



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**ELABORACIÓN DE UN MODELO DE COLOR UTILIZANDO EL
COLORÍMETRO BGD 552, A PARTIR DE LOS PARÁMETROS DE UN
SISTEMA DE BASES DE PINTURAS ENTINTABLES DE AGUA**

Mary Elisa Corado Bautista

Asesorado por el Ing. Luis Humberto Orozco Girón

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ELABORACIÓN DE UN MODELO DE COLOR UTILIZANDO EL
COLORÍMETRO BGD 552, A PARTIR DE LOS PARÁMETROS DE UN
SISTEMA DE BASES DE PINTURAS ENTINTABLES DE AGUA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARY ELISA CORADO BAUTISTA

ASESORADO POR EL ING. LUIS HUMBERTO OROZCO GIRÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Jaime Domingo Carranza González
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Fuentes Godínez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ELABORACIÓN DE UN MODELO DE COLOR UTILIZANDO EL COLORÍMETRO BGD 552, A PARTIR DE LOS PARÁMETROS DE UN SISTEMA DE BASES DE PINTURAS ENTINTABLES DE AGUA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha enero de 2013.



Mary Elisa Corado Bautista

Guatemala, 05 de septiembre del 2013

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
Director de Escuela de Ingeniería Química
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho

Estimado Ingeniero Monzón

Por este medio le envío mi dictamen de aprobación del informe final del Trabajo de Graduación titulado: **"ELABORACIÓN DE UN MODELO DE COLOR UTILIZANDO EL COLORIMETRO BGD 552, A PARTIR DE LOS PARÁMETROS DE UN SISTEMA DE BASES DE PINTURAS ENTINTABLES DE AGUA"**. Trabajo final de graduación que podrá continuar el proceso requerido por la estudiante **MARY ELISA CORADO BAUTISTA** quien se identifica con el carné No. **200815265**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Química y es asesorada por mi persona.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su fina atención a la presente, me suscribo de Ud.

Atentamente,



Ing. Luis Humberto Orozco Girón

Ingeniero Químico

Colegiado 351

Luis Humberto Orozco Girón

Ingeniero Químico

Colegiado Activo No. 351



Guatemala, 23 de septiembre de 2013
 Ref. EI.Q.TG-IF.059.2013

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
 DIRECTOR
 Escuela Ingeniería Química
 Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-009-2013-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Mary Elisa Corado Bautista.**

Identificada con número de carné: **2008-15265.**

Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA.**

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

ELABORACIÓN DE UN MODELO DE COLOR UTILIZANDO EL COLORIMETRO BGD 552, A PARTIR DE LOS PARÁMETROS DE UN SISTEMA DE BASES DE PINTURAS ENTINTABLES DE AGUA

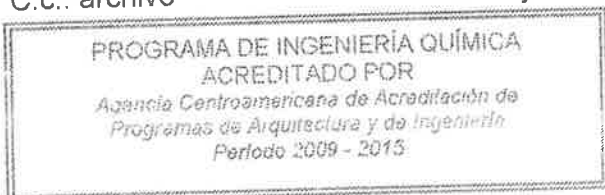
El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **Luis Humberto Orozco Girón.**

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Víctor Herbert de León Morales
 COORDINADOR DE TERNA
 Tribunal de Revisión
 Trabajo de Graduación

C.c.: archivo



ACAAI

Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **MARY ELISA CORADO BAUTISTA** titulado: "**ELABORACIÓN DE UN MODELO DE COLOR UTILIZANDO EL COLORÍMETRO BGD 552, A PARTIR DE LOS PARÁMETROS DE UN SISTEMA DE BASES DE PINTURAS ENTINTABLES DE AGUA**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.



Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, octubre 2013

Cc: Archivo
VMMV/ale



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **ELABORACIÓN DE UN MODELO DE COLOR UTILIZANDO EL COLORÍMETRO BGD 552, A PARTIR DE LOS PARÁMETROS DE UN SISTEMA DE BASES DE PINTURAS ENTINTABLES DE AGUA**, presentado por la estudiante universitaria: **Mary Elisa Corado Bautista**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, octubre de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y por darme esta oportunidad de vivirla al máximo.
- Mi padre** Francisco René Corado, por ser mi guía y darme los mejores consejos, por su amor incondicional y enseñarme a luchar por cada sueño.
- Mi madre** Iris Marybell Bautista, por su amor incondicional, por enseñarme a ser responsable y enseñarme que existe algo más allá que es lo extraordinario.
- Mis hermanas** Jacquelin Andrea e Iris Carolina Corado, por acompañarme en este recorrido y por estar en las buenas y en las malas, a pesar de que somos tan diferentes siempre estamos juntas.
- Mis abuelos** Por su amor incondicional y por regalarme la maravillosa familia que tengo.
- Mis tíos y tías** Por compartir todo este recorrido conmigo y demostrarme que siempre existe una risa para cada momento, el cual siempre lo han hecho

especial. Siempre darne los mejores consejos para tomar decisiones.

Mis primos y primas

Por compartir conmigo todos esos momentos inolvidables y por estar en cualquier momento conmigo.

Mis amigos

Rossana López, María Fernanda Terraza, Pamela Rodas, Andrés Battén, porque juntos comenzamos esta aventura de la universidad y por todos esos momentos inolvidables. Cesia León, Celeste Amaya, Cinthia Batres y Karen Batres, por ser como mis hermanas con las que puedo contar siempre. Carlos Aroche por estar conmigo durante este tiempo, sus muestras de cariño y compartir muchos momentos a mi lado, además de enseñarme que puedo hacer cualquier cosa que me proponga.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por la maravillosa vida que tengo y por todas sus bendiciones.
Mis padres	Por su amor, sacrificio y dedicación en cada momento de mi vida. Eternamente agradecida por todo lo que me han enseñado, además de ser unos padres triunfadores.
Mis hermanas	Por confiar en mí y darme su apoyo incondicional.
Mi familia	Por ser parte fundamental de mi vida, siempre estar pendientes de mí y apoyándome.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por formarme en el ámbito estudiantil y permitir ser parte de varias actividades que siempre me han dejado una enseñanza. Además de proporcionarme las herramientas para ejercer como profesional
Faculta de Ingeniería	Por formarme en la profesión que elegí para mi desempeño profesional.

Mis profesores

Mayra Castillo, Ingrid Benítez, César García, Susana Arrechea, Federico Salazar, Adolfo Gramajo, Otto Raúl De León, Manuel Tay, Carlos Fuentes, Jorge Godínez, Williams Álvarez, Víctor Monzón; por haber marcado mi formación con sus enseñanzas.

Ing. Oscar Arriola

Por enseñarme todo lo que sabe y ser una mejor profesional, además de enseñarme a querer seguir aprendiendo más y que el conocimiento no tiene límites.

Pinturas Segá

Por permitirme desarrollarme como profesional y abrirme las puertas para elaborar mi proyecto de investigación.

Área de producción y laboratorio de Pinturas Segá

Por ayudarme y apoyarme en todo el desarrollo de mí proyecto.

Compañeros de carrera

Por acompañarme en el camino de mi formación como ingeniera, y por hacer de los 5 años de carrera que compartimos y fueron llenos de recuerdos y hacerlo una aventura maravillosa.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
Hipótesis.....	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Determinación del problema	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Pintura	5
2.1.1. Componentes básicos de las pinturas	5
2.1.2. Proceso de fabricación de la pintura.....	6
2.2. Características de las pinturas arquitectónicas.....	7
2.2.1. Contenido de sólidos	7
2.2.2. Viscosidad	7
2.2.3. Peso específico.....	8
2.2.4. Fineza de molienda.....	8
2.2.5. Rendimiento.....	8
2.2.6. Color	8
2.2.7. Opacidad	9

2.2.8.	Brillo	9
2.3.	Materia prima de la industria de pintura	9
2.3.1.	Resinas	10
2.3.1.1.	Resinas de pintura de agua.....	11
2.3.2.	Pigmentos	12
2.3.2.1.	Clases de pigmento.....	14
2.3.2.2.	Pastas colorantes concentradas	20
2.3.3.	Cargas o extendedores	21
2.3.4.	Disolventes.....	23
2.3.5.	Aditivos.....	24
2.3.5.1.	Aditivos humectantes y dispersantes ...	24
2.3.5.2.	Aditivos dispersantes	24
2.3.5.3.	Antiespumantes.....	24
2.3.5.4.	Aditivos reológicos	25
2.3.5.5.	Aditivos de superficie	26
2.3.5.6.	Conservantes de pintura de agua	26
2.4.	Color y colorimetría en pinturas	27
2.4.1.	Color.....	27
2.4.2.	Fundamentos de colorimetría.....	28
2.4.3.	Clasificación visual de los colores	28
2.4.3.1.	Sistema de <i>Ostwald</i>	29
2.4.3.2.	Sistema de Münsell	30
2.4.3.3.	Sistemas NCS	32
2.4.4.	Medidas de color	33
3.	MARCO METODOLÓGICO	37
3.1.	Variables	37
3.1.1.	Variables independientes	37
3.1.2.	Variables dependientes	37

3.2.	Delimitación de campo de estudio	38
3.3.	Recursos humanos disponibles	39
3.4.	Recursos materiales y equipo disponibles.....	40
3.5.	Técnicas	41
3.5.1.	Técnica cuantitativa	41
3.5.2.	Técnica cualitativa	43
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	44
3.6.1.	Diseño de las bases de pintura de agua.....	44
3.6.2.	Aprobación de las pinturas de agua.....	46
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	47
3.8.	Plan de análisis de los resultados.....	50
3.8.1.	Métodos y modelos de los datos según tipo de variables	50
3.8.2.	Programas a utilizar para análisis de datos	51
4.	RESULTADOS	53
4.1.	Elaborar tablas de teñido para un abanico de color.....	53
4.2.	Establecer rangos de intensidad para cada base, a partir de los parámetros que proporcione el colorímetro BGD 552 ...	62
4.3.	Definir parámetros de calidad para un producto terminado de pinturas	66
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	69
6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	73
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES	81

BIBLIOGRAFÍA.....83
APÉNDICES.....87
ANEXOS.....93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Sistema de <i>Ostwald</i>	30
2.	Sistema de Munsell modelo cilíndrico.....	31
3.	Sistema NCS	32
4.	Diagrama de flujo para obtener los colores de las bases a entintar	42

TABLAS

I.	Clasificación de pigmentos blancos y negros	14
II.	Parámetros cualitativos de pintura de agua.....	43
III.	Tabla de recolección de datos para el sistema tintométrico	48
IV.	Tabla de parámetros finales de la pintura de agua.....	49
V.	Datos para cada color del abanico para galón	53
VI.	Datos de las bases para la formulación de colores	60
VII.	Datos de tintes para la formulación de colores.....	61
VIII.	Datos de la tabla de parámetros de color base P	62
IX.	Datos de la tabla de parámetros de color base T	63
X.	Datos de la tabla de parámetros de color base D.....	64
XI.	Datos de la tabla de parámetros de color base C.....	65
XII.	Datos de parámetros de producto terminado de la base P.....	66
XIII.	Datos de parámetros de producto terminado de la base T	67
XIV.	Datos de parámetros de producto terminado de la base D	67
XV.	Datos de parámetros de producto terminado de la base C	68
XVI.	Tabla de análisis de varianza (ANOVA)	73

XVII.	Datos de ANOVA para el parámetro L en la base P	74
XVIII.	Datos de ANOVA para el parámetro L en la base T	75
XIX.	Datos de ANOVA para el parámetro L en la base D.....	76
XX.	Datos de ANOVA para el parámetro L en la base C.....	76

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
pH	Indica la concentración de iones hidrógenos.
KU	Medida de viscosidad, que proporciona el viscosímetro de Stormer.
%	Porcentaje.
L	Representa el atributo de percepción que se refiere al grado de claridad con una escala de 100 (blanco) a 0 (negro).
c	Representa el parámetro de saturación en el sistema de color.
a	Representa la ubicación del color en las coordenadas de las abscisas, el rango rojo (positivo) a verde (negativo).
b	Representa la ubicación del color en las coordenadas de las ordenadas, el rango amarillo (positivo) a azul (negativo).
m	Unidad de medida de distancia en el Sistema internacional metros.
mm	Unidad de medida de distancia milímetro.
nm	Unidad de medida de distancia nanómetro.
lb	Unidad de medida de masa en el Sistema Inglés.
°C	Unidad de medida de temperatura.
K	Unidad de medida de temperatura en el Sistema internacional Kelvin.

cm³	Unidad de medida de volumen centímetro cúbico.
ozs	Unidad de medida de volumen en el Sistema Avoirdupois onzas fluidas.
gal	Unidad de medida de volumen en el Sistema Inglés.
ml	Unidad de medida de volumen mililitro.

GLOSARIO

Base entintable	Es una pintura de látex de resina acrílica que se modifica el dióxido de titanio dependiendo del color que se requiera.
Color	Apariencia visual de un objeto que se puede describir en términos de tono, valor y croma.
Colorimetría	Ciencia que estudia objetivamente los colores y su medición.
Colorímetro	Instrumento que mide el color.
Contenido en volumen de pigmento (PVC)	El porcentaje por volumen de un pigmento en el volumen total de material sólido en una pintura.
Dióxido de titanio	Pigmento blanco no tóxico y no reactivo, el cual tiene el mayor poder de refracción. Este pigmento tiene el poder cubriente más alto.
Pintura látex	Es una clase de pintura que contiene un material plastificante y soluble en agua. Se denomina látex por la resina que contiene que es un polímero que se obtiene mediante polimerización en emulsión.

Poder tintóreo	Capacidad de un pigmento para cambiar el color de una pintura a la cual se agrega.
Sistema tintométrico	Es un conjunto de bases, tintes y aparatos para producir a escala pequeña, varios colores en diferentes tipos de pintura.
Tinte	Sustancia concentrada en pigmentos con la que se da color a una pintura.
Viscosidad	Es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales.

RESUMEN

En el presente estudio de la elaboración de un modelo de color, a partir de los parámetros de un sistema de bases de pinturas a entintar de agua; se evaluaron cuatro diferentes formulaciones de bases, base P, base T, base D y base C, en las cuales la diferencia principal es la cantidad de dióxido de titanio 19,1, 15,7, 6,3 y 0 por ciento respectivamente. Estas bases de pintura requieren de materia prima como resina, cargas o extendedores, pigmento, aditivos y solvente que este caso es el agua. Estas bases se evaluaron con diferentes tintes para obtener un color determinado y compararlo con el abanico. A partir de esta comparación los colores, se determinó que la formulación y la cantidad de tintes para cada base se encuentra en la proporción adecuada.

Se realizaron diferentes pruebas con las bases y los tintes. La base llamada P, la cual contiene la mayor proporción de dióxido de titanio, se realizó la prueba de poder tintóreo para comparar cada tinte con el abanico de colores. Luego se comprobó cada base con diferentes combinaciones de tintes, por cada base se utilizó cuatro colores diferentes, cada color se repitió 3 veces.

Las diferentes combinaciones de tintes y bases se verificaron con el colorímetro BGD 552, para determinar los parámetros de color como L que se refiere a la intensidad (blanco-negro), a que se encuentra en el plano cartesiano en las coordenadas de las abscisas y el b que se encuentra en las coordenadas de las ordenadas y establecer los límites de tolerancia.

Los parámetros de calidad cuantitativos que se determinaron para cada base fueron viscosidad, peso específico y pH, los parámetros de características de cada base fueron sólidos por peso, sólidos por volumen y contenido en volumen de pigmento (PVC).

Este sistema tintométrico de bases de pintura de agua contiene un mil ocho colores diferentes, cuatro bases y once tintes. En el poder tintóreo se determinó que el verde musgo y café poseen un tono diferente. En los parámetros del colorímetro cada base presento rango de intensidad determinada la base P con un valor de 100, la base T con valores de 95 a 85, la base D con valores de 85 a 75 y la base C con valores menores a 75, estos parámetros depende de cada base por la cantidad de dióxido de titanio y la mezcla de los tintes. El peso específico de cada base depende de la cantidad de la cantidad de dióxido de titanio y el parámetro de viscosidad es de 110 unidades Kreps a 120 unidades Kreps y pH es de 9 a 10, se encuentran en el mismo rango para todas las bases.

OBJETIVOS

General

Elaborar un modelo de color utilizando el colorímetro BGD 552, a partir de los parámetros de un sistema de bases de pinturas a entintar de agua.

Específicos

1. Elaborar tablas de teñido para un abanico de color.
2. Establecer rangos de intensidad para cada base, a partir de los parámetros que proporcione el colorímetro BGD 552.
3. Definir parámetros de calidad para un producto terminado de pinturas.

HIPÓTESIS

Hipótesis científica

El modelo de color se puede elaborar a partir del parámetro de intensidad (claridad), teniendo como variable independiente el dióxido de titanio al agregarlo a las bases entintables.

Hipótesis estadística

- Hipótesis nula (H_0): el modelo de color no se puede elaborar debido a que existe diferencia significativa en el parámetro de intensidad (claridad), dependiendo de la cantidad de dióxido de titanio que se le agrega a las bases entintables.
- Hipótesis alternativa (H_a): el modelo de color se puede elaborar debido que a no existe diferencia significativa en el parámetro de intensidad (claridad), dependiendo de la cantidad de dióxido de titanio que se le agrega las bases entintables.

INTRODUCCIÓN

En las diferentes industrias que existen lo principal es disponer de un mercado al que se le ofrece un producto, si el producto cumple con todos los requisitos del cliente, las industrias tienden a crecer. Para tener un crecimiento constante se deben innovar continuamente. Es así como en la industria de pinturas es importante la innovación de productos y una variedad para todos los gustos de los clientes. En la actualidad la competencia de esta industria es muy fuerte, por lo tanto el crecimiento no se encuentra solamente en producir, sino en el tener un punto de venta para consumidores finales.

En el área arquitectónica de pinturas es muy importante obtener un sistema de entintado, para que el cliente tenga a su disposición una variedad de colores para combinar y adquirir en ese instante el producto. Este proyecto de sistema de bases a entintar de agua surgió de la proyección de la empresa de Pinturas Sega en instalar puntos de venta para consumidor final.

En esta industria existen varios sistemas de entintado los cuales ofrecen el abanico de colores, los tintes, equipo y la información de este sistema. Cada empresa debe crear las bases y ajustarlas para obtener este sistema.

Primero se debe diseñar el producto con sus componentes de una pintura de agua y verificar todos los parámetros de calidad. Uno de los parámetros más importantes es el color, ya que este debe ser parecido al del abanico de colores. Para la evaluación del color se utiliza un colorímetro. Existen otros parámetros de calidad como la viscosidad, densidad, pH, fineza y cubrimiento.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

La industria de pinturas en Guatemala es muy amplia, ya que existen aproximadamente diez empresas que se dedican a este sector de la industria. Al mismo tiempo la fabricación de pinturas tiene varias ramas como arquitectónico, acabados de madera, automotriz e industria. En la década de los 50's se instaló la primera fábrica de pinturas en Guatemala llamada Pinturas de Centroamérica S. A, (PINCASA), a partir de esta fecha comenzó la industria de recubrimientos nacionales. El negocio de esta industria no es solamente producir y vender sus productos a ferreterías u otros puntos de ventas, sino sus propias tiendas las cuales ofrezcan variedad de productos, calidades, colores y acabados.

El conocimiento teórico de pinturas es muy amplio, al crear y balancear una formulación con todos sus componentes se debe tomar en cuenta parámetros que solamente personas que se dedican a esta industria tiene conocimiento. Existen manuales o guías dentro de las empresas las cuales se utilizan para instruir al nuevo personal. Las referencias bibliográficas son reducidas en Guatemala, debido a que es una rama especializada.

La mayoría de las marcas reconocidas de pinturas cuentan sus propios puntos de ventas en el cual utilizan el sistema de teñido para pinturas de agua en un abanico de colores. Para lograr este sistema de entintados, se tiene que contar con datos teóricos y experimentales, pero no es publicada esta información, debido a la confidencial de las formulaciones de pinturas. Las

empresas que tienen el negocio de los tintes proporcional a las fábricas de pinturas la información de la cantidad de tintes, cantidad de dióxido de titanio y volumen, según su sistema de color. Estos datos solamente son teóricos y la empresa que los adquiere tiene que comprobar y formular sus propias bases, para lograr una compatibilidad entre los datos teóricos, las bases y obtener el color que se desea del abanico.

Los colores se pueden determinar en los diferentes sistemas internacionales de color, para tener referencia o parámetros. En las industrias donde se requiere colores específicos se requiere de aparatos que determine el sistema de color.

1.2. Justificación

En Guatemala existe una diversidad de pinturas por calidad, color y acabado, por esta razón es importante dentro de esta industrial ofrecer a los clientes un abanico de colores, debido a la exigencia del mercado. En una empresa de pinturas se debe invertir en este proyecto al tener sus propias tiendas y tener un negocio rentable, debido a que se genera más ganancias vendiendo el producto al consumidor final.

En control de calidad de una empresa es transcendental para obtener productos con el mismo estándar de características. Para fabricar pinturas el color es un parámetro importante, por lo tanto se debe tener un aparato (colorímetro o/y espectrofotómetro) en el cual se obtenga datos para determinar la exactitud del color y tener registrado en una base de datos, ya que esto nos indica un parámetro de aprobación producto final, debido al metamerismo, diferencia de color debido a que se observar en una luz

diferente, además de la habilidad de detectar colores de la persona de control de calidad.

En producción cuando se elaboran los tintes y bases, existe un cambio de materia prima, afecta directamente en el color, por lo tanto se requiere de tiempo para corregir el color. Con la base de datos ayudará a corregir un color con mayor rapidez. Al realizar esta investigación con la estandarización de la pintura y la base de datos, se podrá realizar correcciones de color.

1.3. Determinación del problema

En la industria de pinturas se tiene que innovar constantemente, debido a la competencia que existe, además de tener una diferenciación. El poder reproducir cualquier color de una cartilla en una tienda de pinturas hace la diferenciación y la innovación, además de la facilidad de obtener una variedad de colores con una facilidad de tiempo y espacio. Cada empresa de pinturas adquiere su propio modelo de color, para establecer parámetros. Actualmente en la empresa de Pinturas Sega no tiene un sistema de color.

Los colores son significativos en el control de calidad de esta industrial, además de la importancia de la estandarización con un sistema. El problema de la empresa es que no tiene una forma de evaluar el color de los lotes de producción, actualmente se utiliza el método visual de personas encargadas de control de calidad.

Este problema se controlara con la base de datos de los colores estandarizados en producción de la pintura de agua, además de la ayuda en corrección del color en producción. En la empresa existe la materia prima para

el sistema de bases a entintar y el equipo necesario para obtener el modelo de color, pero no existe un personal que contribuya con este proyecto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Pintura

Una pintura es un pigmento suspendido en un líquido adecuado, denominado vehículo. Esta tiene dos objetivos principales: protección y decoración. Existe una variedad de pinturas debido a su función y composición.

2.1.1. Componentes básicos de las pinturas

En la formulación de una pintura, es importante los componentes, pero en general las pinturas tienen 3 componentes básicos: los cuales son pigmento, vehículo no volátil y vehículo volátil. Estos tienen una función importante en el producto y en la aplicación.

- Pigmento: el objetivo principal es proporcionar color a la superficie de aplicación y al mismo tiempo protección.
- Vehículo no volátil (resinas): está constituido principalmente de aceites secantes, resinas o una combinación de los 2. El objetivo principal es proporcionar adhesión a la superficie, actuar como una barrera ante la humedad y mantener el pigmento en su lugar.
- Vehículo volátil (disolventes): consiste en disolventes hidrocarburos, disolventes orgánicos o agua, se utiliza para disminuir la viscosidad de la composición para facilitar su aplicación. Este se evapora cuando se aplica y no forma parte de la película seca.

En las pinturas también se utilizan varios aditivos, formar parte esencial de las pinturas. Existen varios aditivos dependiendo del tipo de pintura que se quiere fabricar, además de las características que requiere el cliente tanto como pintura líquida y película seca.

2.1.2. Proceso de fabricación de la pintura

El proceso de fabricación de una pintura es sencillo, ya que las operaciones unitarias más importantes son dispersión y mezclado. Existe una serie de etapas, debido a que el orden de la materia prima afecta el producto final. En la fabricación de pintura se las siguientes etapas:

- Mezclado
- Molienda
- Dilución
- Ajuste de formulación
- Envasado

Otro concepto importante en el proceso de la fabricación de pinturas es la formulación. En la formulación se deben conocer varias materias primas y combinarlas de la mejor manera, para obtener un buen producto.

En la unidad de formulación en una empresa de pinturas se expresa normalmente en unidades americanas que son cien galones. Esta unidad de medida se debe a que las personas que formulan, han logrado obtener parámetros importantes en términos de relaciones volumétricas. Uno de los parámetros más importantes es la concentración de volumen de pigmento (PVC), este es el porcentaje de volumen total de pigmento con respecto a dicho volumen más el volumen de vehículo no volátil.

2.2. Características de las pinturas arquitectónicas

Las características de una pintura son de importancia para determinar la calidad del producto final, debido a que se establecen parámetros.

En la pintura arquitectónica son significativas las características de la pintura líquida como la película seca. A continuación se describirá las más importantes:

2.2.1. Contenido de sólidos

Porcentaje de sólidos de una pintura contiene los pigmentos y resina. Determinar este parámetro tiene bastante importancia ya que se establece los posibles errores de fabricación o envasado.

Para determinar los sólidos en peso, se pesa una cantidad de pintura líquida, sometiéndola después a un horno, con el fin de evaporar todos los componentes volátiles (solventes) y luego se pesa nuevamente para establecer el extracto no evaporado. La relación de ambos pesos expresada en porcentaje indicara el contenido de sólidos.

2.2.2. Viscosidad

Esta característica es más fácil medir y afecta directamente las propiedades de la pintura, especialmente en su estabilidad. El valor de esta medida es necesario para una buena aplicación, esta indica la consistencia del producto e inversamente proporcional a la temperatura.

Uno de los viscosímetros que se utiliza en esta industria se llama Stomer. Este aparato contiene unas paletas que están conectadas a un rotor se sumergen en la pintura líquida y se mide la fuerza necesaria para girar en un determinado tiempo. La medida que se utiliza unidades Kreps (KU).

2.2.3. Peso específico

Es la determinación del peso por unidad de volumen. Este parámetro tiene relación directamente con la cantidad de sólidos. Este parámetro es importante para control de calidad, ya que relaciona el tipo de materia prima que se le agregó el producto.

2.2.4. Fineza de molienda

La buena dispersión de las partículas asegura el comportamiento del pigmento logrando un producto homogéneo y permitiendo así desarrollar al máximo el poder cubriente. Además que el consumidor final no determine las partículas en el producto.

2.2.5. Rendimiento

El rendimiento es la cantidad de superficie que cubra el producto, esto depende de las condiciones de la superficie, grosor de la capa, peso específico y el contenido de los sólidos de una pintura.

2.2.6. Color

El color es un aspecto vital en la pintura de látex y se evalúa como película seca se compara con una muestra de estándar. Al incidir la luz sobre

un objeto, cierta luz es refractada, absorbida o reflejada, esto es lo que da forma al color, por lo tanto depende de la luz con que se observa.

En la actualidad existen colorímetros para identificar colores que miden la reflectancia de un haz de luz sobre la muestra de una película seca, se utiliza diferentes filtros y definen el color en valores numéricos, pero el mejor colorímetro es el ojo humano.

2.2.7. Opacidad

Es la capacidad que tiene una pintura para cubrir un fondo o superficie y está en función directa del espesor de la capa y de la cantidad de pigmentos. Para establecer la opacidad se emplea una capa de espesor uniforme, sobre un fondo negro o cuadriculado blanco y se observa el cubrimiento de la película seca.

2.2.8. Brillo

La luz que incide sobre una superficie produce una reflexión llamada brillo. Para medir este parámetro se utiliza un aparato llamado brillómetro, el cual indica el porcentaje de luz reflejada para ángulos establecidos.

2.3. Materia prima de la industria de pintura

Existe una gama muy amplia de materia prima para esta industria. Para determinar el tipo, se debe establecer la calidad de la pintura que se fabricará. En la actualidad solamente Europa y Estados Unidos, si colocan especificaciones de materia prima para fabricar, para evitar intoxicaciones y enfermedades con el producto.

2.3.1. Resinas

La pintura se define como una dispersión que al aplicarse sobre una superficie forma capas muy finas, se convierte por evaporación o por reacción en una capa impermeable que aísla el objeto recubierto del medio exterior. El vehículo está formado por el disolvente o diluyente y el aglutinante o ligante, este componente polimeriza o reacciona formando una capa sólida al evaporarse los solventes. El componente más importante de la pintura es el ligante, aglutinante o resina, ya que sin resina no estos son los sólidos que forman la capa de pintura.

Las resinas cumplen el efecto barrera en las capas secas de pintura y sirven también para aglomerar a los pigmentos de las pinturas. Las resinas se clasifican según su composición, las más importantes son:

- Vinílicas
- Poliuretanos
- Clorocaucho
- Bituminosas
- Siliconas
- Aceite
- Óleo-resinosas
- Alquídicas
- Amínicas
- Fenólicas
- Epoxídicas
- Brea-epoxi
- Acrílica

2.3.1.1. Resinas de pintura de agua

En la industria de pinturas de agua existen tres resinas principales, las cuales se utilizan según la calidad de la pintura. Estas resinas tienen diferentes características esto depende del sustrato de aplicación, durabilidad y el costo.

- Resinas de acetato de polivinilo: este tipo de resinas son las más baratas en el mercado. Son copolímeros acetato de vinilo, tienen una relativa flexibilidad y maleabilidad, al mismo tiempo que provocan la solubilidad en una variedad de disolventes.

Es un polímero amorfo con una temperatura de transición vítrea de 28 grados Celsius. En inmersión, las películas de acetato de vinilo pierden adherencia y se vuelven blanquecinas.

Las pinturas que tienen como materia prima esta resina tienen una buena estabilidad en el envase, buenas propiedades de aceptación de pigmento y gran facilidad de aplicación.

- Resinas acrílicas: son polímeros o copolímeros de los ésteres de ácidos acrílicos y metacrílicos. La gama de productos que puede sintetizarse varía desde elastómeros capaces de un 100 por ciento de elongación hasta materiales muy duros. La propiedad a lo largo del tiempo en condiciones de envejecimiento, al exterior o por calor, en las que cualquier otra resina amarillea.

Son materiales termoplásticos, y por lo tanto son sensibles a algunos disolventes. Son resistentes a temperaturas de 175 grados Celsius sin cambios de color considerables y se descomponen a 250 grados Celsius.

Tienen buena resistencia a ácidos, álcalis, agua, alcohol, grasas y aceites.

2.3.2. Pigmentos

La palabra pigmento se refiere a las sustancias coloreadas. En la química industrial se utiliza para describir a los componentes insolubles, los cuales dan un color en una pintura, tinta, plástico, tejido, papel. La coloración es debido a la superposición del pigmento con una resina o ligante en el que es dispersado.

También se le denomina pigmentos a otros productos en forma de partículas esencialmente insolubles, cuya misión en la pintura no es dar color sino aportar otras características como: propiedades mecánicas, protección anticorrosiva. Se les denomina pigmentos funcionales.

Los pigmentos se pueden dividir en naturales y sintéticos; por su naturaleza química en orgánicos e inorgánicos; por su aplicación en decorativos o funcionales; por sus características ópticas en blancos y coloreados, opacos y transparentes; por último se pueden clasificar en pigmentos y cargas o extendedores.

Las características más importantes de los pigmentos son los siguientes:

- Color o tono lleno: es el color propio del pigmento que se aplica sin ninguna mezcla, con esta característica se evalúa su tono o matiz, su saturación y su claridad.
- Subtono o tono diluido: es el matiz o la tonalidad de una mezcla de ese pigmento con un pigmento blanco, en proporciones estipuladas.

- Fuerza o poder colorante: esta es una comparación entre pigmentos de un mismo tono, pero de familias diferentes o de distinto fabricante. Se compara mezclando con la misma cantidad de blanco y se mide aproximadamente observando el porcentaje de blanco que hay que añadir al más intenso para nivelar su claridad con el más claro.
- Solidez a la luz solar: se refiere a los ensayos que realizan los fabricantes de pigmentos con la exposición de estos a la luz. Esto se realiza debido a que algunos pigmentos son inalterables a la luz solar, pero otros pueden sufrir degradaciones fotoquímicas.
- Resistencia química: esto se refiere a ciertos productos químicos, como los ácidos y los álcalis, atacan a los pigmentos destruyéndolos, esto ocurre principalmente en los pigmentos orgánicos. Los contaminantes químicos en las atmósferas industriales como el dióxido de azufre y los gases nitrosos, atacan también a los pigmentos, sobre todo a los metalizados.
- Absorción de aceite: la capacidad que tiene un pigmento de absorber aceite, generalmente se expresa en gramos de pigmento dividido mililitros de aceite.
- Tamaño de partícula: en los pigmentos el tamaño de partícula es muy importante en la fabricación de tintes, debido que entra más pequeña es la partícula más área superficial y mayor poder de cubrimiento.
- Facilidad de dispersión: la facilidad de dispersión se debe a la dureza natural del pigmento, es decir la facilidad con que el pigmento desarrolla su mayor poder de cubrimiento.

2.3.2.1. Clases de pigmento

Los pigmentos suelen dividirse en dos grandes grupos según su composición química: inorgánicos y orgánicos. Cada uno de estos grupos tienen representantes en las diferentes gamas de colores primarios y secundarios: blancos, negros, azules, verdes, amarillos, naranjas, rojos, violetas. También hay otros pigmentos con características especiales que le proporcionan a las pinturas, por eso se clasifican en grupos como: purpurina de aluminio, purpurinas de cobre, nacarada, fluorescente, luminiscente.

Tabla I. Clasificación de pigmentos blancos y negros

Clasificación del pigmento	Pigmentos blancos	Pigmentos negros
Pigmentos inorgánicos	Bióxido de titanio Blanco de zinc Litopón Cargas blancas Blando de España	Óxido de hierro negro Spinela de hierro Manganeso
Pigmentos orgánicos		Negro perilén Negro de humo Negro carbón

Fuente: elaboración propia.

- Blancos: los blancos inorgánicos como el dióxido de titanio se utiliza en la actualidad para pinturas y tintas. Tiene un alto poder cubriente, su precio es elevado, ha remplazado al litopón en la composición química.

El óxido de zinc es blanco, pero no se utiliza para dar olor sino para otras propiedades.

El dióxido de titanio se fabrica en dos formas cristalinas que le da sus características: anatasa y rutilo. La forma anatasa no resiste a la luz del sol y degrada a las pinturas produciendo un polvillo blanco en la superficie calcinada por el sol, por lo que se utiliza solamente en interiores o en la industria de plásticos. Se comercializa varios tipos de dióxido de titanio en forma de rutilo lo que se debe tener en consideración es el brillo que proporciona a los esmaltes y otros son especiales para pinturas mate. La diferencia entre los dióxidos de titanio de rutilo es el tono amarillento.

Existe un pigmento orgánico blanco llamado blanco óptimo, no se utiliza para dar color blanco o para mezclar con otros colores, sino que se emplea para modificar la tonalidad de algunas pinturas blancas pobres en dióxido de titanio, pues compensa el aspecto amarillento de las cargas.

- Negros: el pigmento negro inorgánico más utilizado es el óxido de hierro negro, debido a que es muy sólido a la luz, buen poder cubriente, tiene un tamaño de partícula adecuado para que al mezclarlo con otros pigmentos no se produzca flotaciones.

En los orgánicos se consideran los negros de humo y negro de carbón. La principal diferencia que uno proporciona a los esmaltes negros mayor intensidad o saturación, esto se debe al tamaño de partícula, otro da negros poco intensos pero que en cambio son los más adecuados para

mezclar con otros pigmentos orgánicos y disminuir la probabilidad que se formen flotaciones.

- Azules: los azules inorgánicos que más se utilizan son el azul ultramar y el azul de Prusia. El azul de cobalto no se utiliza con frecuencia debido a su alto precio y poca fuerza colorante. El azul ultramar se utiliza bastante para darle color azul a las pinturas plásticas mate por su facilidad en dispersiones en agua, pero no se usa en el resto de pinturas por su poca fuerza colorante y poca saturación del color.

El azul de Prusia, su nombre químico ferrocianuro férrico y potásico, es un pigmento de tonalidad azul muy intensa, a veces con reflejos bronceados, bastante transparente y tiene un buen poder colorante. La estabilidad a la luz es buena, pero a los álcalis es deficiente.

El azul de cobalto es un óxido mixto de aluminio y cobre, tiene un matiz intenso, un poco transparente y de poco poder colorante. Es muy estable a la luz, al color y a los productos químicos.

Los pigmentos orgánicos azules se encuentra el azul de ftalocianina, este pigmento es más utilizado en pinturas por su equilibrio entre el precio y características. Existen dos pigmentos azul de ftalocianina, la diferencia son el tipo de enlace, alfa y beta, además se diferencia por su tonalidad, más rojiza en el alfa y más verdosa en el beta. Tienen un color intenso y mucha fuerza colorante, con mucha transparencia y poco poder cubriente. Son difíciles de dispersar estos pigmentos.

El azul de indantreno es un pigmento orgánico, este es más rojizo que el ftalocianina, tiene una buena resistencia a la luz y a la intemperie. Se utiliza frecuente en pinturas metalizadas para vehículos.

- Verdes: para el color verde se utiliza el verde de cromo que es una mezcla de amarillo cromo y azul de Prusia, tiene buen poder cubriente. La estabilidad de la luz depende del amarillo de cromo.

El verde de óxido de cromo, tiene una tonalidad muy poco saturada, es un verde oliva, y escasa fuerza colorante, pero tiene buena estabilidad a la luz, a la intemperie y a los productos químicos.

El pigmento orgánico es el verde de ftalocianina, composición parecida a los azules de ftalocianina. Tiene diferentes tonos muy diluidos y son resistentes a la luz, temperaturas altas y una buena resistencia a los ácidos y álcalis.

- Amarillos: los amarillos inorgánicos son óxido de hierro, amarillo de cromo y amarillos de níquel. El óxido de hierro es muy utilizado por su bajo precio. Tiene un color poco saturado y un poder colorante bajo, muy buen poder cubriente, estabilidad a la luz, a la intemperie y a los contaminantes químicos.

Los amarillos de cromo son cristales de cromato de plomo algunas veces son sustituidos parcialmente del cromato por el sulfato que dan lugar a tres tipos de pigmento conocidos: amarillo de cromo medio, amarillo de cromo limón y amarillo de cromo Primrose. Tiene tonalidades vivas, muy saturadas en tono lleno, con buen poder cubriente y poder colorante discreto. La estabilidad a la luz, a la intemperie y a la

temperatura puede ser desde discretas a muy buenas. Su resistencia a los disolventes es muy buena, pero no así su resistencia a los álcalis. Actualmente se restringirá el uso de estos pigmentos por su toxicidad debido a que contiene plomo y cromo hexavalente.

El amarillo de níquel es un óxido mixto de dos metales. Tienen tonalidad limpia y clara, poca fuerza colorante y un aceptable poder cubriente. Se utiliza sólo cuando se necesita una extraordinaria solidez a la luz.

En los amarillos orgánicos se tienen amarillos de bencidina, amarillo Hansa, amarillo azoico, amarillo de flavantrona, amarillo de antrapirimidina, amarillo de tetracloro-isoindolinona y amarillo de bencimidazolona.

El amarillo de bencidina es un pigmento diazoico que tiene lugar importante en las tintas de imprimir pues posee una débil resistencia a la luz y a la intemperie.

El amarillo Hansa es un pigmento monoazoico, tiene tonalidades de alta saturación y pureza que van desde un amarillo limón y poco verdoso, hasta una tonalidad bastante verdosa. Posee buena fuerza colorante y poco poder cubriente. Su estabilidad en tono lleno es bastante buena, pero no así en tonos diluidos en los que se decora rápidamente. Tiene una estabilidad frente a los ácidos y álcalis. No se puede utilizar en esmaltes de secado a estufa, pues no resiste al color y tiende a sangrar.

El amarillo azoico es un pigmento con mayor solidez a la luz, por lo que suele utilizarse en toda clase de esmaltes, excepto en los automotrices, debido a su falta de estabilidad a la luz. El amarillo de flavantrona tiene

una tonalidad rojiza muy estabilidad a la luz y a la intemperie en todos diluidos, pero oscurecen en mezclas con bajo contenido de dióxido de titanio. No sangran y tiene una excelente resistencia al calor.

- Naranjas: en pigmentos inorgánicos de color naranja se encuentra naranjas de cromo, el cual es un cromato básico de plomo, no se utiliza mucho debido a su toxicidad y precio. El naranja molibdeno es el más utilizado, estos son cristales mixtos de cromato, sulfato y molibdato de plomo. Su tonalidad es un rojo más intenso, más azulado cuanto mayor es el cristal, sin que la composición química varía considerablemente. Tiene un buen poder cubriente, buena estabilidad a la luz y fuerza color.

El naranja de nitro anilina es un pigmento orgánico el cual tiene alta resistencia a la luz y a la intemperie en tonos llenos, pero mala en tonos diluidos. Buena resistencia a los ácidos y álcalis. No resiste al calor superior de 120 grados centígrados.

El naranja dibromoantotona es un pigmento orgánico. Tiene buena resistencia a la luz y a la intemperie, tanto en color lleno como diluido, también tiene buena resistencia al calor.

- Rojos: el rojo orgánico que se utiliza es el rojo óxido de hierro, óxido férrico. Tiene una gama de colores que van del rojizo amarillento al rojo oscuro, pero son poco saturados. Son los pigmentos con mayor poder cubriente y tiene una excelente estabilidad a la luz y a la temperatura, así como resistentes a los productos químicos y a la temperatura.

Los pigmentos rojos inorgánicos son rojos de toluidina, rojos rubiliton. El rojo toluidina tiene una gama de color que va desde el rojo claro hasta el

granate, con altas de saturación. Tiene buen poder cubriente, buena resistencia a los ácidos y álcalis, a temperaturas altas. El rojo Rubí Litones el resultado de la precipitación de pigmentos azoicos con sales calcio, bario o estroncio, tiene una alta saturación de color, también tiene una alta resistencia a la luz y a la intemperie. Resisten hasta una temperatura de 120 grados Celsius.

- Violetas: en el color violeta se encuentra los pigmentos orgánicos índigos halogenados que resisten a la luz, este también es llamado rojo violeta. El violeta de carbazoldioxacina es un pigmento orgánico también tiene un tono lleno limpio y muy saturado. Posee una excelente resistencia a la luz.

2.3.2.2. Pastas colorantes concentradas

Estas son dispersiones de pigmento único, en forma pastosa pero manejable con una alta concentración de pigmento en un medio acuoso. Se fórmula para ser compatibles con una o varias gamas de pinturas.

Las dispersiones se pueden comprar prefabricadas o desarrollarlas en una empresa. Los tipos de pastas o tintes que se utilizan son:

- Pastas al agua: se usan solamente para pinturas de plásticos o pinturas de agua.
- Tinte o colorantes universales: pueden mezclarse tanto con pinturas plásticas al agua como esmaltes sintéticos al disolvente.

- Pastas polivalentes: se utilizan en pinturas o esmaltes industriales basados en disolventes. Al no ser compatibles con productos de agua se consigue una mayor concentración de pigmento.

La adición de pigmentos en forma sólidas a cualquier pintura no aporta ningún beneficio pues no se dispersaría de manera adecuada y se pierde su poder colorante y su control.

Las pastas colorantes a veces llamadas bases para teñir, contienen normalmente:

- Pigmento (uno solo)
- Ligante, vehículo sólido o resina
- Disolventes
- Aditivos, normalmente agentes humectantes o dispersantes

La elección de cada componente se determina estudiando las propiedades de cada pigmento y la experimentación cuidadosa para que sean compatibles con calidad de pintura que se teñirá, para que no produzca flotaciones ni pérdidas de brillo o resistencia en los ligantes y para que el disolventes incorporado no altere la extensibilidad, el brillo u otras cualidades de la película durante su aplicación.

2.3.3. Cargas o extendedores

Las cargas o extendedores se encuentran en el grupo de pigmentos la única diferencia es el precio, ya que son más económicos que los pigmentos cubrientes, por esta razón se utilizan para obtener un mejor precio. Al mismo

tiempo se pueden mejorar propiedades de la pintura tanto en estado líquido como en película aplicada.

Otra característica principal es la influencia sobre el brillo de la película aplicada, por lo tanto se pueden obtener acabado mate, semimate y brillante. Otro aspecto importante es que independientemente del tipo de carga, cada una de las familias y la distribución de tamaños de partícula tienen influencia en el poder cubriente, la viscosidad, la absorción de esmalte, el brillo y la resistencia al flote.

Los extendedores orgánicos se pueden suministrar en polvo o dispersiones, tiene un índice de refracción similar a las cargas normales, pero su uso es menor debido al precio que es más alto.

Los tipos de cargas que existen son:

- Carbonato cálcico natural
- Carbonato cálcico precipitado
- Sulfato cálcico
- Sulfato bórico
- Sílices naturales
- Sílices sintéticos
- Talcos (silicato magnésico)
- Mica (silicato aluminico potásico)
- *Wollastonita* (silicato cálcico)
- Asbesto
- Caolines
- Bentonitas y bentonas

Los extendedores orgánicos son:

- *Opaque Polymer*
- Expancel
- *Visiculated Beend*

2.3.4. Disolventes

Un disolvente es una sustancia líquida que puede mezclarse con polímeros formadores de películas para dar lugar a una sola fase o una mezcla macroscópicamente homogénea.

Las funciones principales de un disolvente son: convertir polímero sólidos o semisólidos en líquidos, servir como diluyentes para reducir la viscosidad de soluciones prefabricadas y actuar como diluyente.

Existen una variedad de disolventes para cada pintura, el más importante en las pinturas látex es el diluyente universal que es el agua. La pintura de agua ó látex no es tóxico no contaminante por el diluyente, mientras otras pinturas si tienen diluyentes muy tóxicos y contaminantes.

Existen una cantidad considerable de disolventes y pueden agrupar en varias familias. Los disolventes que se clasifican en:

- Hidrocarburos: alifáticos y aromáticos
- Terpénicos
- Disolventes oxigenados: alcoholes, ésteres, cetonas, éteres-alcoholes o éteres glicólicos

2.3.5. Aditivos

En esta industria existen una infinidad de aditivos para cada tipo de pinturas. Los aditivos se utilizan principalmente para proporcionarle características especiales al producto en su estado líquido, aplicación y película seca.

2.3.5.1. Aditivos humectantes y dispersantes

Los aditivos humectantes ayudan a la humectación de los aglomerados de pigmentos mediante la solución de resina. Además influye en la polaridad de la superficie de los pigmentos y de la solución de resinas, la viscosidad de la fase líquida y también la geometría de los espacios intersticiales del aglomerado. También actúan reduciendo la tensión interfacial entre la superficie del pigmento.

2.3.5.2. Aditivos dispersantes

Los aditivos dispersantes se absorben en la superficie del pigmento y mantienen las partículas del pigmento distanciadas mediante repulsión electrostática y/o impidiendo estérico, reduciendo de este modo la tendencia a la flotación incontrolada.

2.3.5.3. Antiespumantes

La espuma se define como la dispersión fina de un gas (aire) en un líquido. La espuma en la pintura puede aparecer tanto en el proceso de producción como durante la aplicación. Esta puede ocasionar imperfecciones en el recubrimiento. Los defectos no solamente son ópticos, sino que también

reducen la función protectora de la pintura, por esta razón es importante en las formulaciones de pintura.

Los antiespumante son líquidos tensos activos que estabilizan la espuma medio de la repulsión electrostática. Los antiespumante se dividen dependiendo del sistema que se va a utilizar:

- Sistema acuoso: antiespumante de aceite mineral y antiespumante de silicona
- Sistema disolvente: antiespumante de silicona y antiespumante poliméricos sin silicona

2.3.5.4. Aditivos reológicos

Los aditivos reológicos no determinan la reología en si de un recubrimiento. Los aditivos reológicos, solventes, ligantes, cargas y pigmentos conjuntamente son responsables del control de la fluidez de la pintura.

El control reológico a altas fuerzas de cizalla se consigue principalmente jugando con el ligante, la pigmentación y el solvente. Estos aditivos también influyen directamente en la viscosidad a fuerzas de cizalla moderada o baja. Algunos aditivos reológicos son:

- Bentonitas organofílicas
- Sílice coloidal

2.3.5.5. Aditivos de superficie

En los aditivos de superficie se introduce el término tensoactivo o surfactante que se puede definir como un material que se concentra en la superficie del líquido en el que es disuelto, o en la interfase entre dos líquidos inmiscibles o en la interfase entre un líquido y un sólido.

2.3.5.6. Conservantes de pintura de agua

Durante el proceso de fabricación, almacenaje, distribución y aplicación de las pinturas, éstas pueden ser atacadas por microorganismos y sufrir importantes pérdidas de calidad. Los principales microorganismos capaces de degradar las pinturas son: bacterias, hongos y levaduras, algas y líquenes.

Los parámetros para el desarrollo microbiano se pueden dividir en dos tipos:

- Intrínsecos: pH, humedad, potencial de óxido-reducción, elementos nutritivos, componentes microbianos, tensión superficial
- Extrínsecos: temperatura, humedad relativa y presencia de gases

El problema microbiológico en la fabricación de pinturas al agua se puede presentar en tres etapas: materias primas utilizadas, fabricación y aplicación. Esta clasificación nos lleva a considerar dos tipos distintos de agentes conservantes:

- Conservantes para el producto en el envase, bactericidas
- Conservantes para la película de pintura aplicada fungicidas

2.4. Color y colorimetría en pinturas

El color es un parámetro visual muy importante, ya que este es decorativo y ciertos colores identifican a empresas o avisos importantes. Para estos colores es importante tener una medida, para tener un parámetro, debido a esta necesidad se tiene la colorimetría, la cual establece parámetros para identificar cada color.

2.4.1. Color

El color es uno de los atributos de las pinturas que representa una de las principales características. Este puede utilizarse para embellecer un objeto, para crear un ambiente, enviar un mensaje.

El color principalmente es una sensación subjetiva, y en ella influyen también los colores que nos rodean. El color es un mundo y una ciencia difícil de comprender.

El color es una sensación que tiene lugar en nuestro cerebro percibida al incidir una luz en los ojos. Para poder tener sensación de determinar un color se necesita:

- Una fuente de luz que ilumine con intensidad suficiente
- Un objeto que la perciba y la refleje
- Ojos por los que penetre la luz reflejada
- Un cerebro que interprete la señal nerviosa

2.4.2. Fundamentos de colorimetría

La descripción correcta del color de un objeto es de importancia en varias industrias como pinturas, cosméticos, plásticos, textiles. La medida del color de forma objetiva presenta problemas que se han logrado resolver con la tecnología, pero todavía falta indicar de forma clara y objetivo las diferencias de color, esto se debe a que el color no es una característica intrínseca del objeto sino una sensación subjetiva.

Para definir un color de un objeto se debe indicar claramente de que objeto, el iluminante y el detector. En concepto el color dependerá de los estímulos que recibe el detector y que este capta.

Existe una comisión que elabora normas para tener medidas objetivas del color que es la Comisión Internacional de la Iluminación, CIE. La CIE recomendó sistemas para describir el color, definieron un sistema tridimensional de representación del color que permite especificar de forma clara y científica el color de una muestra. La teoría del color simula matemáticamente el proceso teórico de la visión del color a partir de tres estímulos de luz primarios. Estos tres estímulos primarios denominados x , y , z , son tres funciones de onda escogidas de tal manera que cualquier color real proporcione una combinación matemática positiva de estas tres funciones. El poder colorante lo define x y z , mientras que y indica la luminosidad.

2.4.3. Clasificación visual de los colores

La clasificación visual de los colores tienen tres coordenadas principales para comprender como clasificar cada color tono, claridad y saturación. Estas coordenadas ocupan un espacio tridimensional que se llama sólido de color.

El término tono que también suele llamarse color, tonalidad, matiz o *hue* (término en inglés), está relacionado con mezcla de un color con blanco o negro, para darle valor en la claridad.

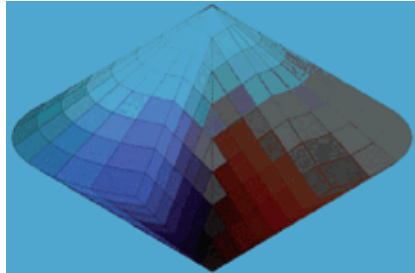
El término saturación también llamado pureza, vivo, intenso, luminoso, sucio o *chroma* (término en inglés), está relacionado un color gris al cual se le añade amarillo y quita gris hasta alcanzar un amarillo vivo, esta variación es la saturación.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación visual de colores. Estos sistemas tienen una distribución de todos los posibles colores de modo que el sólido de color que los engloba sigue la forma de alguna figura geométrica, ya sea cilíndrica, cónica o doble cono.

2.4.3.1. Sistema de *Ostwald*

Ostwald fue uno de los primeros en presentar una clasificación de los colores. El círculo ecuatorial está dividido en cien partes del cero al noventa y nueve, pero con ocho puntos principales que corresponden a los siguientes colores: amarillo, naranja, rojo, violeta, azul ultramar, azul glacial, verde mar y verde hoja.

Figura 1. **Sistema de Ostwald**



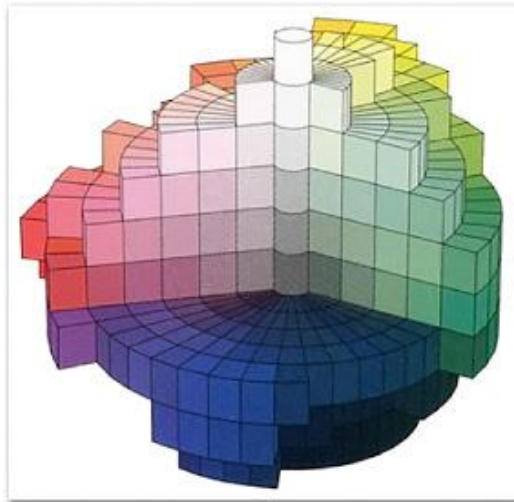
Fuente: dibujo. www.cenoposiciones.com/docs/files/2012_dibujo_11_13_2.pdf. Consulta: 1 de julio de 2013.

La organización del color según *Ostwald* se traduce en escalas de color que tienen el mismo tono, igual contenido en blanco e idéntico contenido en negro. Este sistema es útil para los artistas, grafistas y otros profesionales que trabajan con mezclas de un pigmento coloreado con cantidades variables de un pigmento blanco y otro negro. El defecto de este sistema que es válido para diferenciar, clasificar e identificar muestras dentro de una determinada gama de pigmentos; si se desea utilizar otra gama de pigmentos se realiza de la misma manera.

2.4.3.2. Sistema de Münsell

Münsell en 1929 fue quien creó un sistema ampliamente aceptado, debido a la perfección de una colección de mil cuatrocientas cincuenta muestras de colores en su libro *Münsell Book of Colors*.

Figura 2. **Sistema de Münsell modelo cilíndrico**



Fuente: MARTÍN, Laura. Historia del color. <http://www.miflamencomanco.blogspot.com/2013/04/historia-del-color.html>. Consulta: 1 de julio de 2013.

Los tonos se representan en un círculo dividido también en cien unidades, agrupadas en diez segmentos que representa diez gamas de tonalidades diferentes, cada una de las cuales están divididas también en diez segmentos de los que cinco representa el color medio de cada gama de tonalidad.

La distancia desde la circunferencia exterior, donde están situados los colores puros, más saturados, hasta el punto central donde están el gris puro, está dividida en cinco escalones o saltos de saturación representados por círculos concéntricos desde el cero hasta el diez.

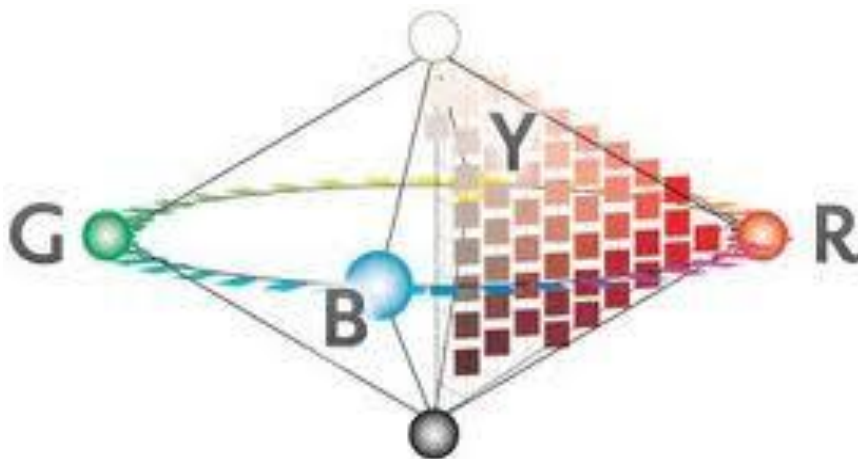
El sistema de Münsell se utilizó como base para organizar el Diccionario de nombres de color *ISCC-NBS Dictionary of color names*, creado por Kelly en 1955 para estandarizar la descripción verbal de colores por medio de nombres.

Este sistema es muy útil para varias industrias, ya que identificó los colores dependiendo la combinación de estos.

2.4.3.3. Sistemas NCS

Este sistema se basa en la teoría de E. Hering de que la percepción humana del color responde a cuatro estímulos primarios o atributos; amarillo (y), rojo (r), azul (b) y verde (g), además del blanco (w) y el negro (s).

Figura 3. Sistema NCS



Fuente: aplicaciones de la lógica difusa a la colorimetría. [www.campusvirtual.unex.es/cala/epistemowikia/index.php?title=aplicaciones de la L%C3%B3gica_difusa_a_la_Colorimetr%C3%ADa](http://www.campusvirtual.unex.es/cala/epistemowikia/index.php?title=aplicaciones%20de%20la%20L%C3%B3gica%20difusa%20a%20la%20Colorimetr%C3%ADa). Consulta: 1 de julio de 2013.

Su esquema de organización corresponde al de la figura compuesta por dos conos apoyados sobre un círculo donde están situados los colores más puros, más saturados. En el vértice del cono superior está el blanco (w) y en el del cono inferior, el negro (s).

El sistema NCS tiene una serie de reglas o condiciones con base en las cuales se estructura su medida y clasificación del color. Para un color debe cumplir lo siguiente:

- La suma de los atributos elementales es 100, es decir; $w+s+y+r+b+g=100$.
- Un color debe tener como máximo cuatro atributos elementales.
- Un color puede tener como máximo dos atributos elementales cromáticos.
- Un color no puede poseer simultáneamente azules y amarillos.
- Un color no puede poseer simultáneamente rojos y verdes.
- Para colores acromáticos $w+s=100$.

En colores cromáticos, a la suma de los dos posibles atributos elementales cromáticos se le llama cromaticidad.

Este sistema ha sido escogido como la base de la selección, es una equivalencia del sistema de Müssell, ya que se utiliza un sistema similar, pero con más relación numérica para establecer los parámetros.

La nomenclatura de este sistema es más sencilla para clasificar los colores, la mayoría de colorímetros que están actualizados contiene este sistema. En este proyecto se utilizara este sistema, ya que el colorímetro contiene este sistema.

2.4.4. Medidas de color

La mezcla de colores es muy importante en las industrias que desarrollan colores ya sean en pinturas, textiles, tintas y otras, ya que la mayoría de veces

se quiere duplicar el color con otros pigmentos o rehacer el color con las mismas materias primas. Duplicar el color no es tan sencillo como se enseña en los primeros años a los niños, ya que existe una variedad de pigmentos y cada uno tiene sus propias características.

Una de las características es la fuerza del colorante de un pigmento que es la mayor o menor capacidad que tiene un determinado pigmento para subir el color de otro más claro. Esta fuerza colorante no es una característica fija del pigmento pues depende, primero del desarrollo que se ha obtenido en el proceso de fabricación y por otro lado, de su humectación y dispersión.

En la creación de pinturas que se duplique por primera vez, se empieza eligiendo una gama de pigmentos que debe permitir conseguir el color deseado, pero al mismo tiempo conocer todas las características de los pigmentos que se utilicen.

El ojo humano es un instrumento insuperable, para percibir con extrema claridad si dos colores son iguales entre sí o no lo son. Pero en cambio se carece de la habilidad intelectual necesaria para expresar y transmitir a otros si la pequeña diferencia que se observa es aceptable para dos colores.

En este caso, el uso de las escalas de color y sobre todo los colorímetros, han sido una gran ayuda, estos aparatos con el tiempo han avanzado en su exactitud y reproductibilidad, además de las ecuaciones y los conceptos teóricos, con estos avances se esperan que se sigan cerrando el hueco que hay entre la física y la matemática respecto de la percepción físico psicológicas del color.

Las medidas y ecuaciones para marcar diferencia entre un color y otro, se han creado conforme han avanzado tecnológicamente en temas del color. A partir del sistema CIE 1964, en el cual un color se sitúa en el espacio mediante tres atributos o coordenadas, y otro color se sitúa igualmente mediante otros tres valores de esas mismas coordenadas la diferencia o distancia entre ellas se calcula fácilmente mediante la fórmula:

$$\Delta E = (\Delta Y^2 + \Delta X^2 + \Delta y^2)^{1/2}$$

(Ecuación No. 1)

Esta ecuación representa la distancia en el espacio entre dos puntos definidos por sus coordenadas cartesianas. Esta fórmula o el número que proporciona como resultado es la distancia teórica entre dos puntos, este resultado no aporta información sobre la diferencia de color que se observa entre dos muestras.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Las variables para este proyecto son importantes clasificarlas, debido a que cada formulación de pintura de agua tiene varios componentes. La variable que es independiente son los componente que proporcionan el color blanco a la pintura, los demás componentes son variables dependientes.

3.1.1. Variables independientes

La variable independiente, son los componentes que proporcionan el color blanco a la pintura, además de los colores del abanico. El color blanco lo proporciona el dióxido de titanio y la carga o extendedores. El color del abanico también es independiente, ya que a partir de esto se debe tener la base y los tintes requeridos para obtener ese color.

3.1.2. Variables dependientes

La variable dependiente son los tintes de agua, debido a que al elegir el color del abanico se determinan los tintes que se requiere. En este caso son 11 tintes diferentes que se utilizan para este sistema de entintado.

3.2. Delimitación de campo de estudio

En la limitación del campo de estudio se hace referencia desde una perspectiva general, hasta una perspectiva específica. La delimitación se utiliza para conocer el tema y que el proyecto se delimite.

- Campo de estudio: pintura y colorimetría.
- Proceso: determinación de cantidades de tinte para un abanico de colores en una pintura de agua, además de determinar los parámetros estandarizados de color.
- Bases del estudio:
 - Base teórica
 - Estudió de las materias primas, el cual depende de la calidad de la pintura.
 - Ajustar todas las medidas de tintes para obtener el color del abanico.
 - Base experimental
 - Se utilizará los datos de la parte teórica, en esta base experimental para la dosificación de tintes.
 - Se tomará un color del abanico el cual solo contenga un tinte.
 - Se realizará tres pruebas con la misma base.
 - Se tomará otros tres colores con diferentes combinaciones de tintes.
 - Se realizará tres pruebas por cada color para determinar si la dosificación de tintes es la indicada.
 - Se rehace las bases de pintura dos veces más.

- Se repetirá este procedimiento nuevamente con los mismos colores para establecer la diferencia entre los colores y los límites de tolerancia.
 - Si los colores no coinciden con los del abanico, se revisará la parte experimental específicamente en el dióxido de titanio, extendedores, volumen de los tintes y/o comprobar el poder tintóreo de los tintes. El límite de tolerancia se utilizará para determinar que margen de error, sin que los ojos humanos pueden percibirlo.
- Resultados
 - El modelo de color se obtendrá de los datos de la parte experimental, estableciendo los parámetros de color de cada prueba.
 - Se obtendrán los parámetros de calidad para un producto terminado, al momento de estandarizar el sistema de bases a entintar. Estos datos se obtendrán de todas las pruebas de color en cada base de pintura a entintar.
- Ubicación: el desarrollo de este proyecto, sobre la determinación de cantidades de tinte para un abanico de colores en pinturas de agua se realizará en la empresa Pinturas Segá, S.A.

3.3. Recursos humanos disponibles

Este proyecto fue asesorado por el ingeniero Luis Humberto Orozco Girón y el ingeniero Oscar Arriola. El Departamento de Control de Calidad de Pinturas Segá colaboró en la parte experimental y en la medición de parámetros.

3.4. Recursos materiales y equipo disponibles

En las formulaciones de pinturas de agua existen varios componentes, los cuales tiene una función específica y existen varias marcas. Para la elección de los componentes es importante primero determinar la calidad de pintura que se requiere formular. Entre los componentes se tienen:

- Resina: resina estireno acrílica y acrílica.
- Cargas o extendedores: carbonato de calcio, óxido de zinc, minusil, espesantes celulósicos.
- Pigmentos: dióxido de titanio.
- Aditivos: fungicidas, ajustadores de pH, antiespumante, dispersante, aditivo reológico y coalescente.
- Solvente: agua
- Tintes Color Tec: negro, amarillo mostaza, amarillo óxido, verde ftalocianina, azul ftalocianina, rojo óxido, rojo bermellón, café óxido, verde musgo, magenta y amarillo cromo.
- Colorímetro BGD 552
- Dosificador volumétrico BXC-63
- Equipo de computo
- Medidor de pH Hannah
- Viscosímetro Stormer
- Cubeta para medir peso específico Gardner de 100 mililitros
- Vidrio y lenetas

3.5. Técnicas

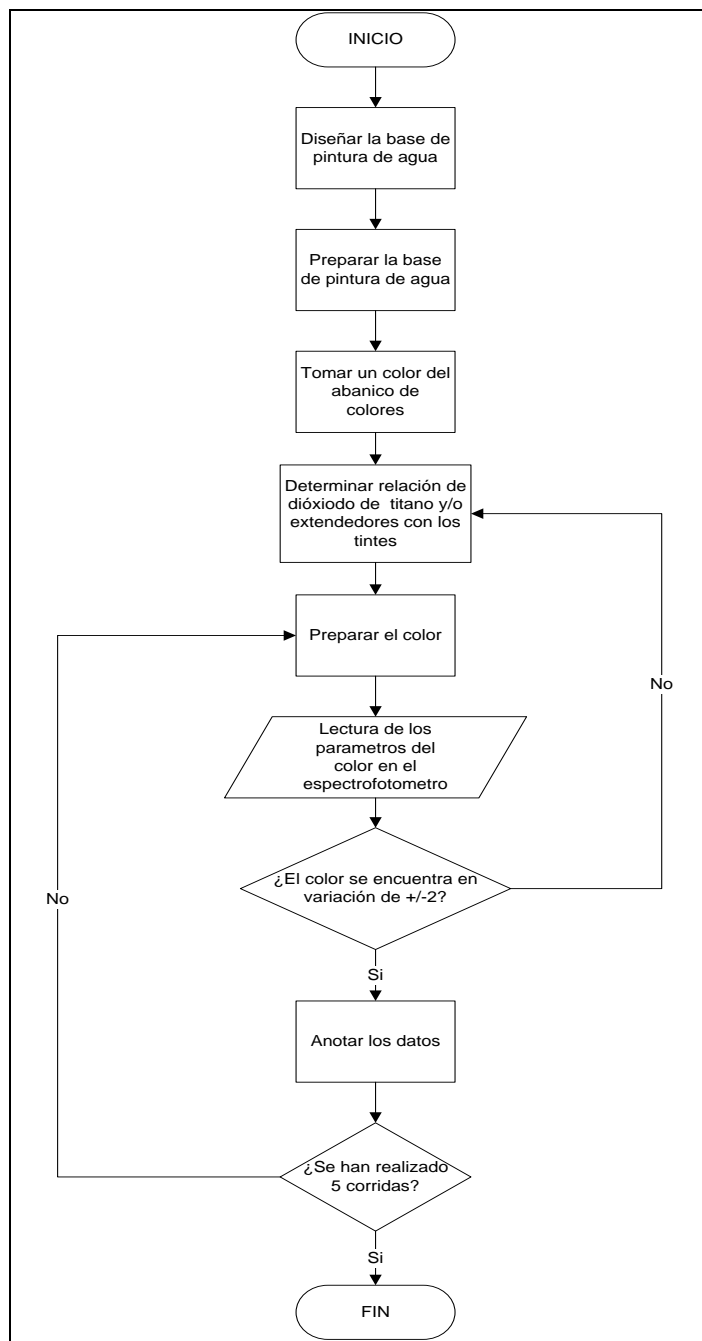
Es importante definir las para el proyecto, en este caso se divide en técnica cuantitativa y cualitativa. La técnica cuantitativa principalmente es tener un valor, en este caso sería los parámetros de color y la técnica cualitativa son características del producto final que sería los parámetros de calidad.

3.5.1. Técnica cuantitativa

La determinación de la cantidad de tintes para un abanico de colores en pintura de agua, se basará inicialmente en formulaciones de cuatro bases de este tipo de pintura. La diferencia de las bases es la cantidad de dióxido de titanio y extendedores. Los tintes que se utilizará para el abanico de colores, se comprará en una empresa mexicana que se encarga de distribuir los tintes base agua. Estos tintes dependen directamente de la proporción del dióxido de titanio o las cargas, debido a aportan la blancura a la base.

Los datos a obtener será la cuantificación volumétrica a partir de un dosificador es para dos onzas fluidas el cual equivale a cuarenta y ocho puntos. Además de la construcción de la base de datos de colores, para poder obtener cualquier color con los tintes o corregir colores de pintura de agua en producción.

Figura 4. Diagrama de flujo para obtener los colores de las bases a entintar



Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Técnica cualitativa

En la técnica cualitativa se deben considerar las características de la pintura de agua, como parámetros generales para el cliente. Al diseñar una pintura se debe considerar estas características para obtener una percepción visible aceptable, al momento de aplicación y la película seca. Por lo tanto se debe elaborar una ficha de aceptación de los parámetros de la pintura de agua.

Tabla II. **Parámetros cualitativos de pintura de agua**

Característica	Metodología
Fineza	Se establece la fineza del producto estirando la pintura sobre un vidrio a cierto grosor. Esta prueba determina si la dispersión del producto se ha completado.
Viscosidad	La viscosidad de un producto en pinturas es muy importante. Se determina la viscosidad en el viscosímetro Stomer. Aproximadamente entre 110-120 KU, dependiendo de los tintes que se agregue.
Peso específico	El peso específico es otro parámetro importante para control de calidad, ya que determinar que todos los componentes se agreguen según la formulación. Se utiliza un picnómetro en forma de cubeta que tiene un volumen de 100 cm ³ .
pH	El pH es importante en la composición de pinturas, ya que debe estar arriba de 8.5. Este parámetro se determina con un medidor de pH electrónico.
Cubrimiento	Esta característica se determina estirando la pintura sobre un cartón que tiene una parte negra y blanca, para observar el cubrimiento de la pintura
Color	Esta característica es una de las más importantes para el consumidor final. A la base se le realiza una prueba de poder tintóreo, para determinar si se le agregó el dióxido de titanio y/o extendedores en la proporción de la formulación. El color se iguala a un estándar y se determina los parámetros en el colorímetro.

Fuente: elaboración propia.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Para la elaboración de una base de datos para un sistema tintométrico de pintura de agua, primero es establecer el procedimiento, ya que se está creando un proceso para un producto final, además de crear una base de datos para la corrección de colores de este tipo de pinturas. La recolección y ordenamiento se explicaran a continuación:

3.6.1. Diseño de las bases de pintura de agua

En el diseño de las bases de pintura de agua, se debe establecer una serie de pasos para formular la pintura adecuada. Estos pasos inicia desde la selección de materia prima, ya que esta depende de la calidad hasta obtener las bases terminadas con sus respectivas características. A continuación se especifican la serie de pasos:

- Establecer la materia prima: en la industria de pinturas existen una variedad de materias primas, por lo tanto se debe definir claramente que calidad de pintura se pretende obtener para determinar las materias primas, ya que esto define las características y la calidad del producto final.
- Establecer parámetros de relación base y tintes: la relación de bases y tintes se obtiene a partir de los datos que envía la empresa de tintes según el abanico de colores. Esta empresa define cuatro bases diferentes, once tintas de agua y mil ocho colores que se logran con la combinación de tintas y bases, según la dosificación establecida. Dependiendo de la calidad del producto final se agrega dióxido de titanio

y/o extendedores, luego se interpola para cada color y así obtener una relación de bases y tintes.

- Diseñar las bases para el sistema tintométrico: en el paso anterior se estableció la relación de bases y tintes, por lo tanto se diseña primero una base blanca (contiene más dióxido de titanio) y una base transparente (no contiene dióxido de titanio), debido a que son los dos extremos de un sistema de color y de las bases que se utilizarán.
- Mezcla de bases y tintes de agua: se escoge un color del abanico el más sencillo que requiere la combinación de una base y un tinte de agua. Se agrega la dosificación volumétrica, se mezcla hasta obtener un color uniforme. Se realizarán tres corridas con el mismo color.
- Comparar el color con el abanico de colores: se compara el color que se obtuvo de la mezcla de base y tinte de agua con el color que se escogió del abanico. Se utilizará el colorímetro para determinar los parámetros. Si el color es igual al del abanico, se utiliza más combinaciones de colores. Si el color no es igual al del abanico, se retomará establecer la relación de bases y tintes.
- Utilizar más combinaciones de colores del abanico: luego que se realice la prueba con un solo tinte, se escoge otros colores que tenga más combinaciones y rectificar la relación de bases y tintes de agua. Escoger tres colores con diferentes combinaciones de tintes y a cada color realizar tres pruebas.
- Rehacer las bases a entintar: se rehace las bases y nuevamente se toma el color que contenga un solo tinte y se realizan tres corridas. Se

repite 3 veces este procedimiento, para asegurar la formulación de las bases.

- Establecer datos del colorímetro y modelo de color: al momento de poseer ya ajustadas las bases y combinaciones de tintes, se ingresan al sistema los datos obtenidos del colorímetro, para construir la base de datos en el software que se utilizara.

3.6.2. Aprobación de las pinturas de agua

En la aprobación de las pinturas de agua, es tener las características finales de un producto terminado y que sus características sean reproducibles en cada lote. En este caso se debe establecer los parámetros que no modifican el color y los parámetros que modifican el color. A continuación se describe cada parámetro:

- Establecer parámetros que no modifican el color: los parámetros son la viscosidad que se logra controlar con un aditivo, al igual que el pH. Estos dos parámetros se modifican y no intervienen directamente con el color de la pintura.
- Establecer parámetros que modifican el color: la fineza y el color, se determinan en el diseño de bases, ya que estos influyen directamente en la igualación del color. El cubrimiento de la pintura está directamente relacionado con las bases y tintas, sino cumple con el cubrimiento, se modifica desde el diseño de la base, hasta la dosificación del tinte. El peso específico es el último parámetro, que este dato se utiliza en control de calidad para establecer que se agreguen los componentes de

la formulación; esto se determina debido a que existe una diferencia significativa entre el peso específico de materias primas.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Para establecer el sistema tintométrico y la base de datos de un sistema de color, se necesita registrar todo los datos y que se encuentren entre el margen de tolerancia.

- Sistema de bases a entintar en pinturas de agua: los primeros datos que se deben tabular son los del abanico de color de las tintas de agua. Primero se realiza la relación de base y tintas de agua, se comprueba al preparar un color del abanico, se realizan tres corridas. Se establece límites de tolerancia. Si se comprueban estos datos, la base se contiene los componentes necesarios para darle la blancura, por lo tanto se estandarizo. Este procedimiento se tendría que repetir una vez más, desde la formulación de la base hasta obtener el color, para corroborar los datos, ya que en una pintura los colores son similares es imposible obtener un color exactamente igual, además que el ojo humano en algunas ocasiones si detecta estas variaciones y el colorímetro no lo detecta.

Tabla III. **Tabla de recolección de datos para el sistema tintométrico**

DATOS PARA SISTEMA DE BASE Y TINTES DE AGUA								
Relación de dióxido de titanio-tintes de agua		Nombre de la base		Número de prueba				
				L	a	b	c	Lim. Tol
Corrida 1	Número de color del abanico <input type="text"/>	Corrida 1						
		Corrida 2						
		Corrida 3						
				L	a	b	c	Tol
Corrida 2	Número de color del abanico <input type="text"/>	Corrida 1						
		Corrida 2						
		Corrida 3						
				L	a	b	c	Tol
Corrida 3	Número de color del abanico <input type="text"/>	Corrida 1						
		Corrida 2						
		Corrida 3						
				L	a	b	c	Tol
Corrida 4	Número de color del abanico <input type="text"/>	Corrida 1						
		Corrida 2						
		Corrida 3						

Fuente: elaboración propia.

Al obtener los datos de bases y tintes se ingresan al software, debido a que los datos son reales y proporcionan un punto en el sistema de colores.

- Aprobación del producto final: en esta sección solamente se debe construir una tabla con los datos que se obtuvieron con las características más importantes de la pintura de agua, para tener parámetros de comparación y estandarización, para el departamento de control de calidad.

Tabla IV. **Tabla de parámetros finales de la pintura de agua**

Parámetros	Valores	
	Si	No
Fineza		
Viscosidad (KU)		
pH		
Cubrimiento		
Color		
Peso específico (lb/gal)		

Fuente: elaboración propia.

Los datos de esta tabla son importantes, ya que contienen todos los datos del producto final, por lo tanto los lotes de producción debe tener características similares, para que sea aprobado en el Departamento de Control de Calidad.

3.8. Plan de análisis de los resultados

El plan de análisis de resultados, es el procedimiento para interpretar cada valor numérico o cada característica de este proyecto. Se debe establecer principalmente el modelo de color que se utiliza que depende del colorímetro.

3.8.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variables

Cada método y modelo se describirá a continuación, ya que es importante establecerlo debido a que cada empresa que elabora este sistema tintométrico, tiene su propio sistema y medidas. En este caso se utilizó el colorímetro BGD 552, 4 bases diferentes, 11 tintes y 1008 colores.

- Modelo para determinación del color: los modelos para la determinación del color en el sistema de datos se pueden elegir todos los modelos que existan sobre el color, pero este lo determinara el colorímetro que se utilice. El colorímetro BGD 552 utiliza el modelo de color NCS, avalado por el sistema internacional de colores CIE.
- Método para el sistema de bases y tintes de agua: los métodos para el sistema de base y tintas de agua que se requiere depende de la empresa que se adquiere ya que ellos establecen el sistema volumétrico de cuantificación, el número de colores y el abanico. Se trabaja para obtener la igualación de colores con las bases que se desarrollan y las tintas de agua. El método que se utiliza para este sistema se consiste en el número de bases que se requieren formular, el número de tintes de agua, el número de colores y la cuantificación volumétrica:

- Cuatro diferentes bases: la diferencia entre cada base es la cantidad de dióxido de titanio o extendedores.
- Tintes de agua: estos depende de la empresa que se adquiera el sistema tintométrico, en este caso sería la empresa mexicana ColorTec con doce tintes diferentes.
- Colores del abanico: esto también depende de la empresa que se adquiera este sistema, en este caso sería de 1008 colores.
- Cuantificación volumétrica: la cuantificación volumétrica es de cuarenta y ocho puntos cada onza fluida. Para esto se debe adquirir el cuantificador volumétrico con esta especificación de puntos.

3.8.2. Programas a utilizar para análisis de datos

Los programas a utilizar para la determinación de la cantidad de tintes en una base de pintura de agua dependen de los datos para cada color. Para obtener la relación de dióxido de titanio y tintes de agua, se utilizara Microsoft Excel 2007, ya que se debe interpolar los datos que se obtenga de esta relación.

La base de datos que se obtenga de parámetros de color, se utiliza un programa especial donde se coloca directamente al colorímetro. Se utilizará el programa Colorimeter 2008, el colorímetro indicara los parámetros y este programa los almacenara, para tener una base de datos, además colocar en este sistema un estándar, para determinar similitudes o diferencias. Además de colocar los colores estandarizados y el límite de tolerancia.

4. RESULTADOS

4.1. Elaborar tablas de teñido para un abanico de color

Las tablas de teñido se establecieron con la base de datos que proporciona este sistema. Este sistema consta de 48 puntos para cada onza fluida, 4 bases diferentes, 11 tintes para obtener 1 008 colores. En la siguiente tabla, se muestra algunos colores con su respectivo tinte y cantidades.

Tabla V. Datos para cada color del abanico para galón

Código	Nombre	Tintes	OZS.	48's
2001P	AMARILLO LIMON	AXN	0	20
		L	0	2
2002P	FLAN	AXN	1	12
		L	0	4
2003T	JAZMIN DULCE	AXN	2	24
		L	0	8
2004T	SOLEADO	AXN	3	36
		L		12
2005T	AMARILLO PETALO	AXN	5	0
		L		16
2006D	REFLEJOS	AXN	7	24
		L		24
2007C	ESPARRAGO	AXN	11	16
		L		36
2008P	TULIPAN CLARO	AXN		6
2009P	LUZ ESTELAR	AXN		24
2010P	CREMA DE BANANA	AXN	1	24

Continuación de la tabla V.

2011T	MERENGUE	AXN	2	0
2012T	ALEGRIA	AXN	6	0
2013D	AMARILLO TEXAS	AXN	8	0
2014C	ABEJA	AXN	8	0
2015P	CERA AMARILLA	AXN		3
		T		1
2016P	LIMON SUAVE	AXN		12
		T		4
2017P	SOUFFLE	AXN		36
		T		12
2018T	MARGARITA	AXN	1	24
		T		24
2019T	REFLEJOS	AXN	3	0
		T	1	0
2020D	TULIPAN AMARILLO	AXN	6	0
		T	2	0
2021C	ECUADOR	AXN	9	0
		T	3	0
2022P	CHARDONNAY	T		6
2023P	PIÑA COLADA	T		24
2024P	MANTEQUILLA	T	1	16
2025T	YEMA DE HUEVO	T	2	0
2026T	RAYO SOLAR	T	6	0
2027D	PLENO SOL	T	8	0
2028C	RESCATE	T	12	0
2029P	ESTIO	C		1
		T		4
2030P	MAIZ	C		4
		T		16
2031P	NARCISO	C		12
		T	1	0
2032T	LECHE QUEMADA	C		24
		T	2	0

Continuación de la tabla V.

2033T	FORSYTHIA	C	1	0
		T	4	0
2034D	ABRIL	C	1	28
		T	6	16
2035C	CHEDDAR	C	2	0
		T	8	0
		KX	1	24
2036P	CREMA MIEL	C		3
		T		3
2037P	VINO BLANCO	C		12
		T		12
2038P	CREMA MERENGADA	C		36
		T		36
2039T	NANETTE	C	1	24
		T	1	24
2040T	CROCUS	C	3	0
		T	3	0
2041D	MOSTAZA OSCURA	C	4	0
		T	4	0
2042C	ORO SOL	AXN	5	
		C	3	
		H		8
		KX	1	32
2043P	SAMBAYON	C		12
2044P	TRIGO	C		32
2045P	ARCADIA	C	2	0
2046T	ESPAÑA	C	3	0
2047T	MIEL	C	4	0
2048D	ORO VIEJO	C	8	0
2049C	ORIENTE	C	12	0
2050P	BLANCO NAVAJO	H		1
		T		12

Continuación de la tabla V.

2051P	PAN DE MAIZ	H		2
		T		44
2052P	NOSTALGIA	H		2
		T	1	40
2053T	CREMA TOSTADA	H		8
		T	3	32
2054T	CELESTIAL	H		12
		T	5	24
2055D	ATARDECER	H		16
		T	1	16
2056C	LILIANA	AXN	8	32
		H		16
		T		32
2057P	ELISA	C		2
		H		1
		T		1
2058P	INSPIRACION	C		16
		H		4
		T		8
2059P	CARROZA	C	1	0
		H		12
		T		24
2060T	KABUK	C	1	32
		H		20
		T		40
2061T	RHUM	C	3	16
		H		40
		T	1	32
2062D	MARENGO	C	4	32
		H	1	8
		T	2	16

Continuación de la tabla V.

2063C	BRONCE	C	6	40
		H	1	32
		T	3	24
2064P	MARFIL	H		1
		T		6
2065P	CHIFFON	H		4
		T		20
2066P	DURAZNO	H		12
		T	1	12
2067T	ZAPALLO	H		20
		T	2	4
2068T	NARANJA	H	1	0
		T	5	0
2069D	MANDARINA	H	1	16
		T	6	32
2070C	YODO	AXN	1	32
		H	1	16
		T		40
2071P	TROPICO	C		1
		H		2
		T		2
2072P	THE CON LECHE	C		4
		F		2
		T		12
2073P	PENUMBRA	C		12
		F		6
		T		36
2074T	FIESTA	C		24
		F		12
		T	1	24
2075T	AMBAR	C	1	0
		F	0	24
		T	3	0

Continuación de la tabla V.

2076D	GRAN CAÑON	C	2	0
		F	1	0
		T	6	0
2077C	COBRE VIEJO	C	2	32
		F	1	16
		T	8	0
2078P	BEIGE	C		6
		F		1
		L		1
2079P	BRONCEADO	C		24
		F		4
		L		4
2080P	POLVO FACIAL	C	1	24
		F		12
		L		12
2081T	ADOBE	C	3	0
		F		24
		L		24
2082D	CHEROKEE	C	3	0
		F		24
		L		24
2083D	COPPERTONE	C	6	
		F	1	
		L	1	
2084C	CANELA	C	3	0
		F	1	24
		L	1	24
2085P	VAINILLA	H		2
		T		3
2086P	FLOR DE DURAZNO	H		8
		T		16
2087P	NARANJA PALIDA	H		20
		T		40

Continuación de la tabla V.

2088T	MELON FRIO	H		32
		T	1	16
2089T	ROCIO DE MIEL	H	2	
		T	4	
2090D	ZAPALLO OSCURO	H	2	32
		T	5	16
2091C	SEDA	AXN	6	0
		H	2	32
		T	1	0
2092P	MARMOL	C		2
		H		3
		T		3
2093P	CASCADA	C		8
		H		12
		T		12
2094P	DAMASCO	C		24
		H		36
		T		36
2095T	VERANO INDIO	C		32
		H	1	0
		T	1	0
2096D	SOL MEXICANO	C	1	24
		H	2	12
		T	2	12
2097D	FUEGO OTOÑAL	C	2	0
		H	3	0
		T	3	0
2098C	RAPUNZEL	AXN	6	40
		F		32
		H	2	16

Fuente: elaboración propia.

En la elección de la materia prima se determinó la calidad de la pintura, en este caso la pintura es de alta calidad. A continuación se enumera cada componente y el porcentaje de cada uno en las cuatro bases. La diferencia principal es la cantidad de pigmento blanco.

Tabla VI. **Datos de las bases para la formulación de colores**

Componentes	Base P	Base T	Base D	Base C
Agua	25,2	27	31,9	35
Aditivo 1	0,3	0,3	0,3	0,3
Aditivo 2	0,5	0,5	0,5	0,6
Antiespumante	0,6	0,6	0,6	0,6
Aditivo 3	0,2	0,2	0,2	0,2
Espesante Celulosico	0,2	0,2	0,2	0,2
Regulador de pH	0,3	0,3	0,3	0,3
Pigmento blanco	19,1	15,7	6,3	0
Pigmento blanco	1,4	1,5	1,6	1,7
Cargas 1	9,5	9,8	10,6	11,1
Aditivo 4 preservantes	0,4	0,4	0,4	0,4
Aditivo 5 preservantes	0,3	0,3	0,3	0,3
Resina	38,6	39,7	42,8	45,0
Coalecente	1,4	1,5	1,6	1,7
Aditivo 6	1,9	2,0	2,1	2,2
Aditivo 7	0,2	0,2	0,3	0,3
Porcentaje de llenado	98,5%	96,5%	94,5%	92,5%

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Datos de tintes para la formulación de colores**

Código	Color	Densidad (lb/gal)
B	Negro	9,9
D	Verde	10,01
E	Azul	10,08
F	Rojo óxido	13,61
L	Verde tipo Musgo	11,46
I	Café óxido	13,07
T	Amarillo Mostaza	10,18
M	Magenta	9,85
Ax	Amarillo Cromo	10,41
H	Rojo Bermellón	10,84
C	Amarillo óxido	12,56

Fuente: elaboración propia.

4.2. Establecer rangos de intensidad para cada base, a partir de los parámetros que proporcione el colorímetro BGD 552

En la variable independiente son los pigmentos blancos que se logran determinar a partir del parámetro de intensidad, esto se logro establecer con los datos que proporciono el colorímetro BGD 552. Además de la intensidad proporciona otros datos como A, B, C y límite de tolerancia.

Tabla VIII. Datos de la tabla de parámetros de color base P

Código	Tinte	Base	Parámetros	
2010P	Amarillo Cromo (Ax)	P	L	100
			A	12,65
			B	-14,65
			C	19,36
			Lim. Tol	85-88
2304P	Azul (E) Magenta (M)	P	L	100
			A	-18,33
			B	8,5
			C	20,21
			Lim. Tol	153-157
2549P	Amarillo Óxido (C) Verde (D)	P	L	100
			A	-18,33
			B	8,5
			C	20,21
			Lim. Tol	309-312

Continuación de la tabla VIII.

2982P	Negro (B) Magenta (M) Azul (E)	P	L	100
			A	-0,22
			B	-9,34
			C	9,34
			Lim. Tol	268-269

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Datos de la tabla de parámetros de color base T**

Código	Tinte	Base	Parámetros	
2410T	Azul (E)	T	L	93,49
			A	-5,34
			B	-17,08
			C	34,82
			Lim. Tol	259-261
2264T	Magenta (M) Azul (E)	T	L	92,32
			A	26,29
			B	-18,20
			C	31,98
			Lim. Tol	324-326
2229T	Rojo Bermellon(H) Negro (B)	T	L	87,37
			A	13,77
			B	-6,99
			C	15,23
			Lim. Tol	330-333

Continuación de la tabla IX.

2676T	Negro (B) Amarillo óxido (C)	T	L	91,15
			A	-1,8
			B	10,39
			C	10,55
			Lim. Tol	98-101

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Datos de la tabla de parámetros de color base D**

Código	Tinte	Base	Parámetros	
2188D	Rojo bermellón (H)	D	L	80,92
			A	50,88
			B	0,93
			C	50,88
			Lim. Tol	1,04-1,10
2278D	Negro (B) Magenta (M) Rojo bermellón (H)	D	L	77,06
			A	16,18
			B	-11,31
			C	19,73
			Lim. Tol	324-325
2125D	Rojo bermellón (H) Amarillo Mostaza (T)	D		86,37
			A	43,41
			B	15,57
			C	46,06
			Lim. Tol	19-20

Continuación de la tabla X.

2405D	Negro (B) Magenta (M) Azul (E)	D	L	75,32
			A	-4,51
			B	-31,18
			C	31,47
			Lim. Tol	260-261

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Datos de la tabla de parámetros de color base C**

Código	Tinte	Base	Parámetros	
2084C	Amarillo óxido (C) Rojo óxido (F) Verde tipo Musgo (L)	C	L	57,60
			A	27,90
			B	21,66
			C	35,33
			Lim. Tol	37-39
2112C	Rojo bermellón (H) Amarillo Mostaza (T)	C	L	66,27
			A	70,99
			B	28,78
			C	76,48
			Lim. Tol	21-22
2287C	Magenta (M) Rojo bermellón (H) Azul (E)	C	L	71,90
			A	69,22
			B	10,44
			C	70
			Lim. Tol	8-9

Continuación de la tabla XI.

2273C	Magenta (M)	C	L	56,74
			A	73,97
			B	3,02
			C	73,86
			Lim. Tol	2-3

Fuente: elaboración propia.

4.3. Definir parámetros de calidad para un producto terminado de pinturas

Los parámetros de calidad para un producto terminado, es importante para logra reproducir el producto varias veces y que estos se encuentran en un rango establecido. Cada base tiene valores diferentes, debido a la formulación que se modifican en los pigmentos blancos y el agua.

Tabla XII. **Datos de parámetros de producto terminado de la base P**

Parámetros	Valores
Viscosidad (KU)	110-120
pH	9-10
Base	P
Peso específico (lb/gal)	10,40-10,90
Porcentaje de sólidos por peso	51,31
Porcentaje de sólidos por volumen	38,68
Concentración de pigmento por volumen	29,40

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Datos de parámetros de producto terminado de la base T**

Parámetros	Valores
Viscosidad (KU)	110-120
pH	9-10
Base	T
Peso específico (lb/gal)	10,10-10,40
Porcentaje de sólidos por peso	48,80
Porcentaje de sólidos por volumen	37,41
Concentración de pigmento por volumen	27,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Datos de parámetros de producto terminado de la base D**

Parámetros	Valores
Viscosidad (KU)	110-120
pH	9-10
Base	D
Peso específico (lb/gal)	9,70-10,10
Porcentaje de sólidos por peso	42,09
Porcentaje de sólidos por volumen	34,47
Concentración de pigmento por volumen	20,47

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Datos de parámetros de producto terminado de la base C**

Parámetros	Valores
Viscosidad (KU)	110-120
pH	9-10
Base	C
Peso específico (lb/gal)	9,20-9,70
Porcentaje de sólidos por peso	37,53
Porcentaje de sólidos por volumen	32,71
Concentración de pigmento por volumen	15,91

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En la elaboración de un sistema de pinturas a entintar base agua es el inicio de un proyecto de ventas para la empresa de Pinturas Segá, ya que es un nuevo producto y así mismo ofrecer una variedad de colores al consumidor final. Se formuló este sistema por requerimientos del departamento de ventas de la empresa Pinturas Segá. Ya que ofrece una gama de colores al cliente.

La elaboración de nuevos productos es factible por la disponibilidad de la materia prima, debido a que esta es utilizada en otros productos. Además que la empresa cuenta con una maquinaria adecuada para la fabricación de pinturas, los tintes de agua, información técnica y los instrumentos de control de calidad, entre ellos se puede mencionar el viscosímetro Stomer, la cubeta Gardner que determina el peso específico, medidor de pH y el colorímetro.

Se inició con la evaluación de la información teórica de los tintes y la cantidad de dióxido de titanio para cada base, con esta información se procedió a formular cada base con sus respectivas cargas, resina, aditivos y dióxido de titanio. Estas cantidades dependen de la calidad de pintura que se solicita formular.

La preparación de cada base se inició con sus respectivos componentes y luego se evaluó cada parámetro de importancia para el control de calidad posterior. Cada base se repitió varias veces con modificaciones en la cantidad de cada componente, hasta lograr obtener los parámetros satisfactorios para los productos de pinturas de agua.

En la formulación final de cada base se observa que la diferencia principal entre las cuatro es el porcentaje de dióxido de titanio, ya que este componente proporciona el color blanco a la pintura. Cada base se fue ajustando con agua por el dióxido de titanio que se retiró. En la formulación de una pintura de agua contiene varios aditivos que tienen una función específica, por lo tanto se debe poseer conocimientos y medidas para formular.

Se establece que la medida del producto final para cada base es diferente, ya que al tener más dióxido de titanio requiere menos tintes entonces se llena el envase hasta un 98,5 por ciento y la base C que no tiene dióxido y requiere más tintes se llena el envase hasta un 92,5 por ciento.

Los colores del sistema de entintado ya están establecidos, pero se requiere corroborar los datos de los tintes con la formulación de las bases. Existen cantidades de tintes que dependen de la base que se requiere. Para las pruebas se utilizaron medidas de 1/16 de galón o 236 mililitros de los cuales se añadió mínimo 1 mililitro de tinte.

Se inició con la base P, la cual contiene los colores pastel o los que demanda menos tintes. Con esta base se realizó una prueba más, ya que se debía comprobar el tono de cada tinte, por lo tanto se tomaron los colores que contenía un solo tinte y luego se comprobó en el abanico de colores. Se determinó que el tinte café y el verde musgo no es igual el tono, entonces los colores que requieren estos tintes tendrán un ligero tono diferente.

En total son once tintes diferentes. Los tintes poseen diferentes densidades por la naturaleza química de cada pigmento, debido a esto los tintes se miden por su volumen. La medida que se maneja generalmente es onzas fluidas, es una medición de volumen, la cual se utiliza especialmente

para entintar. Cada onza fluida equivale aproximadamente a 29 mililitros. Los sistemas de entintado tienen la particularidad en dividir cada onza fluida en puntos, este se divide en cuarenta y ocho. Los puntos son importantes para la máquina de entintado, la cual tiene marcado cada punto.

En el abanico existen 1 008 colores, con medidas de un cuarto de galón, un galón y cinco galones. En la tabla V se muestra la cantidad y los diferentes tintes que requiere un galón de los códigos 2001P al 2100P.

El modelo de color que se utilizó fue el sistema *Natural Color System* (NCS), el cual se establece el blanco y negro por el parámetro L. El valor de 100 indica blanco y el valor de 0 indica negro. Los colores que se establecen en un plano cartesiano el cual en las abscisas (“a”) a la derecha del origen se encuentra el color rojo y a la izquierda el color verde. En las ordenadas (“b”) arriba del origen se encuentra el color amarillo y abajo el color azul. El parámetro c es llama saturación. El límite de tolerancia, se establece por el parámetro H, que proporciona un punto en el modelo de color.

Se tomaron cuatro colores con códigos diferentes por cada base y se tomaron los parámetros de color con el colorímetro BGD 552. En la tabla VIII, IX, X y XI muestran las medidas de color de la base P, T, D y C. La diferencia principal es el parámetro L, para la base P el valor es de 100, ya que contiene un alto porcentaje de dióxido titanio. En la base T este parámetro se encuentra entre 95-85, la base D entre 85-75 y por ultimo para la base C es menor a 75, debido a que no contiene dióxido de titanio. Los parámetros a, b y c dependerán de la combinación de los tintes de cada código.

Las medidas cuantificables de calidad para cada base se definen en la tabla XII, XIII, XIV y XV. La viscosidad se encuentra en el mismo rango al igual

que el pH para todas las bases. Existe una diferencia en el peso específico, debido a la cantidad de cargas. La base P demanda más dióxido de titanio, por lo tanto el peso específico fue mayor, mientras que la base C, la cual no requiere dióxido de titanio el peso específico fue la menor.

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En este trabajo se utilizó como método estadístico el análisis de varianza (ANOVA) de un factor. Este análisis sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Los datos que se obtuvieron en el parámetro L se sometieron a este análisis estadístico, el cual se comparan diferentes grupos para determinar si los valores de L darán siempre el mismo valor. Los valores de L se encuentran en los anexos página 86 a la 89, dependiendo de la base que se esté realizando el análisis estadístico.

Para este análisis estadístico se utilizó el siguiente cuadro con sus respectivas ecuaciones:

Tabla XVI. **Tabla de análisis de varianza (ANOVA)**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F (Calculada)
Entre los grupos	$SCE = \sum_{i=1}^k n_i (y_i - \bar{y})^2$	k-1	$\frac{SCE}{k-1}$	$F = \frac{MCE}{MCD}$
Dentro de los grupos	$SCD = \sum_{i=1}^n n_i - 1 s_i^2$	n-k	$\frac{SCD}{n-k}$	
Total	$SCT = \sum_{i=1}^n y_{ij} - \bar{y}^2$	n-1		

Fuente: comparación de varios tratamientos o grupos. www.dta.utalca.cl/estadistica/interpretar/Metodos/anova.pdf. Consulta: 17 de septiembre de 2013.

Donde:

n_i = Número de grupo de datos, en este caso sería 4, ya que son cuatro grupos diferentes con sus respectivas corridas.

y_i = El valor de cada corrida.

y = El valor promedio de cada grupo de datos.

y_{ij} = La sumatoria de todas las corridas.

k= Número de grupo de datos, en este caso son 4 grupos.

n= Número total de datos de todas las corridas, en este caso son 12 datos.

SCE= Suma de cuadrados entre grupos.

SCD=Suma de cuadrados dentro de los grupos.

MCE= Cuadrados medios entre los grupos.

MCD=Cuadrados medios dentro de los grupos.

El valor de F se compara con una distribución F de Fisher, la cual depende de los grados de libertad y la confianza de los datos. Si la F calculada es menor a la que se obtiene en la tabla de Fisher se acepta la hipótesis nula; si el valor de F calculada es mayor a la que se obtiene en la tabla de Fisher se rechaza la hipótesis nula.

Para el análisis de ANOVA en este caso se toman como grado de libertad para el numerador 3 y grado de libertad para el denominador 8 y en la tabla F Fisher el valor de referencia es de 2,92 el cual en anexo de la página 102 se observa la tabla.

Tabla XVII. **Datos de ANOVA para el parámetro L en la base P**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F (Calculada)
Entre los grupos	0	3	0	No definido
Dentro de los grupos	0	8	0	
Total	0	11		

Continuación de la tabla XVII.

F(Tabla)= 2,92 ($\alpha=0,1, 3, 8$)
Conclusión: A un nivel de 90% de confianza los datos de cada grupo si son iguales

Fuente: elaboración propia.

Para la tabla XVI se observa que la F calculada, no procede debido a que matemáticamente una división dentro de cero no se encuentra definida. Según todos los datos que se obtuvieron para la base P, son igual a 100, por lo tanto se define que para cualquier color con la base P el valor de L es 100. Los valores de L para la base P se encuentran en los anexos página 86.

Tabla XVIII. **Datos de ANOVA para el parámetro L en la base T**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F(Calculada)
Entre los grupos	61,81	3	20,60	155,850
Dentro de los grupos	1,06	8	0,1322	
Total	62,87	11		
F(Tabla)= 2,92 ($\alpha=0,1, 3, 8$)				
Conclusión: A un nivel de 90% de confianza los datos de cada grupo no son iguales				

Fuente: elaboración propia.

Para la tabla XVII se observa que la F calculada es mayor a la F de la tabla, por lo tanto un grupo de datos no se encuentra en los parámetros. Según todos los datos que se obtuvieron para la base T, se encuentra en un rango de 95 a 85, esto se debe a la combinación de tintes de agua y la cantidad de

dióxido de titanio. Los valores de L para la base T se encuentran en los anexos página 87.

Tabla XIX. **Datos de ANOVA para el parámetro L en la base D**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F(Calculada)
Entre los grupos	206,74	3	68,91	877,30
Dentro de los grupos	0,63	8	0,0786	
Total	207,36	11		
F(Tabla)= 2,92 ($\alpha=0,1, 3, 8$)				
Conclusión: A un nivel de 90% de confianza los datos de cada grupo no son iguales				

Fuente: elaboración propia.

Para la tabla XVIII se observa que la F calculada es mayor a la F de la tabla, por lo tanto un grupo de datos no se encuentra en los parámetros. Según todos los datos que se obtuvieron para la base D, se encuentra en un rango de 84 a 75, esto se debe a la combinación de tintes de agua y la cantidad de dióxido de titanio. Los valores de L para la base D se encuentran en los anexos página 88.

Tabla XX. **Datos de ANOVA para el parámetro L en la base C**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F(Calculada)
Entre los grupos	474,56	3	158,19	4 003,851
Dentro de los grupos	0,32	8	0,0395	
Total	474,87	11		

Continuación de la tabla XX.

F(Tabla)= 2,92 ($\alpha=0,1, 3, 8$)
Conclusión: A un nivel de 90% de confianza los datos de cada grupo no son iguales

Fuente: elaboración propia.

Para la tabla XVII se observa que la F calculada es mayor a la F de la tabla, por lo tanto un grupo de datos no se encuentra en los parámetros. La F calculada es mayor ya que existe un rango mayor entre los colores. Según todos los datos que se obtuvieron para la base C son menores a 74, esto se debe a la combinación de tintes de agua y la cantidad de dióxido de titanio. Los valores de L para la base C se encuentran en los anexos página 89.

CONCLUSIONES

1. El abanico contiene 1 008, 4 bases y 11 tintes diferentes.
2. Los tintes verde musgo y café poseen un tono diferente al abanico, por lo tanto existirá una diferencia entre los colores que requieren estos tintes.
3. El parámetro L que determina la intensidad (blanco-negro), para la base P es 100, para la base T se encuentra en el rango 95 a 85, para la base D en el rango 85 a 75 y por último la base C es menor a 75.
4. En los parámetros cuantificables de calidad para las bases se encuentra el peso específico en el rango de 10,90 libras por galón a 9,20 libras por galón. La viscosidad se encuentran en el rango de 110 unidades Kreps (KU) a 120 unidades Kreps (KU) y el pH con un valor de 9 a 10.

RECOMENDACIONES

1. El dióxido de titanio que se utilice para este sistema de entintar bases, se debe verificar el poder tintóreo, debido a que existen dióxidos de titanio con un tono amarillo y modifican el color final.
2. Los tintes de agua que se adquiera se debe verificar el poder tintóreo, para determinar que sea igual al abanico de colores y no exista problema para obtener los diferentes colores.
3. El llenado en el recipiente de cada base es significativo para obtener los colores, por lo tanto se requiere de atención al momento trasladar la información al área de producción.
4. Verificar cada nueva la materia prima que ingresa a la empresa es importante para obtener productos homogéneos y prevenir problemas para control de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARBOSA, José. *Fundamentos de colorimetría*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 5, tema 1.10 p.
2. BRANDAU, Alan. *Introduction to Coatings Technology*. Estados Unidos: Federation of Societies for Coatings Technology, 1933. 46 p.
3. COSTA LÓPEZ, José. *Conceptos fundamentales de las pinturas*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 1, tema 1. 3 p.
4. GARCÍA CASTÁN, Juan. *Pastas colorantes concentradas*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 4, tema 27. 147 p.
5. _____. *Colorimetría*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 5, tema 2-3-4. 20 p.
6. GARCÍA SARMIENTO, José Luis. *Cargas o extendedores*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 4, tema 28. 155 p.

7. _____. *Polímeros celulósicos resinas vinílicas y acrílicas*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 4, tema 7. 68 p.
8. GONZÁLEZ MARTÍN, J. *La Pintura como Recubrimiento Protector*. Madrid, España: A. Madrid Vicente, 1993. 230 p.
9. GIUDICE, Carlos A. *Tecnología de pinturas y recubrimientos: componentes, formulación, manufactura y calidad*. Buenos Aires: Edutecne, 2009. 242 p.
10. MARTIN, Laura. *Historia del color* [en línea]. Salamanca, España: [ref. de abril 2013]. Disponible en web: www.miflamencomanco.blogspot.com.
11. MOLERA SOLÁ, Pere. *Clasificación de las pinturas*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 1, tema 3, 28 p.
12. _____. *Introducción de las resinas*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 4, tema 1. 2 p.
13. LEBLANC, Oscar. *Características generales de los pigmentos*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 4, tema 18. 70 p.

14. RIERA TUEBOLS, Joaquim. *Caracterización de resinas y pinturas. Análisis instrumental. Control de aplicaciones*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 4, tema 17. 68 p.
15. XANTAL OLLER, Xavier Roset. *Aditivos*. Master Tecnología de pinturas. Universidad de Barcelona, 1998. Capítulo 4, tema 30. 187 p.
16. TURNER, C.A.P. *Introduction to Paint Chemistry and Principle of Paint Technology*. 3a ed. Londres, Inglaterra: Chapman and Hall, 1988. 176 p.

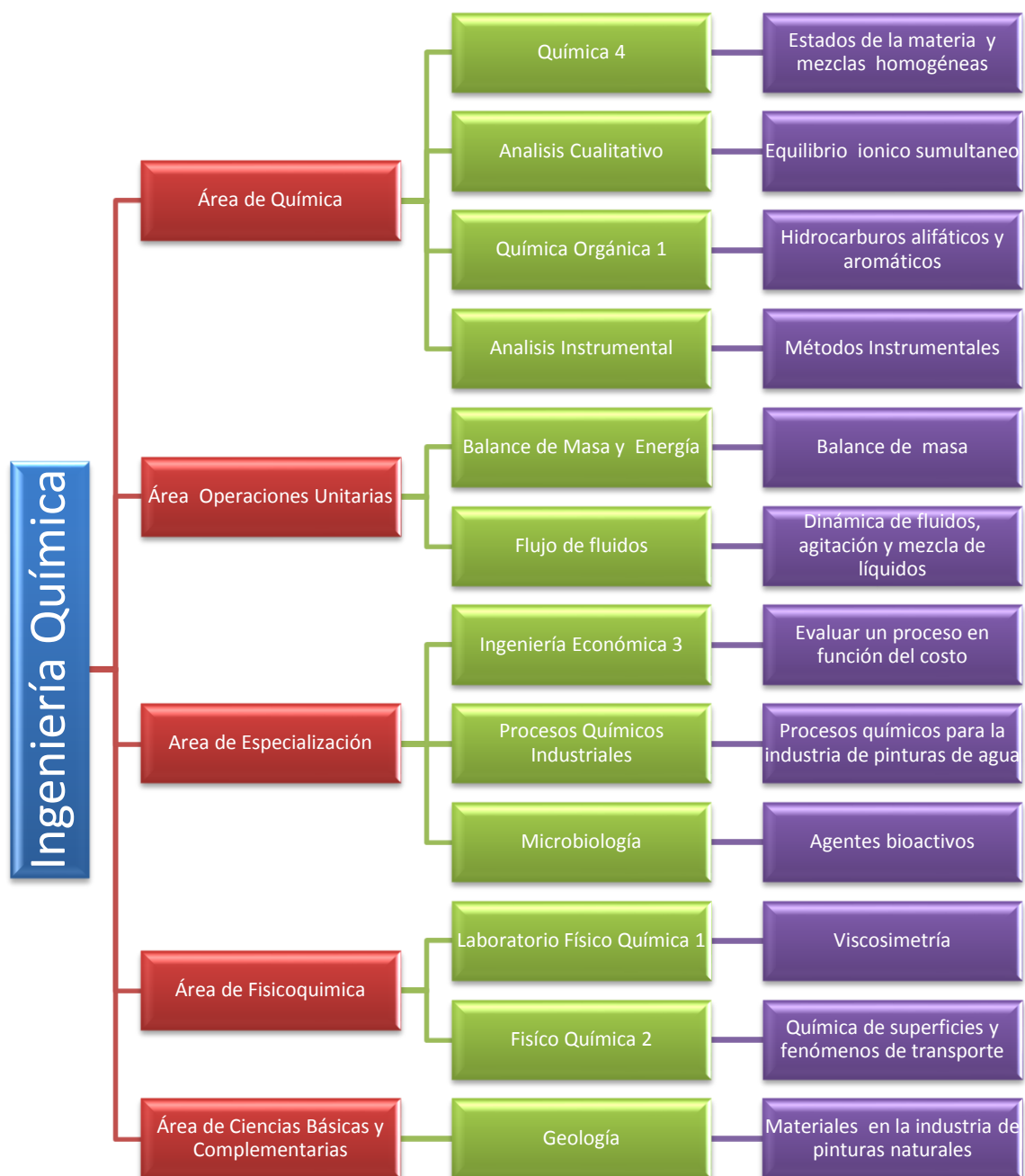
APÉNDICES

Figura 5. Cronograma de actividades

No.	ACTIVIDAD	MESES					
		1	2	3	4	5	6
1	Elaboración y aprobación de protocolo	■					
2	Inicio de investigación y recolección de información de materias primas		■				
3	Solicitud de materia prima		■				
4	Calculo de relación de dióxido de titanio y tintes de agua		■				
5	Diseño de las bases			■			
6	Pruebas para las bases y tintes de agua			■			
7	Prueba de las otras bases y tintes de agua				■		
8	Obtener datos del abanico de colores				■		
9	Recolección de datos del abanico de colores y parámetros de los colores				■		
10	Obtener datos del producto final				■		
11	Elaboración del informe final					■	
12	Corrección del informe					■	
13	Aprobación del informe						■

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Tabla de gastos del proyecto de la elaboración de un sistema de bases a entintar**

Materia prima	Costo aproximado por unidad	Cantidad	Total
Pintura de agua galones	Q 100,00	40	Q 4.000,00
Tintes de agua por litro	Q 200,00	14	Q 2.800,00
Abanico de colores	Q 230,00	3	Q 660,00
Dosificador volumétrico	Q 14.000,00	1	Q 14.000,00
Colorímetro con el software	Q 0,00	1	Q 0,00
Viscosímetro	Q 0,00	1	Q 0,00
Cubeta para densidad	Q 0,00	1	Q 0,00
Medidor de pH	Q 0,00	1	Q 0,00
Equipo de computo	Q 0,00	1	Q 0,00
	TOTAL		Q 21.460,00

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Tabla XXII. Datos originales de la base P

DATOS PARA SISTEMA DE BASE Y TINTES DE AGUA								
Relación de dióxido de titanio-tintes de agua		19,1%	Nombre de la base		P	Número de prueba		1
			L	a	b	c	Lim	
Corrida 1	Número de color del abanico 2304P	Corrida 1	100	12,34	-15,13	19,52	309,20	
		Corrida 2	100	12,86	-14,81	19,62	310,97	
		Corrida 3	100	12,70	-14,58	19,34	311,06	
			L	a	b	c	Lim	
Corrida 2	Número de color del abanico 2549P	Corrida 1	100	-18,15	8,54	20,05	154,79	
		Corrida 2	100	-18,37	8,56	20,26	155,01	
		Corrida 3	100	-18,40	7,69	19,94	157,30	
			L	a	b	c	Lim	
Corrida 3	Número de color del abanico 2010P	Corrida 1	100	1,67	25,13	25,19	86,18	
		Corrida 2	100	1,55	25,23	25,23	86,48	
		Corrida 3	100	1,45	24,06	24,10	86,54	
			L	a	b	c	Lim	
Corrida 4	Número de color del abanico 2982P	Corrida 1	100	-0,13	-9,41	9,41	269,21	
		Corrida 2	100	-0,01	-9,33	9,33	269,80	
		Corrida 3	100	-0,4	-8,99	8,99	267,44	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Datos originales de la base T

DATOS PARA SISTEMA DE BASE Y TINTES DE AGUA							
Relación de dióxido de titanio-tintes de agua		15,7%	Nombre de la base		T	Número de prueba	
			L	A	b	c	Lim
Corrida 1	Número de color del abanico 2410T	Corrida 1	93,26	-5,17	-34,73	35,11	261,52
		Corrida 2	93,49	-5,50	-34,46	34,89	260,92
		Corrida 3	93,44	-5,49	-33,79	34,24	260,77
			L	A	b	c	Lim
Corrida 2	Número de color del abanico 2264T	Corrida 1	91,73	26,30	-18,19	31,98	325,31
		Corrida 2	92,69	26,34	-18,11	31,96	325,48
		Corrida 3	92,65	26,49	-18,04	32,05	325,74
			L	A	b	c	Lim
Corrida 3	Número de color del abanico 2229T	Corrida 1	87,42	14,69	-6,86	15,33	333,30
		Corrida 2	87,16	13,29	-7,14	15,09	331,77
		Corrida 3	87,62	13,49	-7,02	15,21	332,52
			L	A	b	c	Lim
Corrida 4	Número de color del abanico 2676T	Corrida 1	91,14	-1,63	11,01	11,13	98,40
		Corrida 2	91,43	-1,77	10,41	10,63	99,73
		Corrida 3	91,73	-1,77	10,41	10,63	99,85

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Datos originales de la base D

DATOS PARA SISTEMA DE BASE Y TINTES DE AGUA							
Relación de dióxido de titanio-tintes de agua		6,3%	Nombre de la base		D	Número de prueba	
			L	a	b	c	Lim
Corrida 1	Número de color del abanico 2188D	Corrida 1	80,98	50,88	0,92	50,89	1,04
		Corrida 2	80,97	50,92	0,95	50,92	1,07
		Corrida 3	81,01	50,82	0,93	50,83	1,05
			L	a	b	c	Tol
Corrida 2	Número de color del abanico 2278D	Corrida 1	76,88	15,80	-11,25	19,39	324,54
		Corrida 2	77,51	16,88	-11,39	20,36	325,98
		Corrida 3	77,02	16,13	-11,32	19,70	324,69
			L	a	b	c	Lim
Corrida 3	Número de color del abanico 2125D	Corrida 1	86,10	43,95	15,33	46,55	19,23
		Corrida 2	86,81	42,41	15,99	45,32	20,66
		Corrida 3	86,07	44,12	15,39	46,73	19,22
			L	a	b	c	Tol
Corrida 4	Número de color del abanico 2405D	Corrida 1	74,59	-4,43	-30,72	31,04	261,79
		Corrida 2	75,39	-4,47	-30,89	31,22	261,77
		Corrida 3	75,73	-4,50	-31,79	32,11	261,94

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Datos originales de la base C

DATOS PARA SISTEMA DE BASE Y TINTES DE AGUA							
Relación de dióxido de titanio-tintes de agua		0%	Nombre de la base		C	Número de prueba	
			L	A	b	C	Lim
Corrida 1	Número de color del abanico	Corrida 1	57,76	28,68	21,73	35,98	37,15
		Corrida 2	57,40	26,44	21,65	34,17	39,31
	2084C	Corrida 3	57,65	28,59	21,60	35,83	37,08
			L	A	b	c	Tol
Corrida 2	Número de color del abanico	Corrida 1	72,06	69,12	10,44	69,90	8,59
		Corrida 2	72,06	69,09	10,27	69,85	8,46
	2287C	Corrida 3	71,59	69,45	10,61	70,25	8,69
			L	A	b	c	Tol
Corrida 3	Número de color del abanico	Corrida 1	56,93	73,97	2,94	74,03	2,28
		Corrida 2	56,55	74,04	3,20	74,11	2,48
	2273C	Corrida 3	56,75	73,89	2,91	70,25	2,25
			L	A	b	c	Tol
Corrida 4	Número de color del abanico	Corrida 1	66,37	70,65	28,28	76,10	21,81
		Corrida 2	66,14	71,31	28,14	76,78	21,74
	2112C	Corrida 3	66,31	71,00	28,67	76,57	21,99

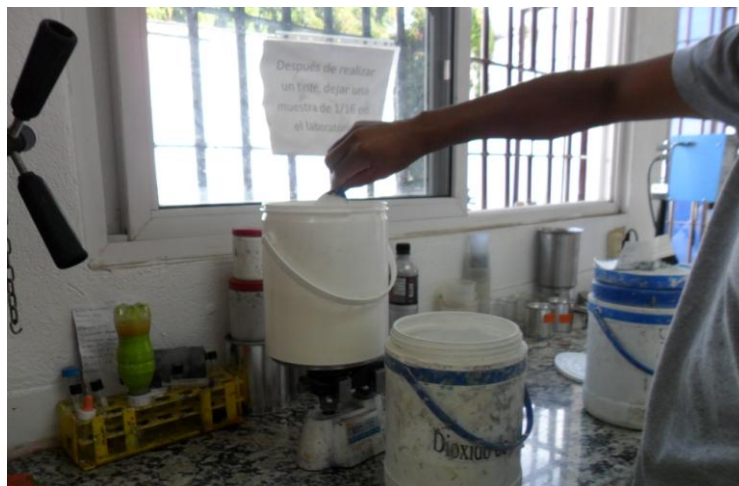
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Fotografía de forma en que se pesa la materia prima para hacer un galón de cada base**



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 8. **Fotografía de forma en que se agrega el dióxido de titanio**



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 9. **Fotografía de la dispersión de las bases**



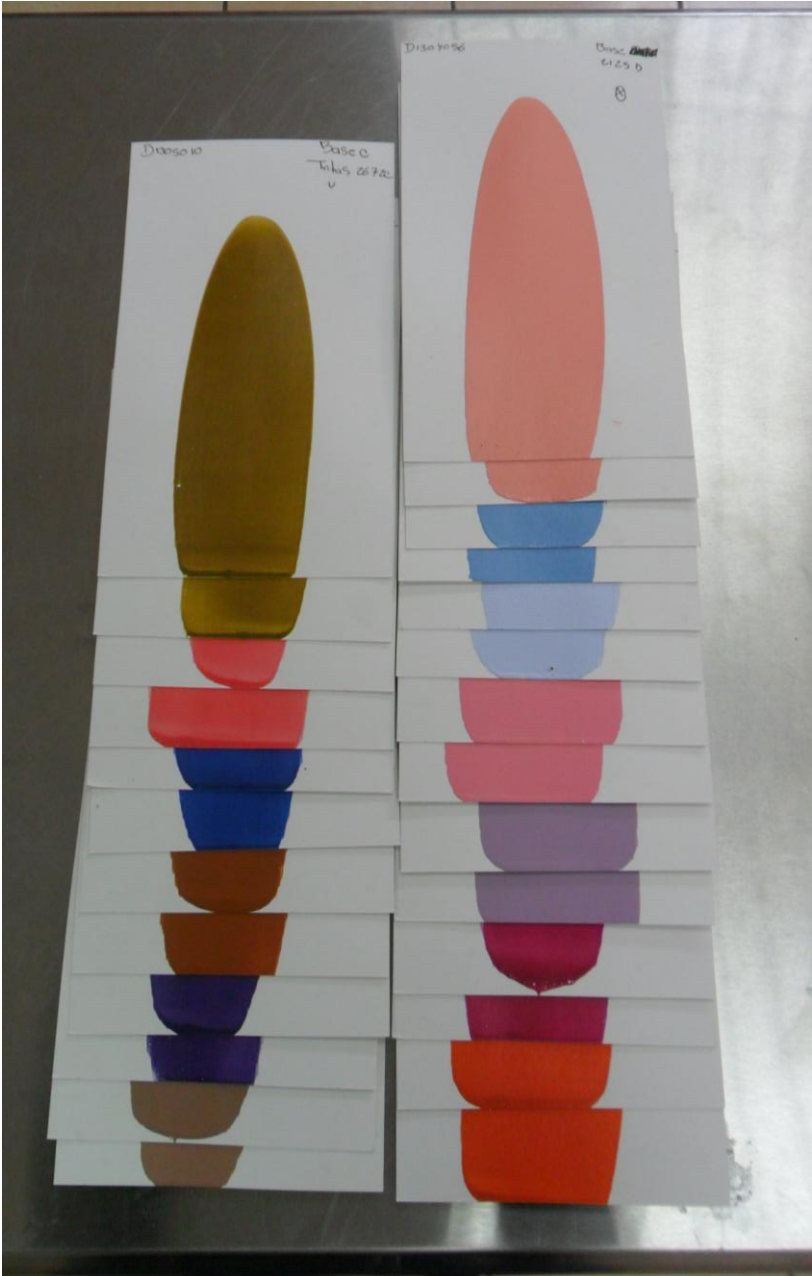
Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 10. **Fotografía de los colores que se elaboraron y se estiraron en leneta para determinar los parámetros de color**



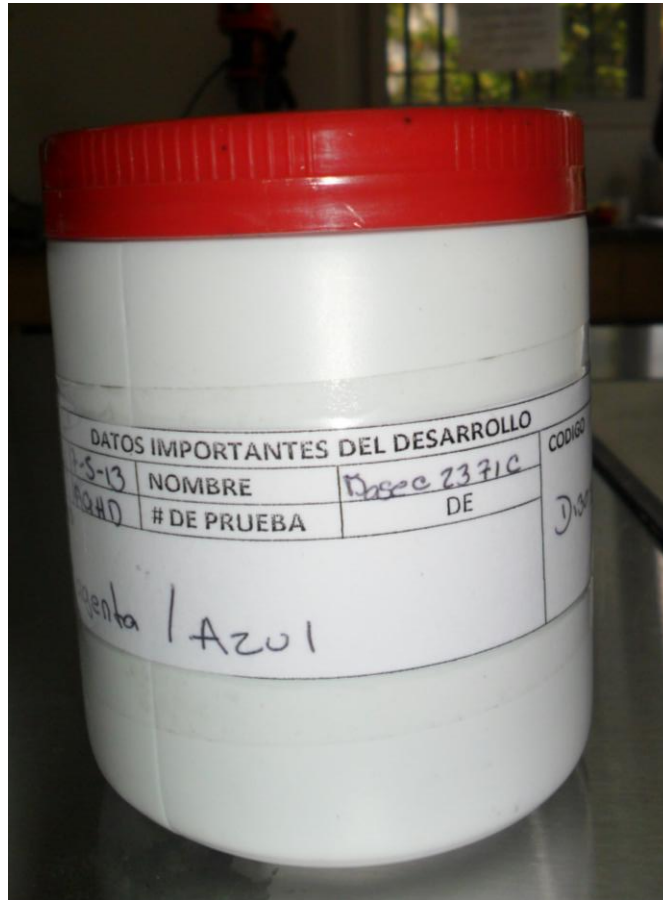
Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 11. **Fotografía de los colores que se elaboraron y se estiraron en leneta para determinar los parámetros de color**



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segá.

Figura 12. Fotografía del tamaño de una muestra con sus respectivos datos



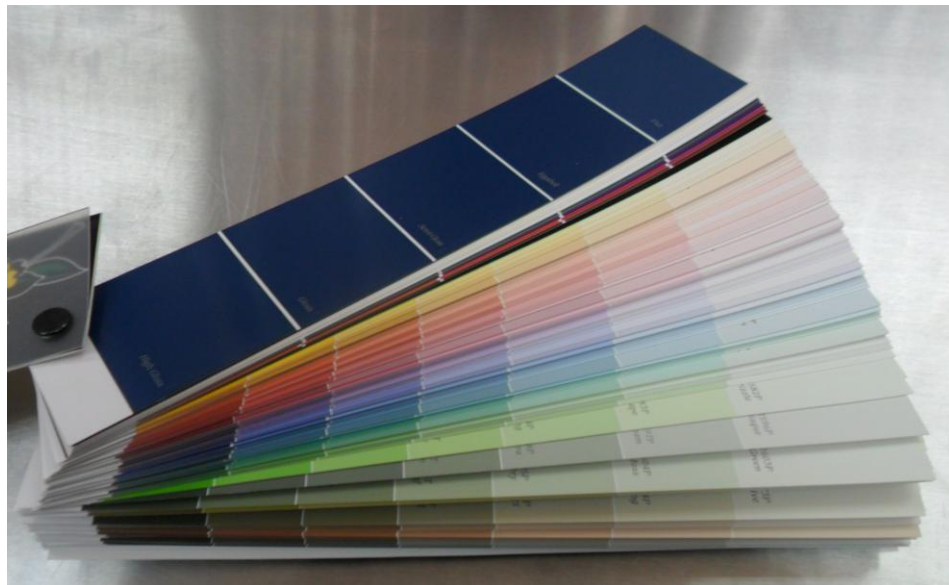
Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 13. **Fotografía de todas las muestras que se realizaron**



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segura.

Figura 14. **Fotografía del abanico de colores que se utilizó en el proyecto para comparar colores**



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 15. **Fotografía de la máquina para entintar manualmente**



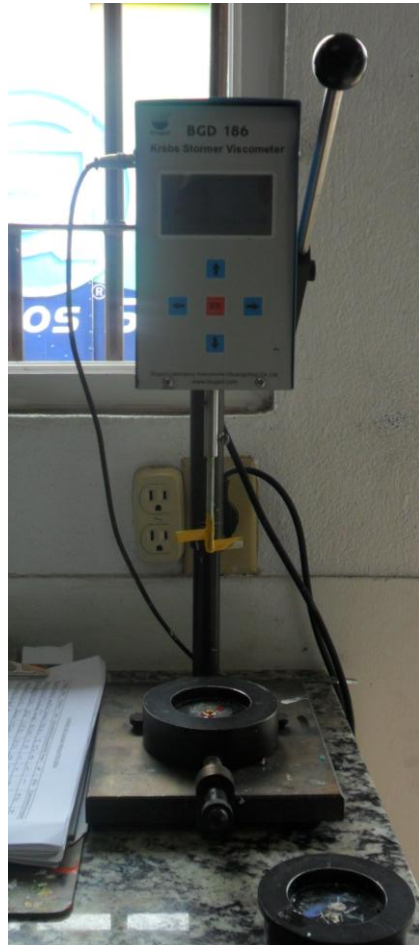
Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segá.

Figura 16. Fotografía del medidor de pH



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 17. **Fotografía del viscosímetro Stormer**



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 18. **Fotografía de cubeta Gardner**



Fuente: laboratorio de control de calidad de Pinturas Segs.

Figura 19. Tabla de distribución F de Fisher para una confiabilidad de 90%

$1 - \alpha = 0.9$ v_1 = grados de libertad del numerador
 $1 - \alpha = P (F \leq f_{\alpha, v_1, v_2})$ v_2 = grados de libertad del denominador

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	39.864	49.500	53.593	55.833	57.240	58.204	58.906	59.439	59.857	60.195
2	8.526	9.000	9.162	9.243	9.293	9.326	9.349	9.367	9.381	9.392
3	5.538	5.462	5.391	5.343	5.309	5.285	5.266	5.252	5.240	5.230
4	4.545	4.325	4.191	4.107	4.051	4.010	3.979	3.955	3.936	3.920
5	4.060	3.780	3.619	3.520	3.453	3.405	3.368	3.339	3.316	3.297
6	3.776	3.463	3.289	3.181	3.108	3.055	3.014	2.983	2.958	2.937
7	3.589	3.257	3.074	2.961	2.883	2.827	2.785	2.752	2.725	2.703
8	3.458	3.113	2.924	2.806	2.726	2.668	2.624	2.589	2.561	2.538
9	3.360	3.006	2.813	2.693	2.611	2.551	2.505	2.469	2.440	2.416
10	3.285	2.924	2.728	2.605	2.522	2.461	2.414	2.377	2.347	2.323
11	3.225	2.860	2.660	2.536	2.451	2.389	2.342	2.304	2.274	2.248
12	3.177	2.807	2.606	2.480	2.394	2.331	2.283	2.245	2.214	2.188
13	3.136	2.763	2.560	2.434	2.347	2.283	2.234	2.195	2.164	2.138
14	3.102	2.726	2.522	2.395	2.307	2.243	2.193	2.154	2.122	2.095
15	3.073	2.695	2.490	2.361	2.273	2.208	2.158	2.119	2.086	2.059
16	3.048	2.668	2.462	2.333	2.244	2.178	2.128	2.088	2.055	2.028
17	3.026	2.645	2.437	2.308	2.218	2.152	2.102	2.061	2.028	2.001
18	3.007	2.624	2.416	2.286	2.196	2.130	2.079	2.038	2.005	1.977
19	2.990	2.606	2.397	2.266	2.176	2.109	2.058	2.017	1.984	1.956
20	2.975	2.589	2.380	2.249	2.158	2.091	2.040	1.999	1.965	1.937
21	2.961	2.575	2.365	2.233	2.142	2.075	2.023	1.982	1.948	1.920
22	2.949	2.561	2.351	2.219	2.128	2.060	2.008	1.967	1.933	1.904
23	2.937	2.549	2.339	2.207	2.115	2.047	1.995	1.953	1.919	1.890
24	2.927	2.538	2.327	2.195	2.103	2.035	1.983	1.941	1.906	1.877
25	2.918	2.528	2.317	2.184	2.092	2.024	1.971	1.929	1.895	1.866
26	2.909	2.519	2.307	2.174	2.082	2.014	1.961	1.919	1.884	1.855

Fuente: www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2011/2do/tabla-fisher.pdf. Consulta: 1 de septiembre de 2013.