



**Localización y desarrollo de concentrados pigmentarios para entonación de recubrimientos
industriales**

Doris Helena Gutiérrez Londoño

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Química

Asesores

Lina María González Rodríguez, Ingeniera Química, Doctor (PhD) en Ciencias Químicas

Diego Pérez Mesa, Ingeniero Químico

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Química

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Gutiérrez Londoño, 2022)
Referencia	Gutiérrez Londoño, D.H. (2022). Localización y desarrollo de concentrados pigmentarios para entonación de recubrimientos industriales. Trabajo de grado profesional, Ingeniería Química, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi mamá por siempre ser incondicional y apoyarme en todo momento, a mi padre por siempre querer lo mejor para mí y siempre brindarme su amor y confianza.

Agradecimientos

A mis asesores Lina María Rodríguez por brindarme su acompañamiento y dedicación en mi desarrollo profesional, a Diego Pérez por brindarme sus conocimientos y permitirme realizar mis prácticas en PPG, a todos los Químicos y Técnicos de PPG por brindarme su cariño y experiencias y colaboración.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	16
Plan de entrenamiento y inducción:	16
Consecución de las materias primas:	16
Formulación del producto y Diseños de Experimento:	16
4 Resultados	22
5 Análisis	26
6 Conclusiones y recomendaciones	28
Referencias	29

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Formulación ensayo 1 blanco</i>	16
Tabla 2 <i>Formulación ensayo 2 blanco</i>	17
Tabla 3 <i>DOE 1 blanco</i>	17
Tabla 4 <i>DOE 2 blanco</i>	17
Tabla 5 <i>Formulación ensayo 3 blanco</i>	18
Tabla 6 <i>Formulación ensayo 1 azul</i>	18
Tabla 7 <i>Formulación ensayo 2 azul</i>	19
Tabla 8 <i>DOE 1 azul</i>	19
Tabla 9 <i>Formulación ensayo 1 magenta</i>	20
Tabla 10 <i>Formulación ensayo 2 magenta</i>	20
Tabla 11 <i>Formulación ensayo 1 negro</i>	20
Tabla 12 <i>Formulación ensayo 2 negro</i>	21
Tabla 13 <i>Resultados obtenidos del concentrado pigmentario blanco</i>	23
Tabla 14 <i>Resultados obtenidos del concentrado pigmentario azul</i>	24
Tabla 15 <i>Resultados obtenidos del concentrado pigmentario magenta</i>	24
Tabla 16 <i>Resultados obtenidos del concentrado pigmentario negro</i>	25

Lista de figuras

Figura 1 Grafica de resultados de la variación del esfuerzo con aumento de porcentaje de dispersante.....	22
Figura 2 Grafica de resultados de la variación del esfuerzo con aumento de porcentaje de titanio.....	23

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA	American Psychological Association
Cms.	Centímetros
EHS	Environment Health and Safety
mL	Mililitros
g	Gramos
KU	Krebs
µm	Micras
PhD	Philosophiae Doctor
Pa	Pascales
s	Segundos
%	Porcentaje
H	HoraMililitros
°C	Grados Centígrados
PMC	Protective and Marine Coatings
OEM	Original Equipment Manufacture
PostDoc	PostDoctor
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

En esta práctica académica se elaboraron concentrados pigmentarios mediante la implementación de formulaciones, en las que se evaluaron diferentes tipos de materias primas pertinentes para la fabricación de los concentrados y como su reología afecta el esfuerzo de trituración en cada uno de los concentrados. Como variables de prueba se analizarán los tiempos de secado, el brillo, el choque pigmentario, la viscosidad brookfield y la viscosidad de Krebs, el “rub out”, la densidad y la molienda.

Palabras clave: Resina, solvente, aditivos, cargas, esfuerzos.

Abstract

In this academic practice, pigmentary concentrates were made through the use of formulations in which different types of raw materials were evaluated for the production of the concentrates and how their rheology affects the grinding force on each one of the concentrates. As fluctuating tests, drying times, shine, pigmentary shock, Brookfield viscosity, and Krebs viscosity, the "rub out", density and grinding were analyzed.

Keywords: Resin, solvent, additives, fillers, stresses.

Introducción

PPG Colombia Ltda. es una filial PPG Industries, la cual fue fundada en 1883, tiene sede central en Pittsburgh, Pennsylvania y opera en más de 60 países de todo el mundo, con la producción y distribución de recubrimientos de alto rendimiento para la industria aeroespacial, arquitectónica, repintado automotriz, recubrimiento protector marino, automotriz OEM, recubrimiento de embalajes, productos ópticos, sílices, cloro alcalino y derivados, fibra de vidrio y vidrio plano.

Actualmente cuenta con cinco líneas de negocio las cuales son protección y marino (PMC), repintado automotriz (Refinish), envases (Packing), fabricante de automóviles (OEM) e Industria. (INDUSTRIES, s.f.)

La unidad de negocio PMC desarrolla actualmente revestimientos y sistemas para infraestructuras civiles y comerciales, ofrecen una protección probada contra la corrosión, las altas temperaturas y el fuego, también ofrecen revestimientos para proyectos marinos, revestimientos de tanques para industrias petroquímicas y equipos mineros. Actualmente se observó una oportunidad de negocio al fabricar los concentrados pigmentarios, esto con el objeto de disminuir los tiempos de producción y ser más competitivos. Con el desarrollo de los concentrados pigmentarios se ve una oportunidad de negocio ya que se puede abastecer a Latinoamérica y a futuro ofrecerlos a nivel mundial, disminuyendo la dependencia de Europa para la fabricación de estos.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Evaluar la fabricación, producción y análisis de los concentrados pigmentarios color Blanco, Azul Rey, Magenta y Negro en la empresa PPG.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar mediante un diseño de experimentos los tiempos de secado y la viscosidad de los pigmentos.
- Verificar propiedades de diseño tales como molienda, viscosidad, densidad, brillo, esfuerzo de trituración, diferencia de color (DE), así como el “Rub out”, brillo y choque pigmentario.

2 Marco teórico

Cuando se habla de recubrimientos nos referimos a pinturas, temple, barnices, esmaltes, lacas, imprimaciones, incluso recubrimientos electrolíticos, que escapan de este campo. Se puede definir una pintura líquida como una mezcla heterogénea de componentes que una vez aplicada y seca se transforma en una película continua de espesor más o menos uniforme, sin pegajosidad al tacto y con las características o aptitud al uso con la que ha sido diseñada. Los componentes de la pintura varían en gran manera en función del tipo de acabado que se requiera y de las condiciones de aplicación y secado. La composición genérica de una pintura es la siguiente, aun cuando algunos tipos pueden no contener todos los ingredientes:

- Ligante, resina, polímero o vehículo en algún caso.
- Cargas o fillers o componentes de relleno (no imperativo).
- Pigmentos.
- Disolvente o disolventes más o menos volátiles (Thinner) (no imperativo).
- Aditivos.

El ligante o resina son productos cuya misión es la de mantener unidas las partículas sólidas, pigmentos y cargas, una vez esté seca la pintura. Los polímeros confieren a las pinturas las propiedades que definen los diferentes tipos de producto según su resistencia química, dureza, elasticidad, adherencia, viscosidad, secado, entre otros. Pueden ser acrílica, vinílica, poliéster, poliuretano y epoxica. Las cargas, extendedores o fillers son, en general de naturaleza inorgánica, aportan cuerpo, materia sólida, y dan estructura, viscosidad y reología a la pintura. También proporcionan espesor de capa, opacidad, propiedades anticorrosivas. Las cargas son opacas cuando están secas, pero son translúcidas en estado húmedo. Cabe distinguir entre cargas propiamente dichas y los extendedores (stenders). Los primeros aportan materia sólida a la pintura, mientras que los segundos mejoran el rendimiento de los pigmentos cubrientes. También es preciso indicar que en función de la carga utilizada variará de forma ostensible la viscosidad, la reología el brillo y otras características del producto final. Otra cuestión importante es la diferencia entre los índices de refracción de la carga y el ligante utilizado, cuanto mayor es la diferencia mayor es el poder cubriente de la carga. Las cargas son en general de geometría esférica, mientras que los stenders

son de estructura laminar o acicular. Los pigmentos son compuestos orgánicos e inorgánicos cuya función es proporcionar a la pintura color y poder cubriente. Los pigmentos son opacos tanto en seco como en húmedo. Un pigmento muy empleado es el bióxido de titanio de gran poder cubriente y alta solidez a la degradación ambiental en comparación con otros pigmentos blancos históricamente empleados. Disolventes suelen ser el agua, alcoholes, cetonas, ésteres, aromáticos y otros productos de naturaleza orgánica que proporcionan a la pintura manejabilidad, aplicabilidad, entre otros. por medio de su control se varían propiedades como son viscosidad, consistencia, tiempos de secado, etc. Los disolventes se utilizan además para solubilizar las resinas y regular la velocidad de evaporación. La utilización de disolventes que no disuelven al ligante es frecuente en la formulación de pinturas, se les denomina co-solventes. Las dos características más importantes de los disolventes son su poder solvente (índice kauri-butanol) y velocidad de evaporación (curva de evaporación). son productos que se dosifican en pequeñas cantidades para facilitar el proceso de fabricación de la pintura, aportar unas características concretas a la película de pintura seca, crear las condiciones adecuadas para que el secado se produzca de forma correcta y para estabilizar la pintura en el periodo de almacenamiento. Dentro de este grupo de productos encontramos humectantes y dispersantes cuya función es facilitar el mojado de pigmentos y cargas y su posterior dispersión y estabilización; espesantes que se utilizan para conseguir una consistencia determinada; agentes reológicos para dar un comportamiento determinado a la pintura durante y después del proceso de aplicación, antioxidantes, gelificantes, antimoho, antiespumantes. (Vicente & A)

REOLOGIA Y FORMULACION.

El proceso de fabricación de pinturas es totalmente físico y se efectúa en cuatro fases perfectamente diferenciadas:

Dispersión:

En esta fase se homogeneizan disolventes, resinas y los aditivos que ayudan a dispersar y estabilizar la pintura, posteriormente se añaden con agitación los pigmentos y las cargas. Se efectúa una dispersión a alta velocidad con el fin de romper los agregados de pigmentos y cargas.

Molienda:

El producto obtenido en la fase anterior no siempre tiene un tamaño de partícula homogéneo o suficientemente pequeño para obtener las características que se desean. En este caso se procede a una molturación en molinos, generalmente de perlas o bolas.

Dilución (let-down):

La pasta molida se completa siempre con agitación, con el resto de los componentes de la fórmula. Los componentes se deben añadir uno a uno para evitar posibles reacciones entre ellos.

Ajuste de viscosidad:

Es el último paso en la elaboración de una pintura, consiste en proporcionar a la pintura fabricada un aspecto de fluidez homogéneo en todas las fabricaciones y que se ajuste a las necesidades de aplicación de esta.

FASES PARA LA FABRICACIÓN DE LOS CONCENTRADOS PIGMENTARIOS

Empastado:

Consiste en la incorporación de las materias al agitador y posteriormente la humectación de materiales sólidos en el medio líquido.

Molienda:

La pasta al salir de la etapa de empastado es llevada a un molino que puede ser vertical o horizontal en donde los pigmentos son dispersados hasta alcanzar un tamaño de partícula óptimo.

Dilución:

Se agregan los materiales restantes especialmente los sensibles a la temperatura, donde se debe tener agitación con turbulencia, para lograr mayor homogeneidad.

PROPIEDADES PARA EVALUAR DESPUES DE LA FABRICACIÓN DE LOS CONCENTRADOS

Molienda:

Es el grado de finura de la dispersión de los pigmentos en la pintura líquida. Se evalúa en piedras de molienda y los resultados se obtienen tanto en micras como en Hegman. (PPG Industries Ltda)

Viscosidad:

Es la resistencia que tienen los fluidos al flujo. Entre las formas de medir esta propiedad se tiene: copas de viscosidad (Ford 4, Din 4, Zhan), viscosímetro Brookfield, viscosímetro KU, entre otros. (PPG)

Densidad:

Es una magnitud escalar que permite relacionar la cantidad de masa presente en un determinado volumen, se puede medir mediante copas de densidad o picnómetro. (Ltda, s.f.)

Esfuerzo de tinturación:

Capacidad que tiene un pigmento para dar o cambiar el tono de otro pigmento. Este puede estar determinado por el tipo y la cantidad de pigmento, la finura de la molienda y la dispersión del pigmento.

Sólidos:

Es parte del recubrimiento que se deposita en el sustrato, aunque cabe destacar que durante la aplicación un porcentaje importante de los sólidos no llega a su objetivo.

Porcentaje de sólidos:

Consiste en evaluar el porcentaje de material sólido presente en una muestra de pintura cuando esta se expone a condiciones de temperatura y tiempo controladas. El método es aplicable a materiales que contienen solventes fáciles de secar.

Rub out:

Determina la homogeneidad del color de un producto cuando se frota en húmedo, pasada cierta cantidad de tiempo luego de su aplicación.

Delta E:

Los niveles Delta E son la diferencia entre el color mostrado y el estándar de color original del contenido de entrada. Los niveles Delta E más bajos indican una mayor precisión, mientras que los niveles Delta E más altos indican un desajuste significativo. (What is Delta E? , s.f.)

Delta E se mide en una escala de 0 a 100, donde 0 es una diferencia de color menor y 100 indica una distorsión completa, los rangos de percepción estándar son los siguientes:

- ≤ 1.0 : No perceptible por el ojo humano
- 1-2: Perceptible a través de la observación de cerca
- 2-10: Perceptible a simple vista
- 11-49: Los colores son más parecidos que los opuestos. (What is Delta E? , s.f.)
- 100: Los colores son exactamente opuestos

3 Metodología

Plan de entrenamiento y inducción:

En esta fase del proceso se llevó a cabo la inducción por parte de Recursos Humanos de la empresa y por EHS donde se presentaron las normas y reglas de la empresa, conocimiento del personal y de la planta, recorrido por la planta y el laboratorio, entrega de dotación. También se asignó un plan de entrenamiento y capacitación para conocer los diferentes equipos, su uso, y las diferentes pruebas y procesos de fabricación y producción de los productos.

Consecución de las materias primas:

En esta fase del proyecto se llevó a cabo el estudio de las materias primas y sus proveedores, costos y consecución de ellas.

Formulación del producto y Diseños de Experimento:

Para esta etapa del proyecto se tuvieron varias reuniones con el asesor donde se asignaron los ensayos y diseños y se realizaron las formulaciones para cada concentrado pigmentario.

Blanco

Para esta fase del proyecto se desarrollaron las primeras formulaciones del producto en la cual fue necesario realizar dos ensayos iniciales en donde se evaluaban dos diferentes tipos de aditivos (dispersante) para mirar cuál de los dos lograban dispersar mejor el pigmento e incorporarlo a la resina.

Tabla 1 *Formulación ensayo 1 blanco*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapas
Resina Acrílica	Resina Ligante	21.85%	Empastado y molienda
Dispersante 1	Dispersante	2.63%	Empastado
Solvente	Solvente	11.37%	Empastado y molienda
Carga	Carga	0.5%	Empastado
Pigmento Blanco	Pigmento	63.20%	Empastado

Tabla 2 *Formulación ensayo 2 blanco*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapas
Resina Acrílica	Resina Ligante	20.3%	Empastado y molienda
Dispersante 2	Dispersante	2.72%	Empastado
Solvente	Solvente	8.48%	Empastado y molienda
Carga	Carga	0.5%	Empastado
Pigmento Blanco	Pigmento	68%	Empastado

Posteriormente fue necesario realizar dos diseños de experimentos en los cuales se evaluaba la capacidad del dispersante para ayudar a tener un buen esfuerzo de trituración.

Tabla 3 *DOE 1 blanco*

Descripción	E1	E2
Concentrado Pigmentario	99%	-
Concentrado Pigmentario	-	99%
Dispersante 1	1%	-
Dispersante 2	-	1%
Total	100%	100%

Tabla 4 *DOE 2 blanco*

Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Concentrado Pigmentario Blanco	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pigmento Blanco	-	-	-	-	-	2%	2%	2%	2%
Dispersante 2	0%	1%	2%	3%	3.40%	0%	1%	2%	3%
Total	100%	101%	102%	103%	103.40%	102%	103%	104%	105%

Finalmente se logró obtener una formulación que cumpliera con el esfuerzo de trituración y este ensayo formulado fue pasado a producción para la consecución del primer lote del concentrado pigmentario blanco. **Tabla 5**

Tabla 5 *Formulación ensayo 3 blanco*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapa
Resina Acrílica	Resina Ligante	21.56%	Empastado y molienda
Dispersante 1	Dispersante	2.55%	Empastado
Dispersante 2	Dispersante	0.97%	Empastado
Solvente	Solvente	10.03%	Empastado y molienda
Carga	Carga	0.48%	Empastado
Pigmento	Pigmento	61.12%	Empastado

Azul Rey

Para el concentrado Azul se hicieron inicialmente dos formulaciones, sin embargo se presentó un incremento en la viscosidad del producto en la etapa de molienda lo cual ocasiono que el molino se detuviera y no permitiera seguir moliendo el producto y no se alcanzara el rango deseado para la molienda, por lo que fue necesario realizar un diseño de experimentos para mirar un contratipo de resina y de aditivos que permitiera tener una viscosidad más baja que permitiera dejar moler el producto y alcanzar el rango necesario.

Tabla 6 *Formulación ensayo 1 azul*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapa
Resina Acrílica	Resina Ligante	50.40%	Empastado y Molienda
Dispersante 2	Dispersante	13.70%	Empastado
Solvente	Solvente	12.30%	Empastado y Molienda
Pigmento Azul	Pigmento	23.60%	Empastado

Magenta

Para el concentrado pigmentario magenta se realizaron dos formulaciones en las cuales se evidencio para la primera formulación un aumento de viscosidad por lo cual fue necesario cambiar la formulación aumentando el porcentaje de pigmento y dispersante.

Tabla 9 *Formulación ensayo 1 magenta*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapa
Resina Acrílica	Resina Ligante	65.43%	Empastado y Molienda
Dispersante 2	Dispersante	8.24%	Empastado
Solvente	Solvente	13.30%	Empastado y Molienda
Pigmento Magenta	Pigmento	13.03%	Empastado

Tabla 10 *Formulación ensayo 2 magenta*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapa
Resina Acrílica	Resina Ligante	65.43%	Empastado y Molienda
Dispersante 2	Dispersante	8.94%	Empastado
Solvente	Solvente	10.98%	Empastado y Molienda
Pigmento Azul	Pigmento	14.65%	Empastado

Negro

Tabla 11 *Formulación ensayo 1 negro*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapa
Resina Acrílica	Resina Ligante	41.49%	Empastado y Molienda
Dispersante 2	Dispersante	8.60%	Empastado
Solvente	Solvente	19.70%	Empastado y Molienda
Pigmento Negro	Pigmento	30.22%	Empastado

Tabla 12 *Formulación ensayo 2 negro*

Materia Prima	Función	% Peso	Etapa
Resina Acrílica	Resina Ligante	40.8%	Empastado y Molienda
Dispersante 2	Dispersante	8.60%	Empastado
Solvente	Solvente	18.20%	Empastado y Molienda
Pigmento Negro	Pigmento	32.40%	Empastado

Evaluación de Propiedades

En esta etapa del proyecto se validaron los ensayos y diseños y se realizaron todas las pruebas pertinentes para la aprobación de los primeros lotes de producción de los concentrados pigmentarios en la planta.

4 Resultados

Los resultados obtenidos se presentan según el orden reportado en la metodología y la fabricación que se realizó de los productos según el orden de prioridad debido al desabastecimiento que se presentaba.

Resultados concentrado pigmentario blanco

A continuación, se mostrará la tabla de resultados que permitió la fabricación del primer lote de producción de concentrado blanco, la cual fue posible luego de varios ensayos y diseños de experimentos ya que con las primeras formulaciones se tenía un resultado de esfuerzo bajo, lo cual conlleva a hacer un estudio de cual aditivo era funcional para lograr llegar a un esfuerzo del 100%, teniendo en cuenta que también se varió la cantidad de pigmento blanco en la formulación

Figura 1 *Grafica de resultados de la variación del esfuerzo con aumento de porcentaje de dispersante*

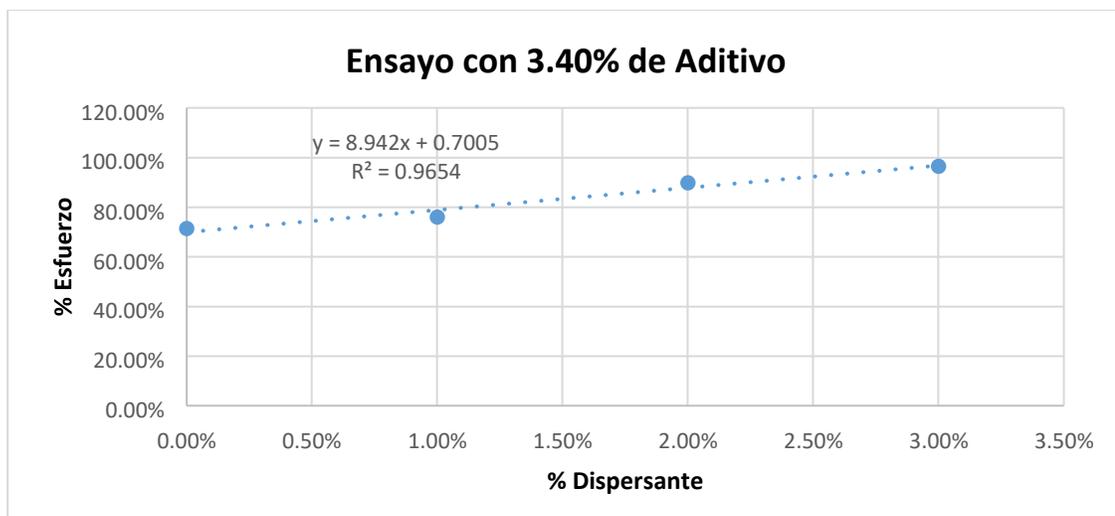


Figura 2 Grafica de resultados de la variación del esfuerzo con aumento de porcentaje de titanio

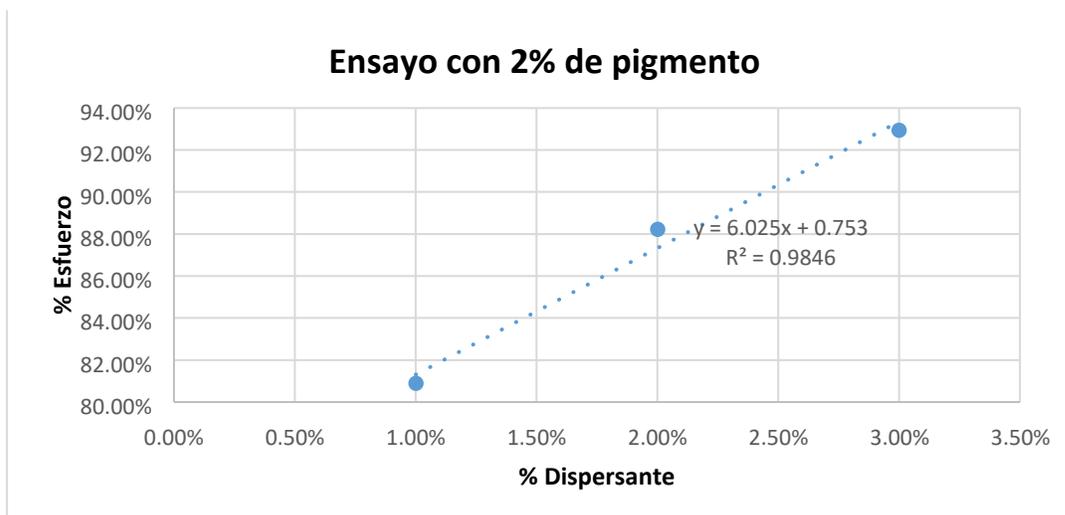


Tabla 13 Resultados obtenidos del concentrado pigmentario blanco

Prueba	Especificación	Rango Mínimo	Rango Máximo	Resultado
Molienda (µm)	-	0	5	0
Densidad (g/mL)	a 23°C	1.94	2.02	1.82
Viscosidad (Pa.s)	Girante 4 a 100rpm	600	900	874
Esfuerzo de tinturación (%)	-	98	102	100
DE	-	0	1	0.5
Rub Out	-	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Viscosidad (KU) Inicial	-	60	90	90
Viscosidad (KU)	-	60	90	90
Sólidos (%)	170°C 1H	76	80	77.82

Resultados concentrado pigmentario azul

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en los ensayos y diseños de experimento que se realizaron para el azul, donde se no fue posible lograr un ensayo en donde se mantuviera una viscosidad baja, por el contrario, la viscosidad aumentaba considerablemente lo que hacía imposible el proceso de molienda, ya que la muestra cogía cuerpo y el molino se detuviera.

Tabla 14 Resultados obtenidos del concentrado pigmentario azul

Resultado	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
KU inicial	62.4	62.4	63.1	61.6	63.3	57.8	57.6	79.7	80.4
KU final 1H	114.9	110.1	118.6	109.3	99.4	88.6	86.7	95	99.5
KU final 2H	127.3	122.3	136.7	121.7	115.8	100.7	100.5	105.8	107.2
KU final 3H	-	-	-	-	129.9	116	112.9	120	128
Esfuerzo de tinturación	-	-	-	-	-	74.22	70.4	58.64	59.41

Resultados concentrado pigmentario magenta

Para los resultados de este concentrado se obtuvieron mediante dos ensayos, donde en el ensayo de la **Tabla 9** se logró obtener un resultado de molienda igual a cero micras, sin embargo, el esfuerzo estaba bajo y la viscosidad elevada, por lo que se decidió realizar un nuevo ensayo **Tabla 10** donde se incrementó la concentración del pigmento magenta, resina y aditivo, donde se obtuvo una molienda de cero micras, una viscosidad muy elevada y un esfuerzo del 98.83%.

Tabla 15 Resultados obtenidos del concentrado pigmentario magenta

Prueba	Especificación	Rango Mínimo	Rango Máximo	Resultado
Molienda (μm)	-	0	5	0
Densidad (g/mL)	a 23°C	1.04	1.07	1.04
Viscosidad (Pa.s)	Girante 7 a 100rpm	12000	15000	14040
Esfuerzo de tinturación (%)	-	98	102	98.83
DE	-	0	1	0.63
Rub Out	-	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Viscosidad KU Inicial (KU)	-	60	90	64
Viscosidad (KU)	-	60	90	90
Sólidos (%)	170°C 1H	58	62	59.99

Resultados concentrado pigmentario negro

Se observan los resultados en la **Tabla 16** donde se logró obtener un esfuerzo de tinturación de 99.65% y las demás propiedades ajustadas dentro del rango permitido.

Tabla 16 Resultados obtenidos del concentrado pigmentario negro

Prueba	Especificación	Rango Mínimo	Rango Máximo	Resultado
Molienda (μm)	-	0	5	5
Densidad (g/mL)	a 23°C	1.14	1.18	
Viscosidad (Pa.s)	Girante 3 a 100rpm	300	600	377
Esfuerzo de tinturación (%)	-	98	102	99.65
DE	-	0	1	3.14
Rub Out		Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Viscosidad KU Inicial (KU)	-	60	90	64
Viscosidad (KU)	-	60	90	89.7
Sólidos %	170°C 1H	58	62	58.5

5 Análisis

De los resultados obtenidos de los concentrados pigmentarios para el blanco se puede evidenciar que un aumento en el porcentaje del dispersante dos ayudó a mejorar el esfuerzo de tinturación, permitiendo llegar a un esfuerzo del 100% y a la producción del primer lote del concentrado blanco. Sin embargo, una buena formulación no requiere ajustes en el dispersante, como los usados en estos experimentos, ya que lo ideal sería que el esfuerzo se diera por la cantidad de pigmento que se tiene. En el caso de la resina acrílica se evidencia una poca humectación, lo que hace que el pigmento blanco no se dispersase lo suficiente y no genere un buen poder cubriente en la película a aplicar.

También es importante resaltar que al momento de realizar los esfuerzos por inspección visual se evidenciaba que el concentrado pigmentario blanco igualaba en tono al estándar, sin embargo, al momento de curado total, el tono del concentrado cambiaba oscureciéndose. Lo cual es un indicador de que al momento de hacer el debilitado del concentrado se veía una homogeneidad, pero por diferencia de densidades el concentrado pigmentario blanco migraba hacia la parte inferior de la película y el debilitador ascendía a la parte superior ocasionando un esfuerzo bajo en tono.

Se evidencia que las propiedades como molienda, viscosidad, porcentaje de sólidos, rub out y densidad son estables dentro del rango permitido, mostrando que la formulación es reproducible en el tiempo y garantizando un buen desempeño del producto, ya que desde la fase de la empastada hay un buen porcentaje de sólidos y se garantiza una molienda de cero micras. Este hecho es muy factible para el producto ya que con un mejor desempeño de la resina y el pigmento se pudiese llegar a una formulación en donde no sea necesaria la etapa de molienda y reduciendo costos de operación en la fabricación del producto.

Se probaron varias tecnologías de tinturación del concentrado blanco y se evidencio que tiene un buen poder cubriente, el producto es homogéneo y no presenta grumos; lo cual es significativo para las otras unidades de negocio de PPG que utilizaran a futuro el concentrado.

Para el concentrado pigmentario azul se presenta una incompatibilidad de la resina con el pigmento, ya que durante los ensayos la viscosidad del producto incrementaba significativamente ocasionando que el molino no opere y frene el proceso. Caso contrario a lo sucedido con el

pigmento blanco, el cual no presento incremento en la viscosidad. Debido a esto se hizo necesario buscar opciones de aditivos que ayudaran a controlar el incremento en la viscosidad, pero ninguno de los prototipos propuestos logro tener un buen desempeño.

Un factor determinante en el proceso de fabricación y producción del concentrado magenta fue el número de pasadas por el molino, ya que este también inicialmente presentaba un incremento en la viscosidad. Reduciendo el número de pasadas por el molino y verificando en cada una de ellas el cumplimiento del rango de molienda. Con el cumplimiento del rango en el producto, este podría ser bajado y obtener un producto que cumpliera con las propiedades como el tono, el esfuerzo, densidad, viscosidad y porcentaje de sólidos. Con un incremento en el porcentaje de pigmento y de dispersante número dos, en los colores fuertes como azul, magenta y negro se presenta un incremento en la viscosidad del producto. Esto puede ser causado por la incompatibilidad de la resina con el pigmento, lo cual explicaría el por qué adicionando dispersante se logra llegar a tener un producto con las especificaciones deseadas.

El concentrado pigmentario negro el tener un flujo alto en el molino y una viscosidad KU baja hizo que la molienda en la pasada diecisiete estuviera en diez micras, por lo cual se hizo necesario disminuir el flujo del molino para disminuir y así con dar otras tres pasadas por el molino se llegó a un producto de cinco micras, lo cual ayudó que la viscosidad no variara. Respecto al esfuerzo se observó una diferencia, lo cual indicaba que entre mayor tiempo de secado se le otorgue a la película mayor es el incremento del esfuerzo.

6 Conclusiones y recomendaciones

Por medio de la metodología propuesta y los objetivos planteados se logró el desarrollo de cuatro concentrados pigmentarios, validando los tipos de aditivos que mejoraban el producto. El dispersante numero dos presenta una buena compatibilidad con las otras materias primas, ya que ayuda a mejorar satisfactoriamente las propiedades del producto.

Un cambio en el pigmento azul podría ayudar a mejorar la viscosidad del producto y permitiría un mayor incremento en el esfuerzo de tinturación y unas mejores propiedades del producto.

El uso de una resina alternativa podría ayudar a una buena incorporación de los pigmentos en los productos, mejorando así las propiedades y el tono, con lo que se disminuye el uso de aditivos para la formula y se da un mayor valor agregado al producto.

Los concentrados pigmentarios son estables y reproducibles en el tiempo, ya que al tinturar diferentes tecnologías con ellos hubo buena apariencia, buen brillo, poder cubriente y secado, lo cual garantiza que es un producto que está al mismo nivel del producto estándar de Europa y Korea.

Obtener un molino de canastilla podría ser una opción para la fabricación del concentrado pigmentario azul, ya que como estos tienen una tecnología diferente a los molinos horizontales el incremento de la viscosidad no sería un problema en la fabricación del producto y ahorraría tiempo. Estos molinos dispersan y agitan al mismo tiempo y esto se vería reflejado en los costos de mano de obra. Finalmente, se propone buscar otras alternativas de resinas que presenten mayor compatibilidad con los pigmentos de los concentrados, esto con el fin de validarlas y poder seleccionar un contratipo que ayude a solucionar los problemas de viscosidad y hagan posible la fabricación de un mejor producto.

Referencias

INDUSTRIES, P. (s.f.). <https://colombia.ppg.com/PPG-Industries.aspx>.

Ltda, P. I. (s.f.). «*Densidad directa,*» de Documento IIP-11, Itagüí –.

PPG Industries Ltda, «. d.-2. (s.f.).

PPG, I. L. (s.f.). «*Viscosidad Brookfield,*» de Documento IIP-199,.

Vicente, J., & A, F. (s.f.). https://oa.upm.es/39501/1/Pinturas_barnices_y_afines_2020.pdf.

What is Delta E? . (s.f.). Obtenido de Why Is It Important for Color Accuracy?:
<https://www.viewsonic.com/library/creative-work/what-is-delta-e-and-why-is-it-important-for-color-accuracy/>