proceso de dispersión de cargas y pigmentos.• Contribuir, reduciendo la fuerza de cizallamiento del dispersador, para dispersar los aglomerados de cargas y pigmentos, y así reducir los costos de energía.• Estabilizar la dispersión de cargas y pigmentos por un tiempo prolongado.

Fuente: Resinas Ultracryl [1].

1.2.9. Biocidas

Los efectos que el crecimiento microbiano puede ejercer en una pintura son varios, entre los que destacamos principalmente pérdida de viscosidad, cambios de pH, formación de gases, malos olores, decoloración y crecimiento visible en superficie.

Su dosificación debe ser generosa y los productos deben presentar una muy baja solubilidad al agua, resistencia a los rayos ultravioleta y a la alcalinidad de los recubrimientos, para permanecer en la película y garantizar una eficacia prolongada.

1.2.10. Agente coalescente

Es un solvente que transitoriamente produce una disolución superficial de las partículas de resina, facilitando la fusión entre las partículas y formando eficientemente la película en la fase de secado.

Con la adición del agente coalescente se mejoran las siguientes propiedades:

- Resistencia a la abrasión en húmedo.
- Lavabilidad.
- Aumenta la fijación de los pigmentos a la resina.
- Fusión del polímero.
- Aumenta la resistencia a las manchas.
- Disminuye la variación del color en los repintes.

1.3. PROCESO DE FABRICACIÓN

Se lleva a cabo en 4 etapas (Anexo 3):

Tabla 4. Descripción del proceso de producción.

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
Alistamiento y pesaje	
Dispersión:	Proceso de humectación, dispersión y estabilización, generalmente en dispersadores tipo Cowles.
Finalización:	Se desarrolla en un equipo mezclador, permitiendo la mezcla y homogenización de las nuevas materias primas.
Envasado:	Puede hacerse de forma o automatizado. Los dos puntos más importantes a considerar son: la filtración y la no incorporación de aire.

Fuente: Fabrique Pinturas [10].

2. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta las continuas interacciones con los clientes, la empresa Pintasma identificó la necesidad de mejorar los procesos de producción en la línea de vinilos, Para conocer los principales inconvenientes presentes en los vinilos la empresa realizó 30 encuestas a sus principales clientes, con la sistematización de estos resultados se propone las recomendaciones a la dirección general con el fin que se proyecten a la toma de decisiones.

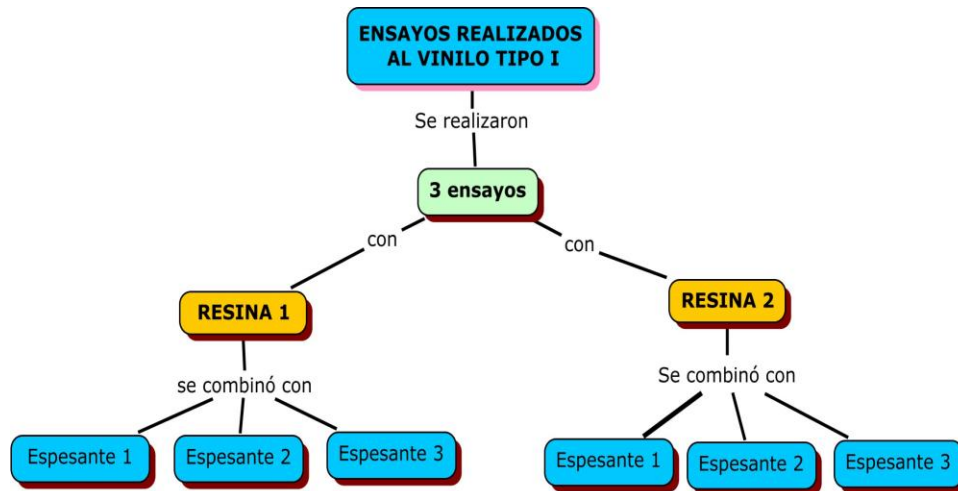
De igual manera, y en forma simultánea se realizaron ensayos de laboratorio con los tipos de vinilos los cuales fueron modificados en sus componentes y en su distribuidor, es así que se notan a continuación los ensayos realizados en laboratorio.

2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

2.1.1. Tipo I

El ensayo realizado en las pinturas arquitectónicas a base de agua, se llevo a cabo en dos etapas, la primera con el fin de poder obtener la resina y el espesante que aportan mejores características a la pintura; la segunda fase parte de tener ya la resina y el espesante especificado, realizando cambios en la materia prima en cuanto a su distribuidor. Los ensayos realizados para la primera fase fueron 6 en un período de tiempo dedicado a cada ensayo de 1 día, de esta manera se sistematizan los ensayos realizados a continuación.

Figura 5. Detalle Ensayos Tipo I

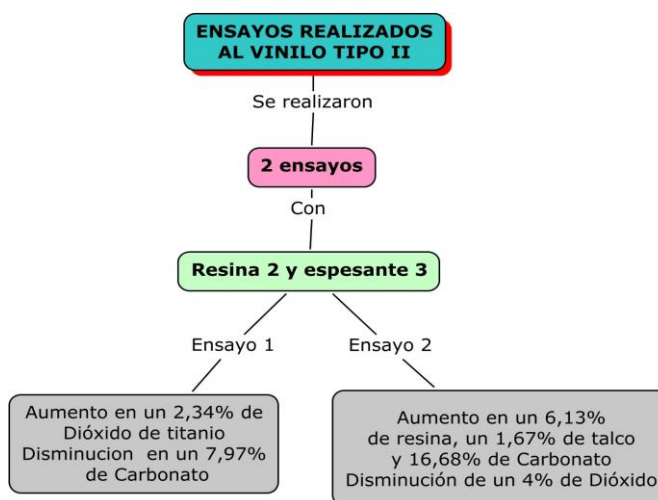


Fuente: Autora del proyecto.

2.1.2. Tipo II

El procedimiento a seguir para esta clase de vinilo se basó en la variación de las formulaciones existentes en la empresa basados en la fórmula de porcentaje de concentración de pigmento, con el objetivo de mejorar cubrimiento del sustrato sin disminuir las cualidades ya presentes en la pintura basándonos en mantener o disminuir costos de la producción.

Figura 6. Detalle Ensayos Tipo II [9].

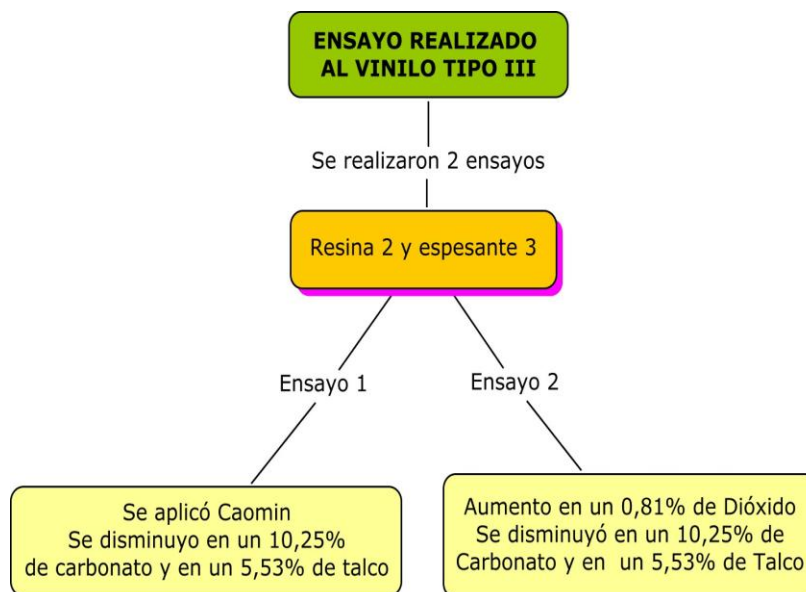


Fuente: Autora del proyecto.

2.1.3. Tipo III

De la misma manera en la que se procedió en el enunciado anterior variamos las cargas de las formulaciones para obtener una película de excelente calidad y costo.

Figura 7. Detalle Ensayos Tipo III [5].



Fuente: Autora del proyecto.

2.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Las diferentes pruebas se realizaron con el objetivo de obtener resultados que permitan apreciar la calidad de la pintura de una forma clara; todas las pruebas se llevaron a cabo de forma controlada en un laboratorio para obtener resultados precisos, El estudio se realizó a los vinilos tipo I comparando su resultado con 2 vinilos o marcas comerciales.

De igual manera el proceso realizado para los vinilos tipo II y tipo III se compararon con los resultados de laboratorio con una marca comercial.

Asimismo, a cada ensayo realizado se le analiza el comportamiento de sus componentes, entre estos se encuentran.

2.2.1. Viscosidad

La viscosidad como propiedad de la pintura guarda una relación estrecha con respecto a la estabilidad de almacenamiento de la pintura, la cantidad de solvente requerida en una buena aplicación, la cantidad de pintura depositada por la brocha o el rodillo en cada pasada, la nivelación y el acabado final de la pintura.

La prueba consiste en tomar una cantidad de muestra variando la temperatura para poder tomar el valor de la viscosidad el cual debe estar a 25°C máximo en 120 KU² para las pinturas tipo I, tipo II y tipo III; este procedimiento se lleva cabo en un viscosímetro Brookfield el cual es un equipo de alta eficiencia para este tipo de fluido.

² Según la Norma ICONTEC 1335.

Figura 8. Viscosímetro Brookfield.

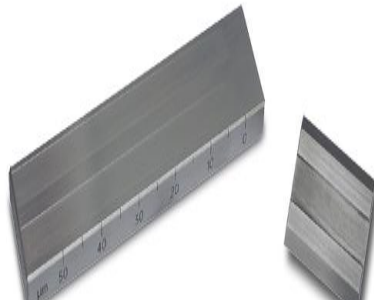


Fuente: Empresa Mab.

2.2.2. Finura de la dispersión o de la pintura

Esta prueba se realiza después de adicionar las cargas y sirve para medir la calidad de la dispersión. La evaluación de la finura se realiza mediante la utilización de un equipo denominado grindómetro el cual consta de dos partes: Una superficie de metal que presenta una o dos ranuras con una profundidad decreciente determinada y graduada; y una barra o elemento aplicador.

Figura 9. Grindómetro.



Fuente: Empresa Erichsen.

2.2.3. Poder Cubriente²

Es la capacidad de la pintura para cubrir u ocultar el color de una determinada superficie o sustrato sobre la que se aplica, esta prueba se realiza en una cartulina

de contraste³ , de cuadros blancos y negros, con una cantidad de pintura y un aplicador de película. Se basa en dejar secar la muestra por un lapso de 24 horas a temperatura ambiente para determinar el porcentaje de reflexión de luz en la superficie negra y en la superficie blanca para relacionarlos; se realizan 5 lecturas cada una en un lugar diferente de la cartulina para así obtener un promedio.

2.2.4. Tiempo de secado

Es una prueba importante porque permite conocer el tiempo de secado en una aplicación homogénea. El propósito de esta prueba es secar en una lámina de vidrio de 15 cm * 15 cm una cantidad de pintura la cual se debe dispersar en la misma con un aplicador de película, cronometrando el tiempo de curado.

2.2.5. pH- metro

En las pinturas el pH es una propiedad de gran importancia debido a que mide la alcalinidad la cual es una propiedad "básica" de ciertos materiales, que contienen productos derivados de los "álcalis", como por ejemplo, la cal, los carburos, el cemento y sus derivados, que al fraguar con el agua forma hidróxido cálcico. En el caso de las pinturas que son sensibles a los álcalis, es necesario conocer su resistencia a este factor, pues influye en gran manera en su duración.

El pH de las pinturas se ubica entre 8 y 9, cuando se tienen superficies con alcalinidad superior a estos niveles se pueden presentar problemas de migración de pigmentos (Manchas), cuando reaccionan los ácidos con los álcalis, se forman las sales alcalinas, como por ejemplo el cloruro sódico (sal común), el carbonato cálcico, y otras "sales alcalinas", las cuales se pueden ver como manchas blanquecinas que salen desde la superficies afectando el recubrimiento.

³Según la Norma ISO 2814

Figura 10. Medidor de pH.



Fuente: Oakton Instruments.

2.2.6. Porcentaje de concentración de pigmento

Este porcentaje corresponde a la concentración del pigmento activo e inactivo en la película seca del recubrimiento base agua expresada en volumen. Cuando el resultado se aproxima a 100% quiere decir que la pintura se caracteriza por bajo cubrimiento, por ser económica y de bajo desempeño; cuando el porcentaje tiende a 0 la pintura presenta un alto desempeño, aumentan los costos en cuanto a lo enunciado anteriormente y además tendrá un acabado brillante. Se halla de la siguiente manera:

$$PVC = \frac{Volumen\ Pigmento\ Activo + Volumen\ Cargas}{Volumen\ Pigmento\ Activo + Volumen\ Cargas + Volumen\ Resina} * 100$$

2.2.7. Adherencia

Es la fuerza de enlace existente entre una película seca y el sustrato sobre el que se encuentra aplicada. Para determinar el grado de adherencia se realizó el ensayo de corte enrejado; consiste en realizar, sobre una superficie seca, dos cortes cruzados y perpendiculares. Después de esto se recubre la cuadrícula con una cinta autoadhesiva y transcurridos unos segundos se desprende con un movimiento rápido [4].

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

Los métodos de análisis mencionados anteriormente se realizaron en todos los ensayos con el objetivo de obtener resultados basados en la Norma ICONTEC 1335 (Anexo 4).

2.3. Análisis microscópico

En esta etapa de estudio se enfocó en los ensayos de mayor importancia para cada tipo de vinilo, comparándolo con las pinturas comerciales para identificar las diferencias entre éstas y así obtener una idea más cercana de cual de los ensayos realizados sería el más conveniente para ser llevado a cabo en un bache de 500 galones.

2.4. Análisis del indicador del producto

Después de concluir las mejoras realizadas a los vinilos, se procede a la producción de éstos a escala comercial con el fin de identificar y ponerlo a prueba de mercado para su respectivo lanzamiento.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A los ensayos realizados para cada tipo de pintura se le realizaron las pruebas de análisis enunciadas en el epígrafe 2,2 en el mismo orden en el que fueron escritas, en cada análisis para obtener un resultado confiable se realizó tres veces la misma prueba de los cuales obtuvimos un promedio para que así se pudiera estudiar con respecto a lo que requiere la norma ICONTEC 1335 (Anexo 4) y con respecto a la pintura comercial utilizada también como una guía.

3.1. Resultados Vinilo Tipo I

Según los estudios realizados a cada ensayo para conocer la calidad de la pintura los resultados conseguidos fueron los siguientes:

Tabla 5. Resultados Ensayos Vinilo Tipo I

Ensayos	Viscosidad (KU)	Finura de dispersión	Poder Cubriente	Tiempo de Secado (min)	pH	PVC	Adherencia
1	135	5	95	115,00	7,92	60,25	2
2	137,1	6	94	118,00	7,53	60,25	1
3	132,5	6	96	103,00	7,33	60,25	0
4	129,4	6,1	95	103,00	7,96	60,25	0
5	127,8	4	97	109,00	7,75	60,25	1
6	128,4	6,5	98	90,00	8,05	60,25	0
Pintura Comercial No.1	115,3	7	99	62,00	8,6		0
Pintura Comercial No.2	112,9	6,5	98	82,00	8,3		0

NORMA	120 KU MÁX.	3	96	240	8	55 Máx.	0
--------------	--------------------	----------	-----------	------------	----------	----------------	----------

En conclusión de los ensayos detallados en la tabla 1 el ensayo No.6 es el que mejores características tiene con respecto a la norma ICONTEC 1335; este ensayo se comparó con 4 muestras realizadas con la misma resina y el mismo espesante utilizados en el ensayo 6; la diferencia recae sobre el cambio de

distribuidores de algunas materias primas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Comparación Pintura Vinilo Tipo I

Ensayos	Viscosidad (KU)	Finura de dispersión	Poder Cubriente	Tiempo de Secado (min)	pH	PVC	Adherencia
6	128,4	6,5	98	90,00	8,05	60,25	0
11	120,1	6,3	98	85,00	8,38	60,25	0
12	121,1	6	97	95,00	7,96	60,25	0
13	121,4	6,8	99	87,00	8,42	60,25	0
Pintura Comercial No.1	115,3	7	99	62,00	8,6		0
Pintura Comercial No.2	112,9	6,5	98	83,00	8,3		0

NORMA	120 KU MÁX.	3	96	240	8	55 Máx.	0
--------------	--------------------	----------	-----------	------------	----------	----------------	----------

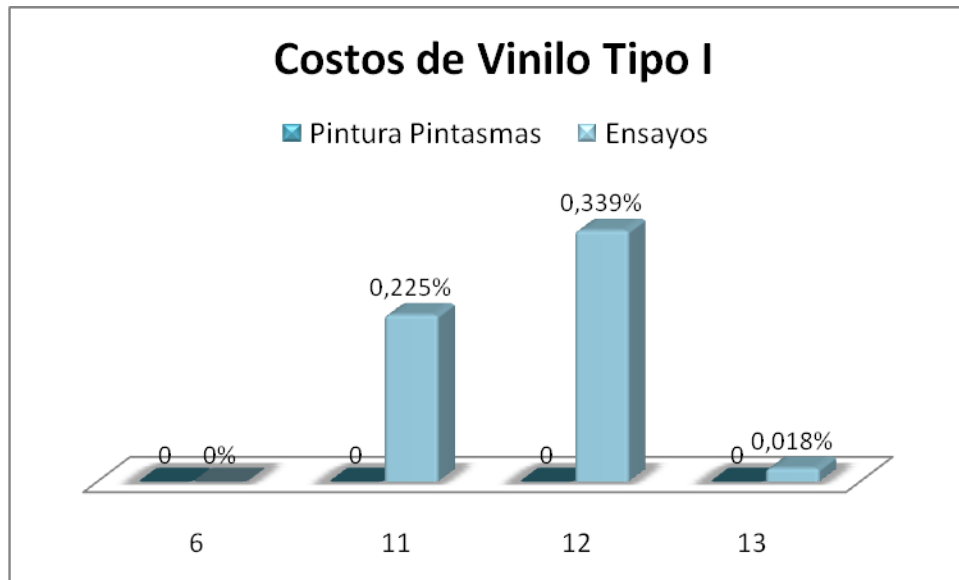
Con respecto a la viscosidad, además de tomar la temperatura se observó el comportamiento aumentando la temperatura y comparándola con las pinturas comerciales para tener una idea más detallada de la pintura (Anexo 5).

En comparación con los resultados anteriores vemos que el ensayo con mejores resultados y en comparación con la norma ICONTEC 1335 es el número 13.

Con el objetivo de poder asegurar este cambio a la pintura se realiza un análisis económico⁴ para tener una guía en cuanto al mejor experimento cubriendo todos los estudios posibles. Este análisis se muestra de una manera resumida en la siguiente figura tomando como valor 0 el costo actual de la Pintura y mostrando la diferencia de porcentaje de los ensayos con respecto al costo actual:

⁴ Debido a restricciones de la empresa este no puede ser mostrado.

Figura 11. Diagrama de Costos de Pintura Vinilo Tipo I



Fuente: Pintasmas.

Con este estudio corroboramos que el ensayo 13 sigue siendo la mejor opción para llevarse a cabo en un bache de 500 galones debido a sus excelentes resultados partiendo como base de la resina 1 y el espesante 3.

El ensayo 11 y el ensayo 13 presentan un aumento de costos bastante notorio, por lo tanto si se llegara a implementar en el vinilo Tipo I, se vería un incremento en el precio de venta lo cual no es lo esperado por la empresa.

3.2. Resultados Vinilo Tipo II

Se realizaron dos ensayos, éstos se enfocaron en variar cargas para mejorar el cubrimiento. Los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7. Resultados Ensayos Vinilo Tipo II

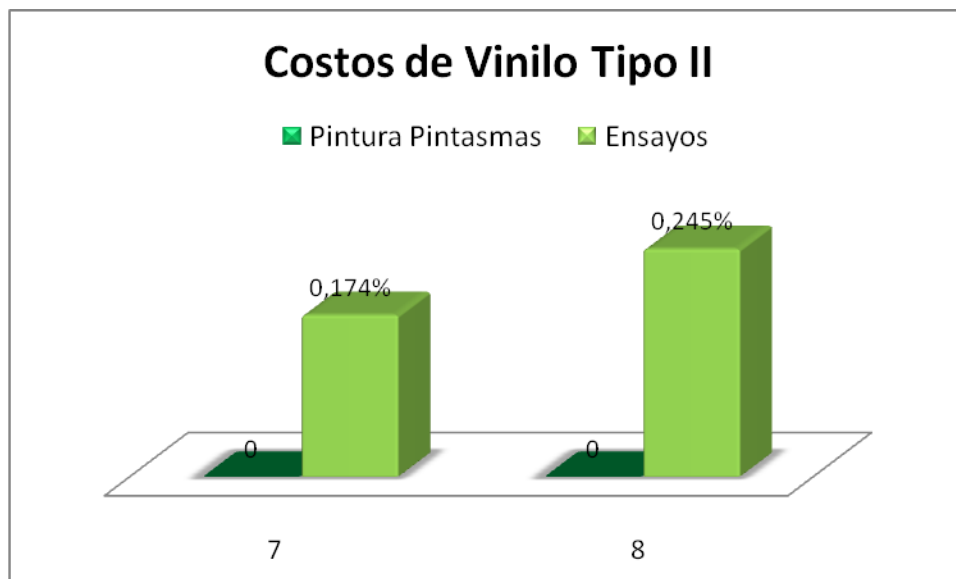
Ensayos	Viscosidad (KU)	Finura de dispersión	Poder Cubriente	Tiempo de Secado (min)	pH	PVC	Adherencia
Patron	137,5	6	96	115,00	8,01	75,28	0
7	133	6,3	96	98,00	8,52	73,03	0
8	126	6	97	103,00	8,75	71,76	0
Pintura Comercial No.1	115,3	6,5	98	70,00	8,6		0

NORMA	120 KU MÁX.	3	95	240	8	65 Máx.	0
--------------	--------------------	----------	-----------	------------	----------	----------------	----------

Con respecto a los resultados anteriores la muestra que mejores características presentó es el ensayo número 8 acoplándose a las características descritas en la norma y a la muestra de pintura comercial. Con respecto a la viscosidad se realizó el mismo proceso descrito con respecto a la muestra tipo I, variando la temperatura a la muestra para conocer su comportamiento reológico (Anexo 6).

Teniendo en cuenta los resultados a pesar de que el ensayo 8 tiene un muy buen desempeño cabe recalcar que la pintura patrón y el ensayo 7 poseen buenas características, por lo tanto se decide proceder a realizar el estudio económico teniendo en cuenta que éste análisis se muestra de una manera resumida en la siguiente figura tomando como valor 0 el costo actual de la Pintura y mostrando la diferencia de porcentaje de los ensayos con respecto al costo actual.

Figura 12. Diagrama de Costos de Pintura Vinilo Tipo II.



Fuente: Pintasmas.

De lo anterior tanto un ensayo como el otro presenta cambios importantes en cuanto a los costos por lo tanto a pesar de que el ensayo 8 muestre un aumento bastante notorio sería una buena opción para ser llevado a un bache de 500 galones y así obtener una excelente calidad en cuanto a cubrimiento, textura, blancura entre otras características importantes.

3.3. Resultados Vinilo Tipo III

De igual manera que en los ensayos para el vinilo tipo II el objetivo de estos ensayos era variar la carga para mejorar el cubrimiento en cuanto a un ensayo, con respecto al otro ensayo, el objetivo se centró en el cubrimiento por lo tanto se aumentó el porcentaje de Dióxido.

Tabla 8. Resultados Ensayos Vinilos Tipo III

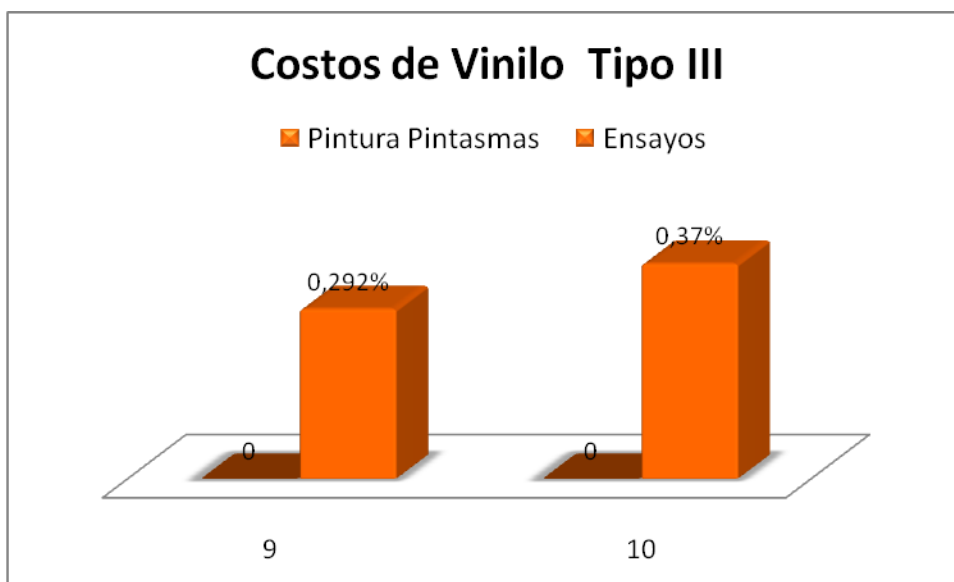
Ensayos	Viscosidad (KU)	Finura de dispersión	Poder Cubriente	Tiempo de Secado (min)	pH	PVC	Adherencia
Patron	134,4	6	96	108,00	8,11	90,24	0
9	133	6,3	97	95,00	8,35	88,31	0
10	126	6	97	101,00	8	80,82	0
Pintura Comercial No.1	114,1	6,2	98	78,00	8,6		0

NORMA	120 KU MÁX.	3	95	240	8	65 Máx.	0
--------------	--------------------	----------	-----------	------------	----------	----------------	----------

La viscosidad se varió con respecto a la temperatura de la misma manera que para los vinilos Tipo I y Tipo II (Anexo 7).

De lo anterior se observó un comportamiento de óptimas condiciones con respecto a el ensayo 10, éste sería la mejor opción y que según el análisis económico demostrado en la figura 13, en donde se tomó como valor 0 el costo actual de la Pintura y la diferencia de porcentaje de los ensayos con respecto al costo actual de la misma.

Figura 13. Diagrama de Costos de Pintura Vinilo Tipo III.



Fuente: Pintasmas.

3.4. Análisis microscópico

Según los resultados obtenidos para el vinilo tipo I (Anexo 8), se observa que las partículas de la pintura tienden a tener un mayor tamaño en comparación a la capa uniforme de las pinturas comerciales; estas diferencias se pueden atribuir a la molienda puesto que en algunos casos puede ser de menor rango o de la misma manera se puede atribuir directamente al tamaño de partícula como se muestra para la pintura patrón y en el ensayo 11, a diferencia del ensayo 13 que se utiliza una partícula calcinada logrando una película de mayor uniformidad en el sustrato; las burbujas de aire se deben a defectos del proceso ya que quedan dentro de la emulsión y al momento de aplicarse suben a la superficie dejando estos defectos.

Ya para el vinilo tipo II (Anexo 9), el ensayo 8 muestra una película muy uniforme teniendo en cuenta la pintura comercial, este ensayo se basó en cambios de algunas marcas de diferentes materias primas lo cual fue de mucha importancia porque dio características excelentes, se observa el cambio que se realizó con respecto a la pintura patrón demostrando así la nueva calidad de pinturas Pintasma.

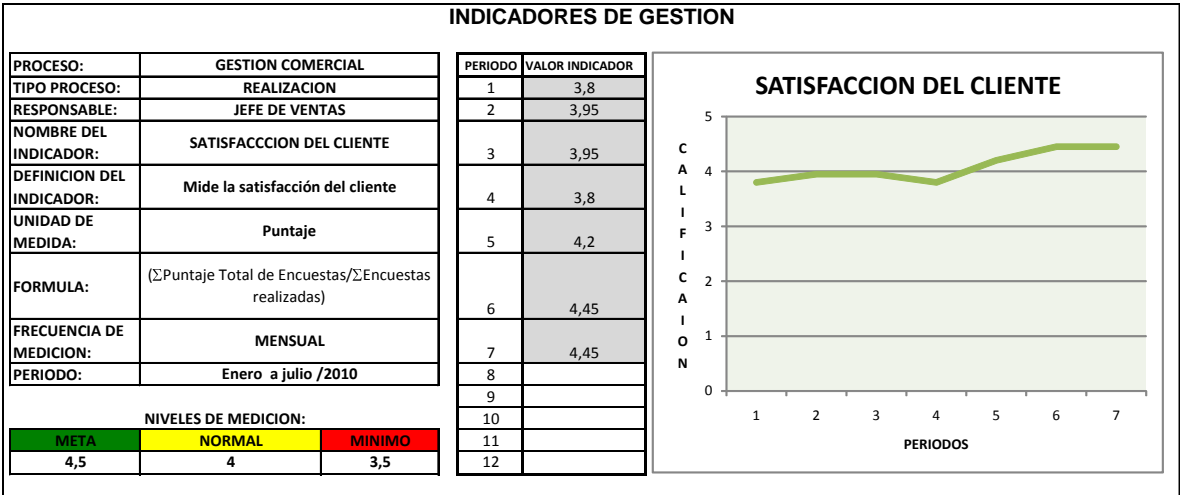
En cuanto al vinilo tipo III (Anexo 10), los resultados de este análisis fueron lo suficientemente satisfactorios como para asegurar que el ensayo 10 demuestra una calidad lo suficientemente alta como para ser la mejor opción para llevar a cabo en los cambios de la formulación en la fábrica de pintura Pintasma.

Gracias a todos estos análisis la Fábrica de Pinturas Pintasma decide aplicar las mejoras en su formulación con el objetivo de analizar los resultados obtenidos después de envasada la pintura, para poder asegurar un aumento de la calidad en cuanto a las mismas y promoviendo el mejoramiento de la empresa para un excelente desempeño de los productos producidos.

3.5. Análisis del indicador del producto

Este estudio se llevó a cabo teniendo en cuenta los períodos antes de y después de los ensayos, con el objetivo de conocer la satisfacción del cliente. El proceso se especifica en la siguiente gráfica.

Figura 14. Indicador de Gestión.



Fuente: Pintasma.

Según este estudio podemos ver que después de realizados los cambios en las formulaciones (periodo 5, 6 y 7), ha ido aumentando el valor del indicador de normal a la meta, concluyendo que la calidad de las pinturas aumentó de manera satisfactoria después del estudio realizado.

CONCLUSIONES

Lo principal de este estudio es conocer cada etapa del proceso de una manera detallada, la forma en que se mezclan todos los componentes que hacen parte de una pintura con la finalidad de que al momento en que se llegue a presentar un problema en cuanto a la calidad de la pintura se pueda tener un indicio de hasta que punto del proceso de producción debo revisar.

El control de calidad de las materias primas es la base del trabajo responsable en el laboratorio para obtener resultados satisfactorios, por lo tanto queda como un buen aprendizaje recalcar la importancia de analizar todo la materia prima, las cualidades del agua a emplear tales como su dureza, realizando un control adecuado de las propiedades de las mismas, para evitar pérdidas de tiempo, de esfuerzo y dinero.

Es muy importante antes de realizar cualquier tipo de ensayo o antes de implementar un cambio en la formulación recurrir detalladamente a calcular el porcentaje de concentración de pigmento pues éste da una idea bastante objetiva de la calidad que el producto puede poseer sin necesidad de malgastar materia prima y tiempo realizando ensayos que posiblemente conlleven a resultados indeseados.

Al aplicar un recubrimiento sobre un sustrato con el fin de determinar sus propiedades hay que tener en cuenta que el sustrato y las condiciones de secado tienen una influencia fundamental en las propiedades finales. Esto también ocurre en la aplicación práctica de pinturas y puede conducir a problemas de calidad y a reclamaciones.

RECOMENDACIONES

Continuar realizando ensayos principalmente para estudiar materia prima de nuevos proveedores con el objetivo de observar las ventajas que éstas le pueden dar a la pintura.

Utilizar resinas de un tamaño de partícula más pequeño debido a que estas penetran en más cantidad y mucho mejor dentro de los poros del sustrato, logrando más puntos de anclaje entre el pigmento, las cargas y la resina, ayudando a fijar mas la película evitando su fácil desprendimiento.

Enfatizar la importancia del pre tratamiento del sustrato para que las características de la pintura se mantengan debido a que una mala limpieza puede provocar comportamientos indeseables en la pintura.

Lograr cálculos específicos de todas las materias primas para disminuir el tiempo de proceso y así obtener una pintura con lotes uniformes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] GONZALEZ Gabriel, Resinas ULTRACRYL una mirada técnica a la fabricación de pinturas arquitectónicas base agua. La Estrella 2006. Pág. 63-81.
- [2] PALACIOS Alvaro Ivan. Estudio de Factibilidad y montaje de una fábrica de pinturas en la ciudad de Bucaramanga. Bucaramanga, 1979. Trabajo de Grado (Ingeniero Industrial). Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Universidad Industrial de Santander.
- [3] SCHWEIGGER Enrique, Manual de pinturas y recubrimientos plásticos. 1 Edición. España. 2005. Pág. 27-42.
- [4] CAMACHO Andrea Patricia. Control del proceso para la aplicación de recubrimientos en polvo electrostáticos para la industria metalmecánica. Bucaramanga, 2009. Trabajo de Grado (Ingeniería Química). Universidad Industrial de Santander.
- [5] CHAVEZ Carlos Arturo. Factibilidad para la creación de una empresa productora de pinturas vinílicas en Bucaramanga. Bucaramanga, 2003. Trabajo de Grado (Profesional en Gestión Empresarial). Universidad Industrial de Santander.
- [6] COMISION Nacional del medio ambiente Región Metropolitana. Guía para el control y la prevención de la contaminación industrial. Santiago, 1998. Pág. 12.
- [7] RANDO José Miguel. Proceso de Fabricación de un Pintura. PFC EUETIB. Proyecto Final de Carrera. 2005.

[8] GUIAS para el control y prevención de la contaminación industrial. Industria elaboradora de pinturas. Santiago, 1998. Pág. 12-14.

[9]<http://www.misformulas.com/2009/12/formula-para-pinturas-vinilicas-en-agua.html>

[10] http://www.fabriquepinturas.com/07_PINTURAS_PLASTICAS_VINILICAS.htm

ANEXOS

ANEXO 1

Clasificación de las pinturas según su función, según el procedimiento de aplicación y según su naturaleza respectivamente.

FUNCIÓN	Protección	Rol	Imprimación	
			Capa intermedia	
			Acabados	
		Sustrato	Madera	
			Cemento, ladrillo, piedra	
			Metales	
			Yeso, fibrocemento	
	Polímeros sintéticos			
	Decoración (modificación características estéticas)			
	Modificación propiedades específicas			Conductividad
				Ignifugidad
				Camuflaje
				Descontaminación nuclear
	Industria alimenticia y hospitalaria			
	Señalización		Vial	Horizontal / vertical
Antideslizante				
Reflectante				
Industrial				
Seguridad				
Identificación				

APLICACIÓN	Convencional	Brocha	
		Rodillo	
		Pistola	Aerográfica
			Sin aire
	Electro asistida	Pistola electrostática	
		Electroforesis	Aeroforesis
			Cataforesis
	Inmersión	Convencional	
		Lecho Fluidizado	
	En continuo	"Coil coating"	

NATURALEZA	Estado	Líquido	Con disolvente			
			Sin volátil			
			Agua			
			Polvo			
	Aglutinante	Secado Físico	Resinas naturales			
			Nitrocelulosa			
			Caucho Clorado			
			Acrílicas no reticulables	En disolvente	En emulsión	
			Vinílicas			
			Caucho cíclico			
			Breas - Asfaltos			
			Hidrocarburos			
			Siliconas			
			Polímeros fluorados			
			Poliuretano			
			Curado química	Aceite secante		
		Alquídicas				
		Fenólicas				
		Amídicas				
		Silicatos				
		Epoxi éster				
			2 Componentes	Epoxi	Poliuretanos	
		Pigmentos	Anticorrosivos	Inhibidores	Minio (Pb)	
					Cromatos (Zn, Sr)	
					Tetraoxicromatos (Zn)	
	Fosfatos (Zn, Zn+Fe)					
	Metaborato (Ba)					
	Colorantes		Orgánicos			
			Inorgánicos			
	Inertes		Impermeabilizantes	Óxido de hierro sintético		
				Mica laminar		
				Óxido hierro micáceo		
			Aluminio laminar			
Biológicamente activos			Óxido cuproso			
	Derivados orgánicos del estaño					

ANEXO 2

Las propiedades físicas y químicas de las cargas tienen gran influencia en las propiedades de los recubrimientos. Entre estas tenemos:

Características de las cargas	Influencia en su aplicación técnica
Composición química	Inercia y compatibilidad con dispersiones, resistencia a la intemperie y a la acidez de la lluvia, resistencia a microorganismos
Granulometría de la carga	Influye el pvc y el cpvc, la reología, consumo de dispersante, compactación y porosidad, poder cubriente, aspecto acabado, el brillo, el ensuciamiento, permeabilidad al vapor de agua.
Morfología de la partícula	Reología, consumo de dispersante, porosidad, resistencia a la intemperie y a la acidez de la lluvia.
Peso específico	Influye el pvc , el asentamiento y en los costos.
Índice de refracción	De importante influencia en el poder cubriente.
Color	Blancura y la nitidez del color de los pigmentos.
pH	La estabilidad de la dispersión de las cargas, resistencia a microorganismos, comportamiento en la intemperie.
Dureza Mohs	Resistencia a la abrasión.

ANEXO 3

Diagrama del proceso de fabricación de las pinturas arquitectónicas a base de agua.



Fuente Fábrica de Pinturas Pintasmas.

ANEXO 4

Especificaciones definidas por la Norma ICONTEC 1335 para las pinturas arquitectónicas a base de agua.

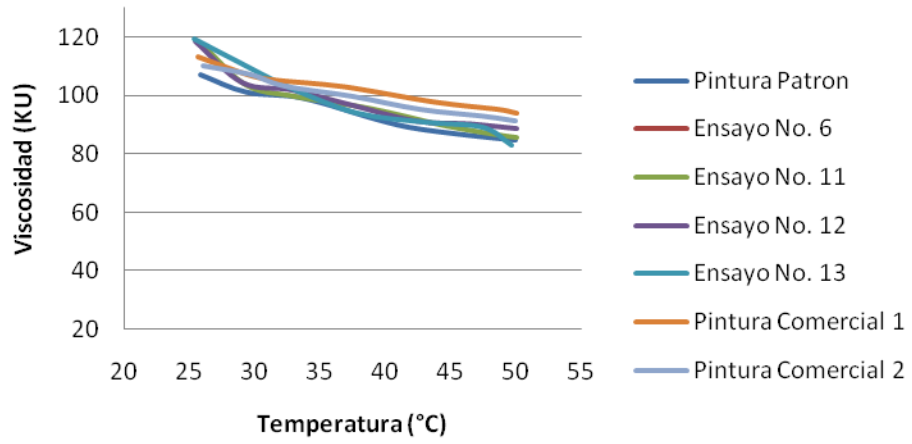
REQUISITOS	Tipo I	Tipo II	Tipo III
Antes de la aplicación			
Viscosidad a 25°C	120	120	120
Finura de dispersión en unidades Hegman	4	4	3
Contenido de sólidos (v/v)%, Mín.	35	32	30
Después de la aplicación			
Poder cubriente, %Min	96	95	95
Tiempo de secamiento para repintar, Máx (h)	4	4	4
Resistencia a la abrasión húmeda con cuña, en ciclos Mín.	400	50	N/A
Lavabilidad. %Min.	80%	50%	N/A
REQUISITOS	Tipo I	Tipo II	Tipo III
Resistencia al agua	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición.	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición	No aplica
Resistencia al álcali	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición.	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición.	No aplica
Entizamiento	Negativo	Negativo	Negativo
Resistencia al cuarteamiento a alto espesor	No debe presentar cuarteamiento.	No aplica	No aplica
Propiedades de aplicación	No debe chorrearse, ni escurrirse, ni formar estrías.		
Aspecto de la película seca	La película debe ser lisa, uniforme, libre de cráteres, burbujas, o empates y no presentar marcas objetables de brocha.		

ANEXO 5

Resultados de viscosidad variando temperatura Vinilo Tipo I.

PINTURA TIPO I						
GRAFICA DE VISCOSIDAD VERSUS TEMPERATURA						
Pintura Patron			Ensayo No. 6			
Temperatura	Viscosidad		Temperatura	Viscosidad		
°C	KU	cp	°C	KU	cp	
25,9	107	2018	25,7	113	2387	
29,4	101,1	1659	29,6	106,8	2009	
33,7	99,1	1546	31,8	105	1900	
39,4	91,8	1212	36,9	102,8	1763	
42,2	88,9	1099	43,8	97,6	1472	
46,3	86,5	998	48,7	95,1	1354	
50	84,8	951	50,1	93,8	1300	
Ensayo No. 11			Ensayo No. 12			
Temperatura	Viscosidad		Temperatura	Viscosidad		
°C	KU	cp	°C	KU	cp	
26,1	117,2	2648	25,5	118,5	2736	
29,4	103,5	1807	29,1	104,3	1856	
33,1	99,6	1576	32,9	101,8	1699	
38,9	95,4	1369	37,2	96,9	1438	
44,5	89,6	1123	42,4	91,1	1185	
48,7	86,3	1000	46,5	90,1	1143	
50,1	85,4	971	50,1	88,5	1082	
Ensayo No. 13			Pintura Comercial 1			
Temperatura	Viscosidad		Temperatura	Viscosidad		
°C	KU	cp	°C	KU	cp	
25,4	119,2	2786	25,7	113	2387	
28,7	111,6	2304	29,6	106,8	2009	
32,6	102,9	1768	31,8	105	1900	
37,8	94,1	1310	36,9	102,8	1763	
43,2	90,9	1177	43,8	97,6	1472	
47,5	89,2	1109	48,7	95,1	1354	
49,7	83,1	895	50,1	93,8	1300	
Pintura Comercial 2						
Temperatura	Viscosidad					
°C	KU	cp				
26,1	110,1	2210				
29,7	107,2	2033				
32,3	103,3	1792				
37,5	99,8	1586				
42,7	95,4	1369				
47,5	93,1	1268				
50	91,5	1202				

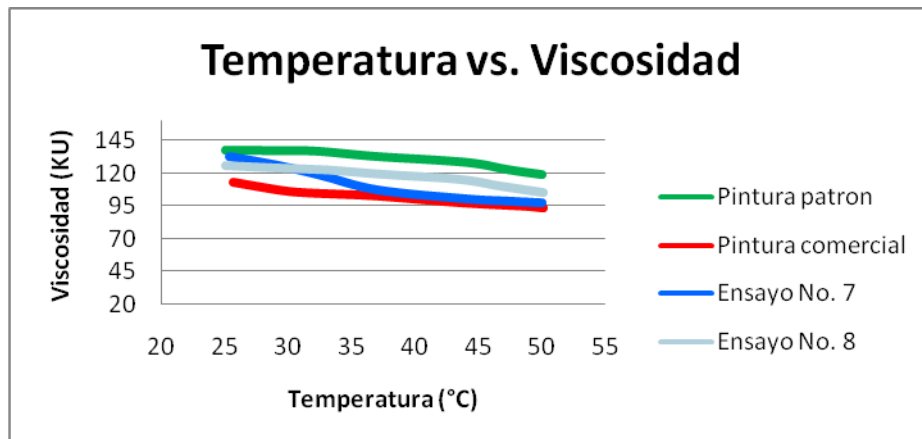
Temperatura vs Viscosidad



ANEXO 6

Resultados de la viscosidad variando temperatura Vinilo Tipo II

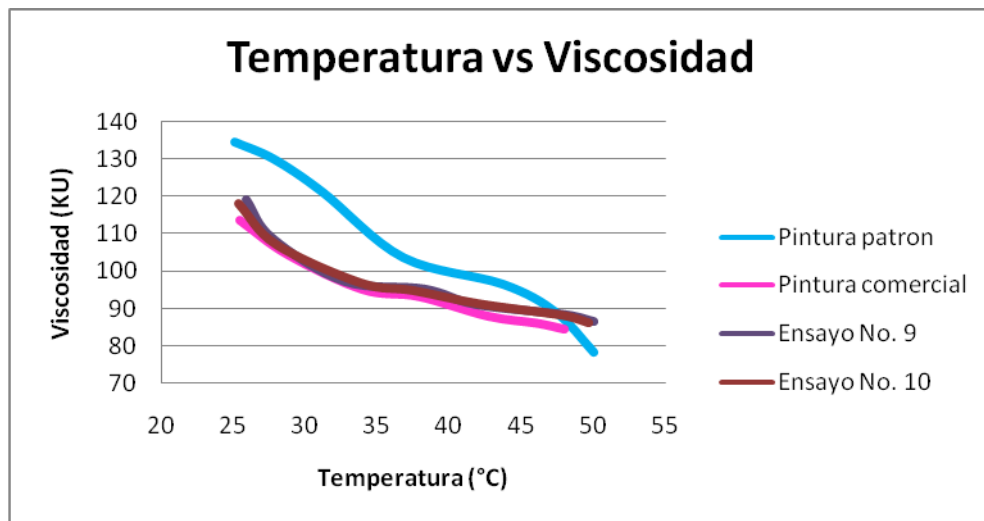
PINTURA TIPO 2						
GRAFICA DE VISCOSIDAD VERSUS TEMPERATURA						
Pintura Patron			Pintura Comercial			
Temperatura	Viscosidad		Temperatura	Viscosidad		
°C	KU	cp	°C	KU	cp	
25,1	137,4	4468	25,7	113	2387	
28,9	137,1	4433	29,6	106,8	2009	
32,4	136,6	4152	31,8	105	1900	
36,7	132,8	3956	36,9	102,8	1763	
44	128,1	3563	43,8	97,6	1472	
47,4	122,3	3230	48,7	95,1	1354	
50	118,6	2746	50,1	93,8	1300	
Ensayo No. 7			Ensayo No. 8			
Temperatura	Viscosidad		Temperatura	Viscosidad		
°C	KU	cp	°C	KU	cp	
25,4	132,6	3936	25,1	125,9	3936	
29,1	126,2	3410	28,9	124,2	3410	
32,5	118,7	2451	33,1	122,6	2451	
37,1	107,3	2038	37,4	119,3	2038	
44,2	100,5	1625	43,5	115,4	1625	
47,6	98,8	1532	46,8	110,1	1532	
50	97,6	1472	50,1	105,3	1472	



ANEXO 7

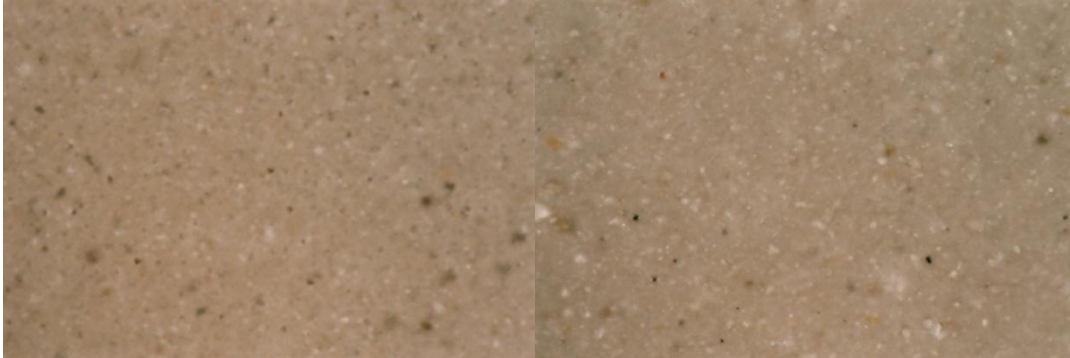
Resultados de viscosidad variando temperatura Vinilo Tipo III.

PINTURA TIPO 3						
GRAFICA DE VISCOSIDAD VERSUS TEMPERATURA						
Pintura Patron			Pintura Comercial			
Temperatura	Viscosidad		Temperatura	Viscosidad		
°C	KU	cp	°C	KU	cp	
25,1	134,4	4113	25,5	113,8	2436	
27,8	129,9	3700	28,8	104,6	1871	
31,2	121	2980	34	95,2	1359	
36,8	103,5	1900	37,9	93,3	1276	
43,7	96,4	1418	42,7	88	1064	
47,4	88,8	1094	46,1	86,1	995	
50	78,2	759	48	84,5	941	
Ensayo No. 9			Ensayo No. 10			
Temperatura	Viscosidad		Temperatura	Viscosidad		
°C	KU	cp	°C	KU	cp	
25,9	119,2	2791	25,4	118,2	2717	
27,7	108,9	2136	28	107,2	2033	
32,7	97,3	1458	33,9	96,8	1433	
38,3	95,2	1359	37,5	94,8	1345	
41,8	91,1	1185	42,1	91,2	1187	
48,1	88,3	1074	47,9	88,1	1067	
50	86,5	1008	49,7	86,1	995	



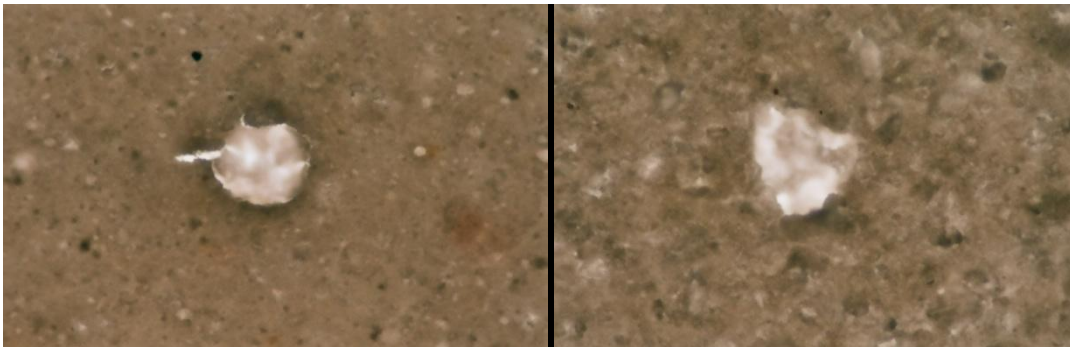
ANEXO 8

Prueba microscópica Vinilo Tipo I.



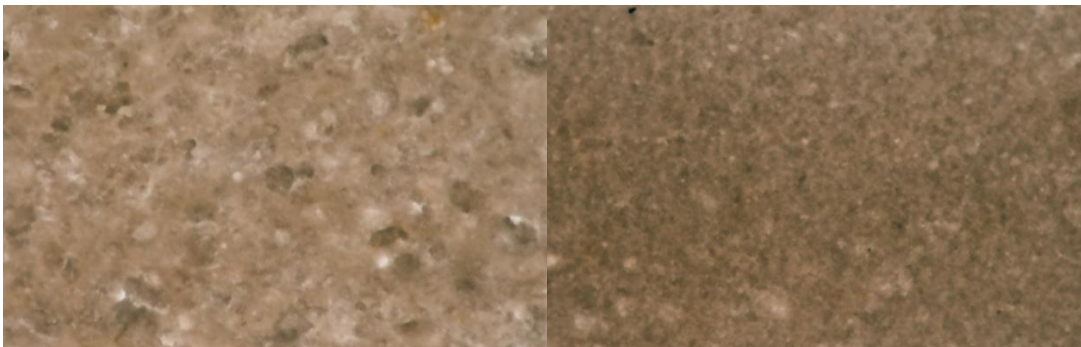
Pintura Comercial No. 1

Pintura Comercial No. 2



Pintura Comercial No. 1

Pintura Patrón



Ensayo 11

Ensayo 13

ANEXO 9

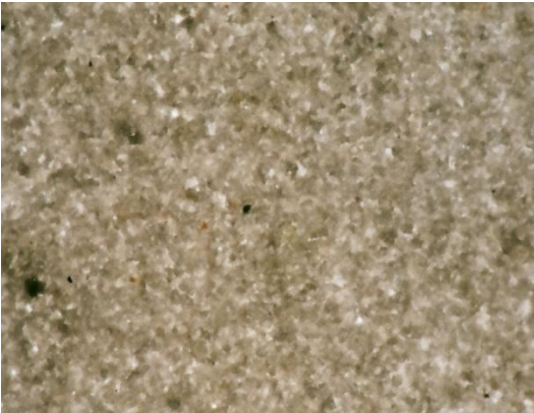
Prueba microscópica vinilo Tipo I.



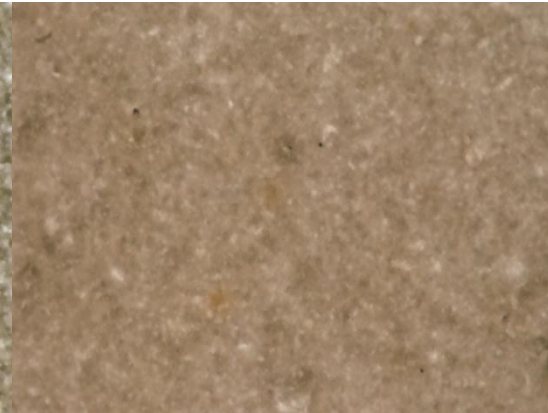
Pintura Comercial



Pintura Patrón



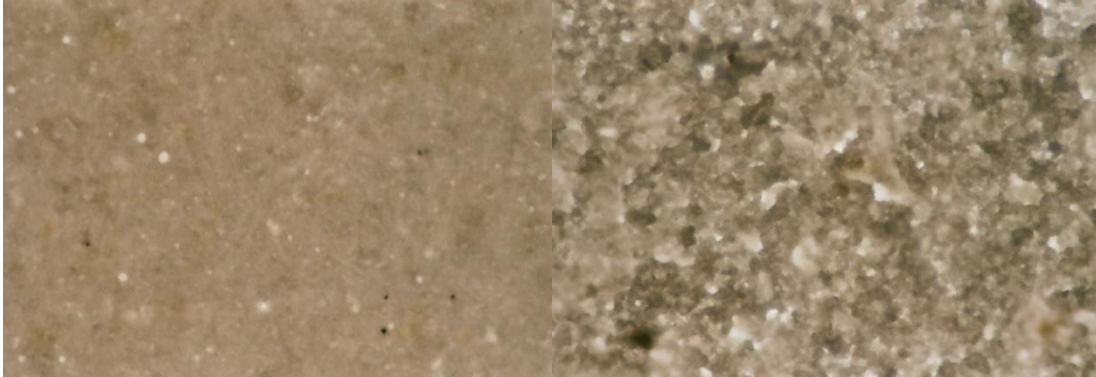
Ensayo 7



Ensayo 8

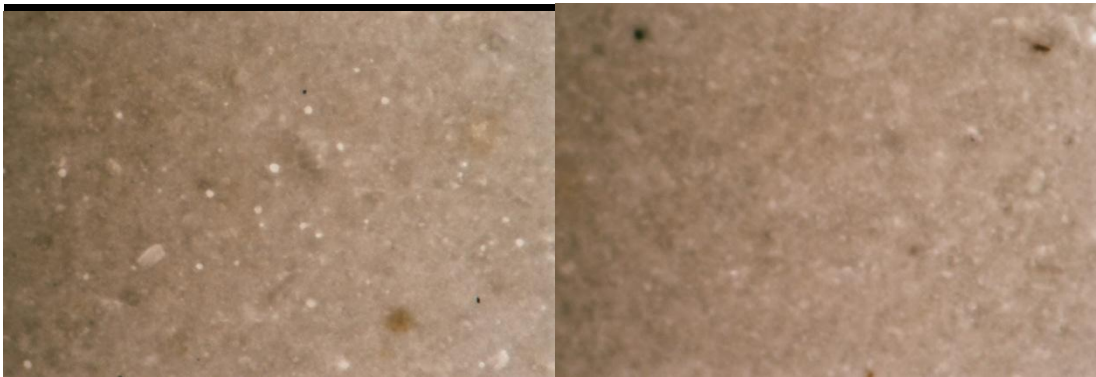
ANEXO 10

Prueba microscópica vinilo tipo III.



Pintura Comercial

Pintura Patrón



Ensayo 9

Ensayo 10