

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA FÁBRICA DE
PINTURAS ALCOR S.A.S.

LINA MARÍA GONZÁLEZ OSORIO
ALEJANDRA SALINAS BARRETO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2016

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA FÁBRICA DE
PINTURAS ALCOR S.A.S.

LINA MARÍA GONZÁLEZ OSORIO
ALEJANDRA SALINAS BARRETO

Proyecto integral de grado para obtener el título de
INGENIERO QUÍMICO

Asesor
Juan Carlos Segura Pinzón.

Directora
María Fernanda Rodríguez Reyes
INGENIERO QUÍMICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2016

Nota de aceptación:

Edgar Fernando Moreno
Presidente del jurado

Ing. Nicolás Rodríguez
Jurado 1

Ing. Oscar Lombana
Jurado 2

Bogotá D.C, Agosto de 2016

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. JAIME POSADA DÍAZ

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Secretario General

Dr. JUAN CARLOS POSADA GARCIA-PEÑA

Decano de Facultad Ingeniería

Dr. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa de Ingeniería Química

Dr. LEONARDO DE JESUS HERRERA

Las directivas de la universidad de américa, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Todo el personal de la fábrica de pinturas ALCOR.S.A.S, por su toda su colaboración y ayuda en este proyecto.

José Guerrero, Ingeniero químico por sus aportes, orientación y conocimiento a lo largo del desarrollo del trabajo de grado

Contadora Nohora Osorio por el apoyo y enseñanza a lo largo de la elaboración del documento.

Dayana Alvarado, asistente del área de calidad por toda la ayuda, aporte para la realización del trabajo.

Juan Carlos Segura Ingeniero Químico y asesor del trabajo de grado, por su valiosa orientación y constante motivación en este trabajo.

A todos nuestros profesores que a lo largo de la carrera nos brindaron toda su sabiduría y experiencia.

A la Universidad de América por acogernos durante toda nuestra carrera y permitir nuestra formación como ingenieras.

DEDICATORIA

Una vez concluido el trabajo de escribir este documento, no fue tarea sencilla dar las gracias a quienes apoyaron el camino que condujo la culminación de este. Aunque pareciera sencilla la tarea de hacer un listado de quienes estuvieron a mi lado en este proceso, les debo más a sus ideas y compañía.

Fueron las motivaciones, apoyo y enseñanzas que estaré en deuda con ustedes:

A mi madre Janeth Osorio por el coraje y perseverancia que siempre infringió en mí para poder culminar y su amor incondicional. A mi padre Iván González por sus motivaciones y paciencia, estos me permitieron continuar y lograr con éxito la finalización del proyecto

A mi abuelo Luis E. Osorio por sus enseñanzas, consejos y muestras de cariño, los cuales fueron de soporte a lo largo de mi vida y persistieron en este camino.

A mi tía Nohora Osorio por sus recomendaciones, ayuda y aprendizaje que recibo día a día. Sé que desde la distancia me acompaña y las palabras de aliento fueron fundamentales en el tiempo de desesperación

En especial a mi hermana Laura González quien ha sido mi acompañante en aventuras por creer en mis sueños y estar siempre a mi lado.

A mi Familia, porque en conjunto son partícipes de mi fonación personal, quienes me animan a siempre cumplir mis metas y estuvieron presentes en esta etapa de mi vida.

A mi amiga y colega Alejandra Salinas por toda su confianza, enseñanzas y cariño. Gracias por permitirme trabajar a tu lado y ser partícipe de la formación profesional.

No hay otro recurso significativo para mí que la compañía, entendimiento y apoyo amigos, su espíritu vivaz me alentó para terminar: Gracias

Lina González.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a **Dios**, por haberme dado la vida y permitirme alcanzar este logro tan importante en mi vida profesional guiándome y dándome las fuerzas necesarias para seguir siempre adelante.

A mis padres seres a quienes amo desde lo más profundo de mi corazón porque desde pequeña me enseñaron a luchar por mis sueños, a mi madre **Angela Barreto** por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor celebrando mis triunfos y corrigiendo mis faltas. A mi padre **Alejandro Salinas**, por ser un ejemplo de perseverancia y aunque tuvo grandes privaciones en la vida siempre me ha dado lo mejor. Gracias por educarme con paciencia y sobre todo con amor.

A mis hermanos, **Angélica, Esperanza y Fernando** a quienes les debo muchas cosas, quienes han vivido de cerca los distintos procesos de mi vida y siempre han tenido la disposición y madurez para aconsejarme.

A mis sobrinos, **Daniela, David y Andrés** porque desde su llegada llenaron mi vida de alegría. A **Badr** que a pesar de la distancia y dificultades siempre estuvo alentándome con cariño para lograr culminar esta etapa.

A mi gran amiga y compañera de trabajo, **Lina González** por su paciencia y positivismo a través de este camino lleno de dificultades y alegrías, gracias por su confianza y amistad verdadera.

Infinitas gracias a todos mis amigos, en especial a **Camila Reyes** que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda y apoyo incondicional.

Alejandra Salinas Barreto

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
OBJETIVOS	24
1.GENERALIDADES	25
1.1ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	25
1.2DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	25
2.MARCO TEÓRICO	27
2.1 COMPONENTES DE LAS PINTURAS	27
2.1.1 Disolvente	27
2.1.2 Resina.	27
2.1.2.1 Vinílica	27
2.1.2.2 Alquídica	27
2.1.2.3 Horneable (Melamina)	28
2.1.3 Pigmentos	28
2.1.3.1 Inertes	28
2.1.3.2 Inhibidores	28
2.1.4 Vehículos	28
2.1.5 Colorantes	28
2.1.6 Cargas	28
2.1.6.1 Estructura morfológica	28
2.1.7 Aditivos	30
2.1.7.1 Secantes	30
2.1.7.2 Anti sediméntales	30
2.1.7.3 Humectantes	30
2.1.7.4 Espesantes	30
2.1.7.5 Disperante	31
2.1.7.6 Agentes reológicos	31
2.2CLASIFICACIÓN DE LAS PINTURAS	31
2.2.1 Vinilos	31
2.2.2.1 Esmaltes horneables	32
2.2.2.2 Anticorrosivos	32
2.3 FASES DE FABRICACIÓN	32
2.3.1 Humectación	32
2.3.2 Molturación y dispersión	32
2.3.3 Estabilización	32
2.3.4 Ajuste de viscosidad	32
2.3DEFECTOS Y PROBLEMAS FRECUENTES	33
2.4.1 Problemas en el almacenamiento	33
2.4.1.1 Disminución de la viscosidad	33

2.4.1.2 Aumento de la viscosidad	33
2.4.1.3 Sinéresis	33
2.4.1.4 Formación de pieles	33
2.4.2 Problemas en la aplicación	33
2.4.2.1 Marcas de brocha	33
2.4.2.2 Pulverización seca	34
2.4.2.3 Descuelgues	34
2.4.2.4 Falta de poder cubriente	34
2.4.2.5 Brillo irregular	34
2.4.2.6 Color no homogéneo	34
2.4.2.7 Formación de burbujas	34
2.4.2.8 Falta de adherencia	34
2.4 PROPIEDADES Y PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	34
2.5.1 Viscosidad	35
2.5.1.1 Viscosímetro de copa	35
2.5.1.2 Viscosímetro rotacional	35
2.5.2 Finura de molido	35
2.5.3 Adherencia	35
2.5.4 Densidad	36
2.5.5 Secado de película	36
2.5.6 Diferencia de color por comparación visual contra colores estándar	36
2.5.7 Cubrimiento de película	36
2.5.8 Brillo	36
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	41
3.1 MATERIAS PRIMAS	42
3.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN	42
3.2.1 Operaciones unitarias	42
3.3 EQUIPOS	45
3.3.1 Mezcladores	45
3.3.1.1 Dimensionamiento equipos de planta	46
3.4 CONTROL DE CALIDAD	47
3.5 PARÁMETROS A TENER EN CUENTA EN LOS COMPONENTES	51
3.5.1 Concentración en volumen de pigmentos (PVC)	51
3.5.2 Porcentaje de sólidos	51
3.6 DATOS DE PRODUCCIÓN	52
3.6.1 Esmalte horneable blanco lámpara	52
3.6.2 Anticorrosivo blanco.	55
3.6.3 Vinilo lavable blanco.	57
3.7 BALANCES DE MASA EN EL PROCESO	59
3.7.1 Balance de masa para el Esmalte horneable blanco lámpara	59
3.7.1.1 Balance en el tanque de mezclado 1	60
3.7.1.2 Balance en el tanque de mezclado 2	61
3.7.1.3 Balance en el filtro.	61
3.7.2 Balance de masa para el Esmalte anticorrosivo blanco	62

3.7.2.1 Balance en los tanques de mezclado 1 y 2	63
1.2.1.1 Balance en el tanque de mezclado 3	63
3.7.2.2 Balance en el filtro.	64
3.7.3 Balance de masa para el Vinilo lavable blanco	65
3.7.3.1 Balance en el tanque de mezclado	65
3.7.3.2 Balance en el filtro	66
4. FORMULACIÓN	67
4.1 SELECCIÓN DE VARIABLES	67
4.1.1 Esmalte horneable blanco lámpara	67
4.1.2 Esmalte anticorrosivo blanco	67
4.1.3 Vinilo lavable blanco	67
4.2 METODÓLOGIA	67
4.3 MÉTODOS Y MATERIALES	70
4.3.1 MÉTODOS	71
4.3.1.1 Esmalte horneable blanco lámpara.	71
4.3.1.2 Esmalte anticorrosivo blanco..	72
4.3.1.3 Vinilo lavable blanco.	73
4.3.2 MATERIALES	74
4.4 RESULTADOS	75
4.4.1 Dosificación de dispersante para el Esmalte horneable blanco lámpara	75
4.4.2 Dosificación de secantes para el Anticorrosivo blanco	76
4.4.3 Dosificación espesantes en el Vinilo lavable blanco	77
4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	78
4.5.1 Esmalte horneable blanco lámpara	78
4.5.2 Esmalte anticorrosivo blanco	81
4.5.3 Vinilo lavable blanco	83
5. ESCALAMIENTO A PLANTA	85
5.1 DIMENSIONAMIENTO Y CONDICIONES TEÓRICAS	85
5.2 BALANCES DE MASA EN EL PROCESO	86
5.2.1 Balance de masa para el Esmalte horneable blanco lámpara	86
5.2.1.1 Balance en el tanque de mezclado 1	87
1.2.1.2 Balance en el tanque de mezclado 2	88
1.2.1.3 Balance en el filtro	88
5.2.2 Balance de masa para el Esmalte anticorrosivo blanco	91
5.2.2.1 Balance en los tanques de mezclado 1 y 2	91
5.2.2.2 Balance en el tanque de mezclado 3	92
5.2.2.3 Balance en el filtro	92
5.2.3 Balance de masa para el Vinilo lavable blanco	95
5.2.3.1 Balance en el tanque de mezclado	95
5.2.3.2 Balance en el filtro	96
6. ANÁLISIS DE COSTOS	98
6.1 COSTOS DIRECTOS.	98

6.1.1 Costos de materias primas o materiales	98
6.1.1.1 Costo materias primas para el Esmalte horneable	98
6.1.1.2 Costo materias primas para el Anticorrosivo blanco	99
6.1.1.3 Costo materias primas para el Vinilo lavable blanco	99
6.1.2 Costos mano de obra	100
6.1.3 Costos indirectos o carga fabril	101
6.2 COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	101
6.2.1 Costo de producción para el Esmalte horneable blanco lámpara	101
6.2.1.1 Costo de producción para el Anticorrosivo blanco	102
6.2.1.2 Costo de producción para el Vinilo lavable blanco	102
7.CONCLUSIONES	103
8.RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS	107

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Velocidades periféricas en los tanques.	47
Tabla 2. Cantidad producida de Esmalte horneable blanco lámpara.	53
Tabla 3. Desviación de materias primas para el esmalte horneable blanco.	54
Tabla 4. Resultados viscosidad para los lotes	54
Tabla 5. Cantidad producida de esmalte anticorrosivo blanco.	56
Tabla 6. Desviación de materias primas para el anticorrosivo blanco.	56
Tabla 7. Cantidad producida de Vinilo lavable blanco.	58
Tabla 8. Desviación de materias primas para el vinilo lavable blanco.	58
Tabla 9. Viscosidad para los lotes	59
Tabla 10. Propiedades y rango de variación en los productos.	68
Tabla 11. Cantidad de dispersante según fórmula del esmalte horneable	70
Tabla 12. Relación de secantes de zirconio del total de porcentaje en la formula.	70
Tabla 13. Relación de espesante celulósico del total de porcentaje.	70
Tabla 14. Porcentaje de materias primas en las diferentes pinturas.	71
Tabla 15. Resultados Demanda de dispersante en el pigmento	75
Tabla 16. Resultados prueba de dispersante en pre experimentación.	75
Tabla 17. Resultados prueba de dispersante en experimentación.	76
Tabla 18. Resultados prueba de secante Zr en pre experimentación.	76
Tabla 19. Resultados prueba de secante Zr en experimentación.	77
Tabla 20. Resultados prueba de espesantes en experimentación.	77
Tabla 21. Porcentaje de materia volátil	78
Tabla 22. Velocidades periféricas	86
Tabla 23. Costo mano de obra para los productos	101
Tabla 24. Costo de producción para el Esmalte horneable blanco lámpara.	101
Tabla 25. Costo de producción para el Anticorrosivo blanco	102
Tabla 26. Costo de producción para el Vinilo lavable blanco.	102

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Características de las cargas minerales.	29
Cuadro 2. Porcentaje a considerar de secantes sobre sólidos del ligante.	30
Cuadro 3. Porcentaje de dispersante respecto al tipo de pigmento.	31
Cuadro 4. Escala de Heggman.	35
Cuadro 5. Tipo del brillo adecuado para los diferentes tipos de pintura.	37
Cuadro 6. PVC para cubrimientos plásticos y horneables.	38
Cuadro 7. Porcentaje de sólidos en los productos.	41
Cuadro 8. Requerimientos de proceso.	44
Cuadro 9. Especificaciones de equipos de esmaltes horneables.	44
Cuadro 10. Especificaciones de equipos utilizados de esmaltes anticorrosivos.	44
Cuadro 11. Especificaciones de equipos de pinturas vinílicas.	45
Cuadro 12. Especificaciones tanque de 300 galones.	45
Cuadro 13. Especificaciones tanque de 55 galones.	46
Cuadro 14. Especificaciones tanque de 240 galones.	46
Cuadro 15. Dimensionamiento equipos en planta	46
Cuadro 16. PVC para los productos.	51
Cuadro 17. Porcentaje de sólidos en los productos.	52
Cuadro 18. Características de la pintura líquida	69
Cuadro 19. Capacidad y cantidad de producción teórica	85
Cuadro 20. Dimensiones propuestas.	85
Cuadro 21. Comparación del costo materia prima para el esmalte horneable.	98
Cuadro 22. Comparación del costo materia prima para el anticorrosivo blanco.	99
Cuadro 23. Comparación del costo materia prima para el vinilo lavable blanco.	99
Cuadro 24. Componentes del salario mínimo legal año 2016.	100

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Distribución de la planta en el primer nivel.	26
Figura 2. Distribución del segundo nivel.	26
Figura 3. Dimensionamiento para la dispersión en cizalla.	40

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Proceso productivo pinturas horneables y anticorrosivas.	43
Diagrama 2. Proceso productivo pinturas vinílicas.	43
Diagrama 3. Pruebas control de calidad para una pintura vinílica.	48
Diagrama 4. Pruebas control de calidad para esmalte horneable.	49
Diagrama 5. Pruebas control de calidad para esmalte anticorrosivo.	50
Diagrama 6. Proceso de fabricación Esmalte horneable blanco lámpara.	53
Diagrama 7. Proceso de fabricación Esmalte anticorrosivo blanco.	55
Diagrama 8. Proceso de fabricación Vinilo lavable blanco	57
Diagrama 9. Proceso de producción esmalte horneable blanco lámpara.	59
Diagrama 10. Balance en el tanque de mezclado (B1)	60
Diagrama 11. Balance en el tanque de mezclado (B2)	61
Diagrama 12. Balance en el filtro	61
Diagrama 13. Proceso de producción esmalte anticorrosivo blanco.	62
Diagrama 14. Balance en el tanque de mezclado de (B1 y B2).	63
Diagrama 15. Balance en el tanque de mezclado de (B3).	63
Diagrama 16. Balance en el filtro	64
Diagrama 17. Proceso de producción vinilo lavable blanco.	65
Diagrama 18. Balance en el tanque de mezclado de (B1).	65
Diagrama 19. Balance en el filtro	66
Diagrama 20. Metodología curva de dispersante	71
Diagrama 21. Metodología producción esmalte horneable blanco lámpara	72
Diagrama 22. Metodología producción esmalte anticorrosivo.	73
Diagrama 23. Metodología producción vinilo blanco.	74
Diagrama 24. Balance en el tanque de mezclado de (B1).	87
Diagrama 25. Balance en el tanque de mezclado de (B2).	88
Diagrama 26. Balance en el filtro.	89
Diagrama 27. PFD del proceso productivo para el Esmalte horneable	90
Diagrama 28. Balance en el tanque de mezclado de (B1 y B2).	91
Diagrama 29. Balance en el tanque de mezclado de (B3).	92
Diagrama 30. Balance en el filtro.	93
Diagrama 31. PFD del proceso productivo para el Esmalte anticorrosivo blanco.	94
Diagrama 32. Balance en el tanque de mezclado de (B1).	95
Diagrama 33. Balance en el filtro.	96
Diagrama 34. PFD del proceso productivo para el Vinilo lavable blanco.	97

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Determinación del PVC.	37
Ecuación 2. Determinación porcentaje de sólidos	41
Ecuación 3. Velocidad periférica.	47
Ecuación 4. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	60
Ecuación 5. Porcentaje de pérdida M4	60
Ecuación 6. Balance de masa del tanque de mezclado de (B2).	61
Ecuación 7. Porcentaje de pérdida (M5)	61
Ecuación 8. Balance para el proceso de filtración.	62
Ecuación 9. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	63
Ecuación 10. Porcentaje de pérdida (M 4)	63
Ecuación 11. Balance de masa del tanque de mezclado de (B3).	64
Ecuación 12. Porcentaje de pérdida (M8)	64
Ecuación 13. Balance para el proceso de filtración.	64
Ecuación 14. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	66
Ecuación 15. Porcentaje de pérdida (M 2)	66
Ecuación 16. Balance para el proceso de filtración.	66
Ecuación 17. Descripción del comportamiento del dispersante en el pigmento.	79
Ecuación 18. Descripción del dispersante en el tiempo de molienda.	81
Ecuación 19. Descripción del comportamiento del dispersante en la viscosidad.	81
Ecuación 20. Descripción del comportamiento del secante en el tiempo	82
Ecuación 21. Descripción del comportamiento del espesante en la viscosidad.	83
Ecuación 22. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	87
Ecuación 23. Porcentaje de pérdida (M 4)	87
Ecuación 24. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	88
Ecuación 25. Porcentaje de pérdida (M5).	88
Ecuación 26. Balance para el proceso de filtración.	89
Ecuación 27. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	91
Ecuación 28. Porcentaje de pérdida (M 4).	91
Ecuación 29. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	92
Ecuación 30. Porcentaje de pérdida (M5).	92
Ecuación 31. Balance para el proceso de filtración.	93
Ecuación 32. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).	95
Ecuación 33. Porcentaje de pérdida (M 4).	95
Ecuación 34. Balance para el proceso de filtración.	96

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Norma técnica Colombiana	108
Anexo B. Especificaciones equipos de laboratorio	129
Anexo C. Propuesta de fichas técnicas para los productos	136
Anexo D. Resultados cubrimiento para los productos	139
Anexo E. Fichas técnicas de materias primas	141

LISTA DE ABREVIATURAS

CVPC: concentración crítica de pigmento en volumen.

KU: unidades Krebs utilizadas en la medición de la consistencia de las pinturas, mediante el viscosímetro Stormer.

NTC: norma Técnica Colombiana.

PVC: concentración en volumen de pigmentos.

GLOSARIO

ADHERENCIA: propiedad que establece la fuerza de enlace existente entre una película seca y el sustrato sobre el que se encuentra aplicada.

BRILLO: propiedad óptica de una superficie de reflejar la luz especularmente. Una superficie con acabado brillante puede indicar la buena formación de la película de pintura.

CURADO: este término se emplea en pinturas que presentan dos componentes o precisan de una reacción química para alcanzar el secado.

FLEXIBILIDAD: es la aptitud de una película seca para adaptarse a las deformaciones de un sustrato, sin sufrir fisuras, cuarteamientos o desprendimientos.

GELIFICACIÓN: es considerada como un aumento de la viscosidad llevada al límite.

LAVABILIDAD: resistencia de un cubrimiento al agua y agua-jabón.

LENETA: se refiere a cartas en las que se tiene un patrón de prueba con una combinación de áreas blancas y negras donde se realizan observaciones visuales de opacidad y color.

PODER DE CUBRIMIENTO: habilidad de una pintura para ocultar una superficie sobre la cual ha sido aplicada como una película uniforme.

PSEUDOPLASTIA: propiedad de aquellos fluidos que disminuyen su viscosidad al aumentar la velocidad de deformación aplicada.

REOLOGIA: estudio de la deformación y el flujo de la materia. Se define reología como: estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos.

RESISTENCIA AL IMPACTO: resistencia del recubrimiento al choque.

RESISTENCIA DE ABRASIÓN: propiedad que permite a una pintura resistir y mantener su apariencia original al ser frotado con otro objeto.

TIXOTROPÍA: propiedad de ciertos geles o coloides cuya viscosidad disminuye cuando se sacuden o agitan, pero que recuperan su viscosidad original después de dejarlos en reposo.

VISCOSIDAD: propiedad de líquidos y gases que se manifiesta por su resistencia a fluir.

VISCOSIDAD ROTACIONAL: medición para fluidos no newtonianos que cambian de viscosidad cuando se les aplica una fuerza.

RESUMEN

La finalidad de este proyecto, es desarrollar una propuesta para el aumento de producción en el proceso de fabricación de pinturas en la empresa ALCOR S.A.S. Fue necesario elaborar una metodología para lograr tal propósito. Inicialmente se realizó el diagnóstico, en el que se encontraba el proceso de producción, teniendo en cuenta las operaciones unitarias, realización, forma de producción y la formulación de pinturas.

Los problemas encontrados en el proceso de producción fueron forma y agregado de materias primas, formato de la fórmula y uniformidad en las unidades manejadas en la fabricación del producto final. Considerando los factores anteriores, se desarrolla a nivel laboratorio las condiciones teóricas de la formulación, las cuales consisten en el cambio de materias primas y dosificación de estas para la estandarización de las fórmulas, condiciones de agregado de materias primas y tiempos de operación para tres líneas de producción.

El planteamiento de las condiciones operacionales teóricas para la propuesta, se realizó a partir de los balances de masa para cuantificar a nivel teórico las especificaciones que debe tener la propuesta a escala planta. Finalmente se desarrolló un análisis de costos, donde según los resultados y análisis obtenidos, se logra obtener un aumento de producción y una reducción en pérdida de materia prima y tiempo, lo que en volumen representa aumento de ganancias para la empresa.

Palabras Claves: Pintura, Producción, Aditivos, Formulación, PDF, Análisis de costos.

INTRODUCCIÓN

Las pinturas tienen como propósito proteger todo tipo de estructuras y superficies de las inclemencias del tiempo y de proporcionar una mayor estética. En Colombia la industria de pinturas se ha desarrollado hacia el mercado doméstico, pero debido al nivel competitivo que se ha generado a través de los años se ha introducido la tecnificación en las plantas de producción, elevando progresivamente los estándares de calidad del producto y por tal motivo la satisfacción de los clientes.

Debido al crecimiento de la industria y con el objetivo de incrementar el consumo nacional del producto, es necesario generar un control sobre el proceso de fabricación del mismo que le permita hacer frente a la tecnificación del mercado que demanda procesos más eficientes los cuales permitan su obtención a costos competitivos y la expansión en industrias como la automotriz, metalmecánica, textil, papel, plástico, entre otros.

Teniendo como base esta realidad, la realización de este proyecto se enfoca en el aumento de la producción de pinturas en industria ALCOR S.A.S, ligado a los beneficios que trae consigo el aprovechamiento y disminución de los recursos utilizados, así como los tiempos de operación de los procesos cumpliendo estándares de calidad estipulados por la Norma Técnica Colombiana (1283, 1335 y 1651) así como las especificaciones internas de la empresa. De esta manera la fábrica puede proyectarse como una industria que incursiona en el mercado con productos de calidad, mediante el control de los aspectos técnicos y condiciones que interfieren en la fabricación de las pinturas que permiten que a la hora de realizar la dosificación de materias primas se logre direccionar de una forma adecuada las etapas de producción.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta para el aumento de producción en el proceso de fabricación de pinturas en la empresa ALCOR S.A.S.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el proceso actual de producción en la fabricación de pinturas.
- Establecer las condiciones técnicas para el proceso de producción de pinturas a nivel laboratorio.
- Definir las condiciones de operación teóricas a escala planta para las tres líneas de producción.
- Realizar una evaluación de costos de la alternativa propuesta en la fábrica de pinturas ALCOR S.A.S

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Industrias Alcor S.A.S ubicada en el barrio La Igualdad, con dirección carrera 68 # 1 - 53 S, inició sus operaciones en el año 1983 como empresa productora de pinturas. Para esa misma fecha inauguró su primera tienda asegurando la distribución y venta de sus productos; es reconocida en el sector por ser líder en la producción de esmaltes industriales (horneables y de secamiento al aire) y vinilos que protegen y embellecen las superficies metálicas y arquitectónicas. Cuenta con una producción anual de aproximadamente 120.000 galones.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La planta comprende dos niveles. Cuenta con una capacidad instalada de producción de 3.685 galones, los cuales se dividen en once tanques de mezclado y un molino de micro esferas.

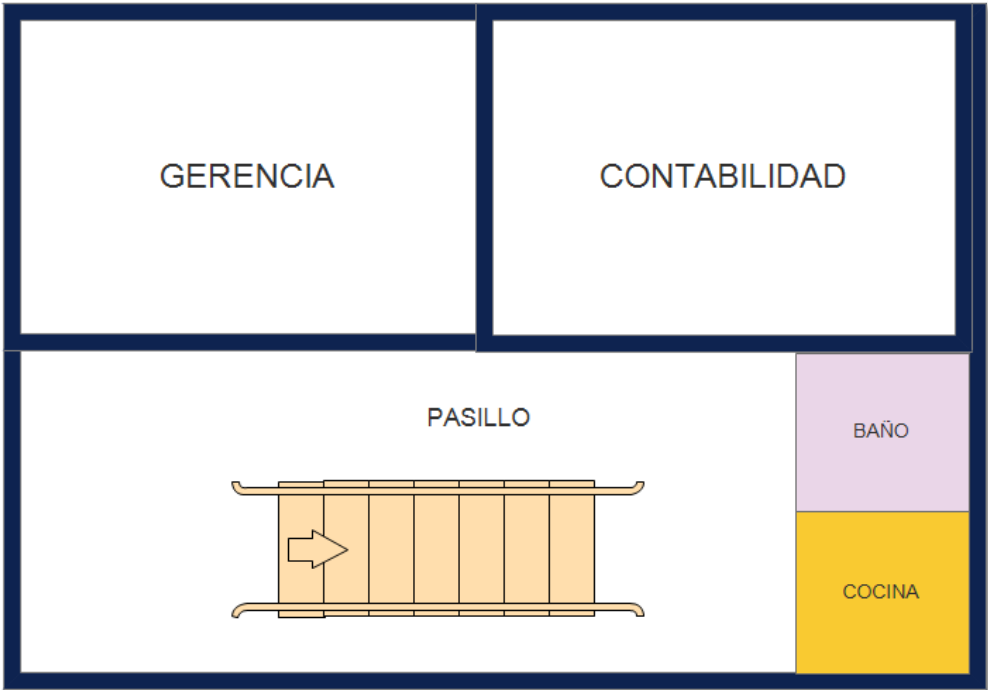
En el primer nivel se encuentra el almacén de ventas y el área de producción; las materias primas se ubican en stands, en presentaciones tanto de tambores para resinas, solventes y sacos para minerales compactos, como se muestra en la **Figura 1**. Este piso se encuentra dividido en unidades especiales, una sección para vinilos y otra para esmaltes horneables y anticorrosivos, acondicionada para la fabricación con: tanques, dispersores y molinos donde el producto final se envasa. Por otro lado, cuenta con un laboratorio encargado de realizar el control de calidad del producto equipado con instrumentos para la medición de propiedades físico-químicas rigiéndose bajo la Normas Técnicas Colombianas para cada una de las líneas de producción. Además de eso, la planta posee una zona de reciclaje y desechos, en donde estos se separan para el posterior despacho de los mismos.

En el segundo nivel, como se muestra en la **Figura 2**, se encuentra la parte administrativa, allí quedan las oficinas de gerencia, contabilidad y compras.

Figura 1. Distribución de la planta en el primer nivel.



Figura 2. Distribución del segundo nivel.



2. MARCO TEÓRICO

Con el fin de dar un panorama más amplio en el tema de las pinturas, en este capítulo se presenta la explicación de algunas clasificaciones, materias primas y procesos fundamentales para la fabricación del producto. La pintura, es un producto presentado en forma líquida que al ser aplicado sobre una superficie se transforma por medio de un proceso de curado en una película sólida, plástica y adherente que protege y/o decora dicha extensión. Estas se forman mezclando pigmento con aglutinante que actúa como medio fluido.

2.1 COMPONENTES DE LAS PINTURAS

Las pinturas constan de una serie de subproductos que pueden ser líquidos o sólidos, los cuales le confieren propiedades que caracterizan al producto final. A continuación se describen los principales componentes de las pinturas.

2.1.1 Disolvente. Se conoce como la parte volátil de la pintura, su uso principalmente es como modificador de viscosidad, además del control de tiempo de secado, escurrido y nivelación. Estos no forman parte activa en las reacciones químicas durante todo el proceso, y su importancia radica en su capacidad de disolver la resina o ligante. A la hora de ser modificado, se debe cuidar la velocidad de evaporación ya que si se obtienen precipitaciones de la resina se afectan propiedades físicas como la adherencia; de acuerdo a la solubilidad que posee el dispersante en la resina, se tiene en cuenta la dosificación ya que es una relación directamente proporcional. Entre los más importantes se encuentran: el varsol, xilol, tuluol y tinner.

2.1.2 Resina. Componente que sufre un proceso de polimerización o secado dando lugar a productos sólidos, se puede clasificar como:

2.1.2.1 Vinílica. Dispersión acuosa encargada de brindar una excelente estabilidad y resistencia al envejecimiento por los efectos ambientales a las pinturas con formulación de agua. Empleadas en revestimientos flexibles y lavables, poseen buena aplicabilidad y baja viscosidad.

2.1.2.2 Alquídica. Líquido viscoso formado por la reacción de un grupo de poliácidos con uno de polialcoholes modificados con ciertas proporciones de aceite de tipo secante o ácido graso. El producto final debe ser diluido en varsol. Presenta características importantes tales como la estabilidad a largos periodos de almacenamiento, y adicionalmente, pueden ser modificada para proporcionar propiedades que van desde películas duras, baja flexibilidad y de secado rápido hasta películas suaves de secado lento, generando economía en tiempo y dinero.

Puede clasificarse según la relación del modificante graso dependiendo de su nivel de saturación o insaturación de este en la cadena. También se especifican de acuerdo al porcentaje final de material graso en la resina conocido como longitud o contenido de aceite, por lo cual se pueden clasificar en corta, media, larga y muy larga.

2.1.2.3 Horneable (Melamina). Se obtiene por la condensación de la melamina y el formaldehído en un medio de alcohol metílico, butílico o isobutílico, produciéndose simultáneamente la esterificación del alcohol. Este tipo de resinas aportan brillo, resistencia al exterior y resistencia a la hidrólisis.

2.1.3 Pigmentos. Partículas insolubles dispersas en una pintura, las cuales dan a la película seca propiedades características de color y opacidad. Pueden ser de dos tipos:

2.1.3.1 Inertes. Pigmentos que incorporados a una pintura, permanecen relativamente inactivos o químicamente inalterados, bajo condiciones determinadas

2.1.3.2 Inhibidores. Este tipo retarda o previene la corrosión de metales mediante mecanismos químicos y/o electroquímicos. El plomo rojo y el cromato de zinc son ejemplos de pigmentos inhibidores.

2.1.4 Vehículos. El vehículo es el encargado de formar la película protectora durante los procesos de aplicación y curado. Al mismo tiempo, es el soporte del pigmento y de las cargas, así como de los aditivos que se mantienen inmersos en él, mientras la pintura se encuentra en estado líquido, pueden ser de carácter no volátil (aceites, resinas, secantes, pigmentos y otros aditivos) y de carácter volátil (agua, cetonas, ésteres, acetatos).

2.1.5 Colorantes. Sustancias adicionadas al producto para proporcionarle un tono específico. Estos a diferencia de los pigmentos se presentan en estado líquido, y por lo tanto, se encuentran disueltos o dispersos en la pintura.

2.1.6 Cargas. Son materiales minerales inertes micronizados a diferentes mallas¹. Estas son de gran importancia debido a su composición química y características físicas, dándole propiedades específicas a la pintura. Para tal fin es necesario conocer algunos criterios específicos de estas cargas como lo son:

2.1.6.1 Estructura morfológica. Define a las cargas por su composición química y determina la geometría de las partículas². Las cargas laminares en agua tienen

¹ SHWEIGGER, Enrique. Manual de pinturas y recubrimientos plásticos. Madrid: Díaz de Santos, 2005. p. 27.

² Ibid. p. 28.

una polaridad dieléctrica que influye en la viscosidad de los recubrimientos. La granulometría de las partículas es relevante con respecto a la mezcla para la homogeneización de estas, con el fin de que no pierda sus características propias. Las propiedades físico-químicas de las cargas poseen cierta influencia en las propiedades de la pintura; en el **Cuadro 1**³ se resumen algunas de las más importantes.

Cuadro 1. Características de las cargas minerales.

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

Fuente. Manual de pinturas y recubrimientos plásticos.

Las principales cargas utilizadas en el proceso son:

- Carbonato de calcio (CCP). Este material tiene un promedio de partícula de 0.2 a 0.3 μm similar con el Bióxido de titanio; en combinación con este, evita la aglomeración y aumenta el poder de cubrimiento y el color blanco.
- Talco. Mineral natural hidrosilicato de magnesio.⁴ Al unirse con el agua una de sus propiedades es el aumento de la viscosidad. Sus principales efectos son controlar la reología, mejorar la estabilidad, reducir la sedimentación, reducir la tendencia a fisuras.
- Caolín. Es un silicato de aluminio de estructura laminar flexible. Posee una elevada absorción de aceite, su principal función es extender el pigmento mejorando la distribución de este en el disolvente.

³ SHWEIGGER, Op., Cit, p. 29.

⁴ SHWEIGGER, Op., Cit, p. 34.

2.1.7 Aditivos. Son adicionados en pequeñas cantidades principalmente con el objetivo de facilitar la dispersión de los pigmentos y la viscosidad del producto final. A continuación se presentan los principales tipos de aditivos.

2.1.7.1 Secantes. Productos químicos que abrevian considerablemente la duración del secado de los aceites secantes en las pinturas, barnices y tintas. El secado de los aceites se verifica por absorción de oxígeno. Clasificados como: activos, entre los cuales resaltan el Cobalto, Magnesio y Plomo; y los auxiliares, entre los cuales se encuentran el Calcio, Zirconio, Hierro y Cobre. El secado de la película, permite obtener productos que mantengan uniformidad a lo largo de la vida útil. En el **Cuadro 2**⁵ se presentan los valores del porcentaje de secante sobre los sólidos del ligante.

Cuadro 2. Porcentaje a considerar de secantes sobre sólidos del ligante.

Secante	Porcentaje tentativo (%)
Cobalto	0.04
Manganeso	0.02
Zirconio	0.04
Calcio	0.04
Bario	0.02

Fuente. Pinturas y barnices, tecnología básica

2.1.7.2 Anti sedimentales. Disminuyen y previenen la precipitación de los pigmentos y cargas, reduciendo la fuerza de atracción entre partículas.

2.1.7.3 Humectantes. Facilitan la dispersión ayudando al vehículo a penetrar en los aglomerados de las partículas del pigmento sin cohesión, desalojando el aire interior, separando las partículas de pigmento y rodeándolos de una envoltura de vehículo líquido.

2.1.7.4 Espesantes. En algunas ocasiones la viscosidad de la pintura varía y es allí donde se hace necesario el uso de un espesante, con el fin de ajustar la reología de la pintura. A continuación se presentan los más utilizados.

- Espesantes minerales inorgánicos. Presentan una granulometría fina, y su principal función es evitar sedimentación y asentamiento de cargas y pigmentos. Este tipo de espesantes actúan independiente del pH que tenga la pintura.
- Espesantes celulósicos. Se obtienen de la purificación de la celulosa con una serie de reacciones químicas. Hay algunos que se destacan por la hidrofilia que tienen como función la compatibilidad con pastas pigmentadas, eficiente

⁵ CALVO, Jordi. Pinturas y barnices, tecnología básica. Madrid: Díaz de Santos, 2014. p. 223

humectación de cargas y pigmentos, estabilidad de la dispersión de estos y reducción a la formación de espumas.

- **Espesantes Acrílicos.** Son dispersiones ácidas de copolímeros acrílicos y metacrílicos, cuando estos se disuelven en agua este desarrolla un gel con un fuerte poder de espesamiento.

2.1.7.5 Disperante. Este aditivo evita la floculación de pigmento durante el proceso de molienda y dispersión. Junto a la resina permite que el proceso de dispersión sea más fácil y se logre incorporar el pigmento completamente, proporcionando propiedades tales como cubrimiento y viscosidad. Cabe resaltar que el rango que se varía es de acuerdo al porcentaje del pigmento en formula. En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**⁶, se presenta el rango de dispersante en el tipo de pigmento de acuerdo al peso molecular.

Cuadro 3. Porcentaje de dispersante respecto al tipo de pigmento.

Tipo de pigmento	Porcentaje de dispersante
Inorgánico	0.5-1%
Orgánico	5-10%

Fuente. Pinturas y barnices, tecnología básica.

2.1.7.6 Agentes reológicos. Para la regulación de la reología en las pinturas es necesario considerar la relación de los agentes con el sistema pigmentario y la viscosidad, dado que proporciona características cuando la pintura se somete a fuerzas de cizalla y en el almacenamiento del producto final. Para la selección del espesante en sistemas acuosos (vinilo), es de vital importancia conocer el tamaño y forma de partícula de las cargas empleadas, ya que permite entender el comportamiento de este en la mezcla y obtener un CVP apropiado para el producto deseado. Los valores aceptados de la carga mineral en pinturas plásticas debe encontrarse entre 4-8%⁷.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS PINTURAS

Los tipos de pintura se diferencian según la base que actúa como vehículo en la mezcla. A continuación se presentan las diferentes clasificaciones.

2.2.1 Vinilos. Tipo de pinturas a base de agua, cuyo formador de película son emulsiones a base de polímeros vinil acrílicos. Aunque son solubles en agua, una vez secas son resistentes a la misma. Destaca especialmente por la rapidez del secado.

⁶ Calvo, Op., Cit, p. 205.

⁷ Calvo, Op., Cit, p. 215.

2.2.2 Esmaltes. Pinturas de tipo alquídicas que proveen una excelente protección al acero estructural además de buen brillo, retención de color y buena durabilidad. A continuación se presentan los tipos disponibles.

2.2.2.1 Esmaltes horneables. El curado de este tipo de pintura se produce por horneado, ideal para estructuras metálicas. Se debe presentar una reacción de una resina alquídica con una nitrogenada y con presencia de calor. Se puede encontrar esmaltes horneables aromáticos y alifáticos.

2.2.2.2 Anticorrosivos. Esmalte a base solvente de acabado mate, diseñada para mejorar la resistencia y durabilidad de los esmaltes sobre las superficies metálicas ferrosas, cuyos pigmentos son: óxidos de zinc, hierro, entre otros.

2.3 FASES DE FABRICACIÓN

Las fases que se siguen en la industria de las pinturas en general siguen el mismo esquema, considerando similares etapas de proceso para ambos tipos de pinturas.

2.3.1 Humectación. Este proceso consiste en humedecer el pigmento por medio de la mezcla de disolvente y resina. Al lograr la humectación, la posterior ruptura de la partícula será fácil debido a que el propio ligante actúa como lubricante del proceso.

2.3.2 Molturación y dispersión. Consiste en la ruptura de partícula y separación de grupos que se han unido por causas exteriores en la mezcla. Con esto se busca obtener el menor tamaño de partícula de pigmento y agregados, utilizando diferentes tipos de molinos y mezcladores. Por medio de la dispersión a alta velocidad, se logra alcanzar la finura final.

2.3.3 Estabilización. Dependiendo del tipo de pintura el objetivo varía, dado que se busca complementar la formulación para obtener una pintura con las características determinadas y requeridas por el autor.

2.3.4 Ajuste de viscosidad: Es la última fase de producción de una pintura, allí se proporcionan características especiales para la aplicación de la misma.

2.3 DEFECTOS Y PROBLEMAS FRECUENTES

Se denominan defectos de la pintura a las deficiencias que pueden ser observadas tras el proceso de pintado. Pueden afectar no sólo a la estética del acabado, sino también a su función como película de protección, estos pueden darse a nivel de almacenamiento o de aplicación.

2.4.1 Problemas en el almacenamiento. Se refieren a las diferentes dificultades con las que cuenta el producto final al momento de ser almacenado y cuáles pueden ser las diferentes causas que interfieren en las propiedades.

2.4.1.1 Disminución de la viscosidad. En la mayoría de los casos ocurre por contaminación bacteriana, que actúa y ataca los espesantes celulósicos. Otro punto a tener en cuenta es la posible hidrólisis del agente coalescente cuando se utilizan acetatos de glicol.

2.4.1.2 Aumento de la viscosidad. En sistemas acuosos se produce por insuficiente humectación del sistema pigmentario, además de un pH por debajo de 7,5. En sistemas de resinas no se presenta este inconveniente, a menos que el sistema pigmentario contenga elevada reactividad; en ese caso debe verificarse el índice de acidez del ligante.

2.4.1.3 Sinéresis. Separación de una fase líquida transparente en la superficie de la pintura. Esta fase está formada por una solución de resinas y disolventes, se presenta en pinturas altamente pigmentadas.

2.4.1.4 Formación de pieles. Es típico en pinturas en base a disolventes cuyo ligante seca por oxidación, el secado superficial se produce por la oxidación de este debido al aire contenido en la cámara de aire del envase.

2.4.1.5 Flotación de pigmentos. El problema se presenta por una deficiente dispersión y molido, o por la utilización de dispersantes que no logran estabilizar la repulsión del pigmento en la mezcla.

2.4.2 Problemas en la aplicación. Son problemas derivados de una incorrecta aplicación o problemas en el producto evidenciados en la superficie aplicada.

2.4.2.1 Marcas de brocha. Se producen por diversas razones entre las que están una viscosidad excesivamente alta que no permite la nivelación del producto, ligeras corrientes de aire que pueden acelerar el proceso de secado físico o bien una reología inadecuada del producto.

2.4.2.2 Pulverización seca. Se produce a causa de un secado prematuro de la pintura antes de llegar al soporte de aplicación.

2.4.2.3 Descuelgues. Se deben a una aplicación en espesores excesivos o a la aplicación de un producto inadecuado, y cuando se ha diluido excesivamente el producto.

2.4.2.4 Falta de poder cubriente. Se considera que la pintura no tiene poder cubriente cuando no enmascara o tapa la tonalidad de la capa inferior. Las causas pueden ser que la pintura se ha diluido demasiado, disminuyendo el poder cubriente por unidad de volumen y el espesor de la película es insuficiente en una zona de la pieza

2.4.2.5 Brillo irregular. En el pintado de superficies grandes se presenta zonas de diferentes brillos tanto en pinturas de base acuosa como en base disolvente. En las pinturas semimate y satinadas usualmente se debe al problema del soporte. Las superficies a pintar, que generalmente son de yeso u hormigón, tienen zonas de distinta absorción lo que genera que en las zonas de mayor absorción el brillo sea menor.

2.4.2.6 Color no homogéneo. Existen dos variantes de este problema, uno es la aplicación de la pintura en una sola mano donde se aprecian zonas de mayor o menor intensidad; el segundo se presenta en los retoques, donde la zona adquiere un color de distinta intensidad que la primera mano.

2.4.2.7 Formación de burbujas. Se presentan protuberancias de aire húmedo ocluidas en la película, su origen es dado por formación de agua condensada debido a cambios de temperatura, presencia de pequeñas burbujas de aire atrapadas por las superficies porosas o parcialmente secas

2.4.2.8 Falta de adherencia. Este es uno de los defectos más graves en una línea de pintura y se presenta como un desprendimiento de la película curada de pintura. Se debe a una falta de reticulación de las resinas sobre la superficie aplicada, principalmente por la presencia de contaminaciones en la superficie o por errores en la formulación.

2.4 PROPIEDADES Y PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD

Para la determinación del control de las variables y propiedades que interfieren en la calidad del producto, se realizan diferentes pruebas especificadas a continuación, si se quiere ampliar acerca de los rangos indicados dirigirse al **ANEXO A**.

2.5.1 Viscosidad. Esta propiedad indica la reología y fluidez que tiene la pintura líquida asegurando que tras la dilución de la misma las características de aplicación y acabado sean las más adecuadas. Existen diversos tipos de viscosímetros:

2.5.1.1 Viscosímetro de copa. Se utiliza en la medición de pinturas de reología newtoniana como es el caso de esmaltes. Para esta prueba es necesario contar con una temperatura de 25 °C y se mide el tiempo de vaciado del recipiente de volumen determinado a través de un orificio de diámetro concreto.

2.5.1.2 Viscosímetro rotacional. Efectúan la medida de la viscosidad en función del esfuerzo necesario para girar un usillo o paleta dentro del seno de la pintura con una temperatura de 25°C, las unidades de medida son Krebs (KU) o centipoises.

2.5.2 Finura de molido. Tiene como objetivo la ruptura de los agregados pigmentarios para obtener partículas con menor tamaño. Se utiliza la herramienta denominada bloque de finura o grindómetro.

Para la determinación de esta propiedad se depositan gotas de producto en la parte más profunda de la ranura, arrastrando hasta el final observando con rapidez evitando la evaporación de solventes, y con un ángulo adecuado se verá que aparecen puntos correspondientes a partículas gruesas en cierto nivel. El nivel de finura se establece en función del tipo de producto fabricado, los valores de la escala Heggman se indican en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4.Escala de Heggman.

Heggman	micras	mils
0	100	4
2	75	3
4	50	2
6	25	1
8	0	0

Fuente: BYK-Gardner GmbH

2.5.3 Adherencia. Los recubrimientos deben adherirse satisfactoriamente al substrato donde son aplicados. Cuando se aplica la pintura, penetran entre los poros y fibras de él formando lazos alrededor de dichos elementos, es decir, un entrecruzado mecánico.

El método utilizado es el ensayo de enrejado, que se efectúa sobre una superficie pintada en la que se hacen dos cortes en forma de surcos que deben llegar hasta

el sustrato, el primero horizontal y el segundo vertical, ambos en posición perpendicular. Las cuchillas tienen once filos, lo que produce un enrejado 10 x10 pequeños cuadrados.

2.5.4 Densidad. Es una característica que permite confirmar si la composición de un producto es la establecida. La determinación debe efectuarse en condiciones estándar y los resultados son expresados en (Kg/galón).

Se utilizan copas de densidad que consisten en un cilindro de volumen determinado con una tapa perforada y se dispone de una balanza de tara cero. Es suficiente poner el picnómetro sobre la balanza, poner la tara a cero y efectuar una pesada con el picnómetro lleno.

2.5.5 Secado de película. Una pintura tiene un proceso de secado físico cuando este se produce por simple evaporación de los disolventes, una vez estos se han evaporado no se producen cambios químicos que modifiquen sus características. Se realiza cronometrando el tiempo en cual la película esté exenta de pegajosidad.

2.5.6 Diferencia de color por comparación visual contra colores estándar. Un factor importante en el aspecto decorativo de una película de pintura es el color y la retención del mismo durante la vida útil (envejecimiento). La determinación se puede realizar por comparación visual con una carta de colores estándar.

2.5.7 Cubrimiento de película. Se realizan dos pruebas para determinar el cubrimiento de la pintura (vinilo, esmalte horneable y anticorrosivo). El método antiguo consta de hacer una película de pintura en un pedazo de vidrio y esperar alrededor de tres a cinco minutos a que se seque, y poniendo ésta a contra luz se determina visualmente el cubrimiento.

El otro método, para la obtención del cubrimiento, es por medio de una leneta; allí se realiza una capa de película tanto del estándar como del batch, se deja secar al redor de tres a cuatro minutos con el fin de obtener una película de pintura a lo largo de la leneta. El poder de cubrimiento gracias a que la leneta posee un diferencial de color (blanco-negro) es visualmente más claro para determinar si cubre o no la superficie.

2.5.8 Brillo. Se puede definir como grado de aproximación a una superficie lisa y plana en un espejo. Estos ensayos están basados en la medida del brillo especular reflejado por medio de diferentes instrumentos, usando diversos ángulos de incidencia. Es importante tener en cuenta que factores como el nivel de dispersión y estabilización de los pigmentos, la nivelación la resistencia al descuelgo pueden afectar el nivel de brillo.

Existen aparatos que reciben el nombre de brillómetros que son capaces de cuantificar porcentualmente la luz reflejada en el valor del brillo. Estos aparatos tienen en cuenta varios puntos importantes: la luz incidente es directa, lo que permite que la medición de la luz reflejada dé una relación directa con aquella; en segundo lugar, tienen una geometría variable en la que el rayo incidente y reflejado puedan elegir entre 20, 60 y 85° lo que permite la medición de brillos elevados pero también de brillos muy bajos. En el **Cuadro 5** se observa los valores apropiados para los diferentes tipos de pintura.

Cuadro 5. Tipo del brillo adecuado para los diferentes tipos de pintura.

Tipo de pintura	Brillo metro adecuado
Mate	85-85°
Satinada y semimate	60-60°
Brillante	20-20°

Fuente. Pinturas y barnices, tecnología básica.

2.5.9 pH. Esta prueba se hace solamente para vinilos debido a que el solvente empleado es agua, dado que este instrumento se basa en el flujo de hidrogeniones se realiza la lectura a este producto. Utilizando un ph-metro se obtiene esta propiedad de la pintura, según la NTC 1335 dictamina que para los vinilos el rango aceptado es 8-9.5 máximo.

2.6 FACTORES PARA LA FORMULACIÓN

Para la formulación de la fabricación del producto hay que tener en cuenta ciertos factores que influyen en la formulación y se verá reflejado en el producto final.

2.6.1 Determinación de (concentración en volumen de pigmentos) PVC. A la hora de realizar la formulación en las pinturas, es necesario tener en cuenta varios factores como lo es la relación volumétrica PVC⁸. Aunque no tienen en cuenta el tamaño de partícula de las cargas en la mezcla, es un aspecto importante a la hora de formular.

Para la determinación del PVC se utiliza la **Ecuación 1**⁹.

Ecuación 1. Determinación del PVC.

$$\%PVC = \frac{\text{Suma de los volúmenes de cargas y pigmento}}{\text{Volumen del polímero o resina} + \text{volumen de cargas y pigmento}} \times 100\%$$

Fuente: Manual de pinturas y recubrimientos plásticos.

⁸ SHWEIGGER, Enrique. Manual de pinturas y recubrimientos plásticos. p. 81.

⁹ Ibid. p. 80.

De acuerdo a los valores obtenidos con la anterior ecuación se pueden clasificar y obtener características que tendrá la pintura. Para esto también hay que tener en cuenta la concentración en volumen de los pigmentos crítica (PVCC), la cual es importante pues al pasar este límite las características y propiedades que tendrá la pintura serán diferentes.

Los valores bajos inferiores al 0% de PVC, significa que las pinturas y esmaltes tendrán una alta cohesión y son impermeables¹⁰. Mientras que los valores mayores al 100%, significa que la cantidad del ligante no alcanza para formar una fase coherente de la pintura.¹¹

En el caso del vinilo lavable blanco se obtiene un PVC del 66%, lo que indica que es una pintura para interior y las especificaciones para la formulación se basa a esta categoría, como se muestra en el **Cuadro 6**.¹²

Cuadro 6.PVC para cubrimientos plásticos y horneables.

PVC en %	Productos y aplicaciones
0~2	Lasures para madera y barnices para mampostería
15-20	Esmaltes acrílicos de alto brillo y resistencia a altas temperaturas
30-40	Recubrimientos elásticos y pinturas de fachada con coloración intensa
40-60	Diversas pinturas de fachada y pinturas satinadas
60-85	Pinturas de interior

Fuente: Manual de pinturas y recubrimientos plásticos.

2.6.1.1 Factores que afectan el PVC. Hay que tener en cuenta que hay algunas variables que afectan el PVC, el cual es sumamente importante ya que este permite comprender la cantidad justa de ligante que permite vincular el pigmento y posibilita llenar todos los espacios entre la mezcla (sistema pigmentario). Entre las variables se encuentran:

2.6.2 Tamaño de partícula de pigmento. Para la formulación es importante tener en cuenta el tamaño de partícula de las materias primas, particularmente del pigmento, ya que este interfiere en el poder cubriente de la pintura debido a la difracción de la luz. Se debe tener en cuenta la capacidad de empaquetamiento del pigmento y carga, dado que la distribución del tamaño de la partícula tiene relación en la formulación total de la pintura.

2.6.3 Reología y viscosidad. La reología, describe el complejo mecanismo de fluidez de líquidos y abarca el criterio de viscosidad y su relación al cizallamiento¹³ a la cual está expuesta la pintura; de manera inversa a medida que aumenta el

¹⁰ SHWEIGGER, Enrique. Manual de pinturas y recubrimientos plásticos. Madrid: Díaz de Santos, 2005. p. 81.

¹¹ Ibid. p. 81.

¹² Ibid. p. 80.

¹³ Ibid. p. 89.

valor de cizallamiento la viscosidad disminuye. Por esta razón se debe tener en cuenta a la hora de la formulación la cantidad de sólidos, para poder controlar la viscosidad de la reología.

Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta a la hora de la formulación es la viscosidad que presentaría el producto final y la mezcla a lo largo del proceso productivo, dado que esta indica la relación entre la tensión de cortadura o esfuerzo de cizallamiento y el cizallamiento¹⁴.

La relación que tienen estos dos factores es que en reposos las pinturas tienen una demanda de tiempo para reestablecer las estructuras electrostáticas tridimensionales tanto del pigmento como las cargas; generalmente estas fuerzas son tan débiles que se refleja notablemente solo en mediciones de viscosidad de cizallamiento lento teniendo en cuenta el desarrollo y función de las materias primas en la formula.

2.6.4 Dimensionamiento de la dispersión por cizalla de materias primas. Para la elaboración de la pintura es necesario conocer el efecto cizalla que genera el dispersor sobre la mezcla a realizar. El cizallamiento generado por el equipo arroja el índice para la agitación a la que está expuesto las materias primas y equivale a las revoluciones del dispersor¹⁵. Con base a lo anterior se debe tener en cuenta las dimensiones que debe tener el tanque y el disco, generando un efecto adecuado que permita la incorporación y homogeneización de todas las materias primas. Las dimensiones que se deben tener en cuenta para el dimensionamiento a escala laboratorio se presentan en la **Figura 3**.

La viscosidad que debe presentar la mezcla a la hora de la homogeneización debe encontrarse dentro de los rangos de flujo laminar, logrando así una máxima dispersión. Para que se cumplan estas características es necesario que las condiciones de operación del equipo sean de velocidad 21m/s y potencia 850 W.¹⁶

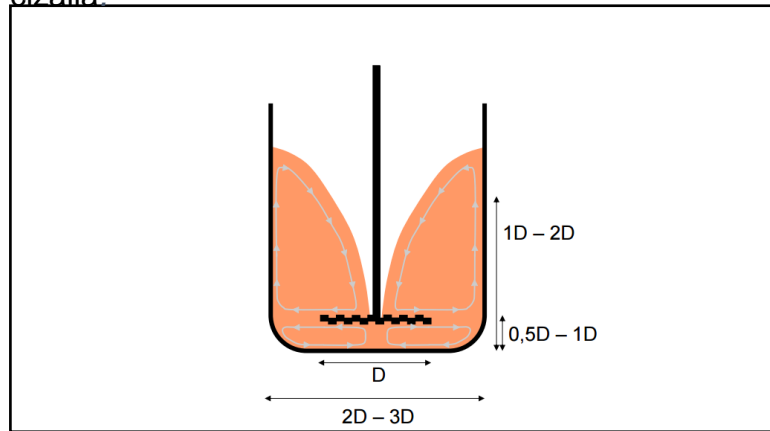
¹⁴ SHWEIGGER, Op., Cit, p. 90.

¹⁵ SHWEIGGER, Op., Cit, p. 91.

¹⁶ BYK Additives and Instruments. Estabilidad de la dispersión, mecanismos y aditivos.2010 [En línea]

[<https://polimers.wordpress.com/2012/02/09/secantes-para-pinturas-transmitidas-por-agua-2/>].

Figura 3. Dimensionamiento para la dispersión en cizalla.



Fuente. BYK Additives and Instruments.

2.6.5 Estabilidad de la dispersión. Es un factor relevante dado que la falencia conlleva a presentar floculación de cargas y pigmentos. Es de relevancia tener presente este factor, ya que tiene influencia en el CVP, si se ve afectado negativamente llevaría a una serie de problemas como la corrección de dosificación de materias primas, tiempo y forma de desarrollo de dispersión, costos, entre otros.

2.6.6 Influencia del contenido de sólidos en vinilos. Es importante considerar el contenido de sólidos de la pintura dado que al reducir dicho valor se puede ver afectada la resistencia al frote en húmedo, ya que es necesario el aumento de espesantes para compensar la reducción mecánica del polímero con el agua.

2.6.7 Porcentaje de sólidos. Es el porcentaje de materia sólida teórica que proporciona la información de materia no volátil contenida en la pintura. Tiene un valor importante, dado que, en la formulación del producto, se debe tener en cuenta la relación de estas con las demás materias primas, que proporciona características específicas a la pintura.

A partir de la **Ecuación 2**, se puede determinar el porcentaje de sólidos de los diferentes productos a trabajar. En el **Cuadro 7**, se presenta el contenido de materia sólida en los diferentes productos a trabajar.

El valor del contenido de sólidos en fórmula conveniente se debe encontrarse entre un 55-60%¹⁷ para los tres productos. Hay que tener en cuenta que la modificación del rango del porcentaje de sólidos se determina según los requerimientos que se desean obtener en la pintura, es por esta razón que este rango es un estimado según la literatura.

¹⁷ SHWEIGGER, Enrique. Manual de pinturas y recubrimientos plásticos. Madrid: Díaz de Santos, 2005. p. 95.

Ecuación 2.Determinación porcentaje de sólidos

$$\%Sólidos = \frac{(Kg\ resina \times \% \text{ sólidos de la resina}) + (Kg\ pigmento) + (Kg\ cargas \times \% \text{ sólidos de las cargas})}{Peso\ total}$$

Fuente: Manual de pinturas y recubrimientos plásticos

Cuadro 7.Porcentaje de sólidos en los productos.

Producto	% Sólidos
Esmalte horneable blanco lámpara	61± 2
Esmalte anticorrosivo blanco	53± 2
Vinilo lavable blanco	54± 2

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA FÁBRICA DE PINTURAS

En este capítulo se presentan las condiciones actuales de operación, así como el registro de lotes de producción identificando formatos, manera de fabricación y chequeo del control de calidad del producto final.

3.1 MATERIAS PRIMAS

Muchas de estas materias se emplean sin cambios químicos, pero deben lavarse, molerse, filtrarse, combinarse o someterse a otros procesos para otorgar las propiedades necesarias y la uniformidad requerida de las pinturas, se dividen en cuatro grupos principales: pigmentos, disolventes, aglutinantes y aditivos. Para ampliar la información remitirse al **MARCO TEÓRICO** sección componentes de la pintura.

3.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Este apartado abarca las operaciones unitarias, equipos de planta y laboratorio, además el chequeo de control de calidad para las tres líneas de producción.

3.2.1 Operaciones unitarias El proceso de fabricación de pinturas es de tipo batch produciendo una cantidad limitada de producto cada vez, está dividida en operaciones y cuando la fabricación de este lote llega a su finalización se dará comienzo la fabricación de otra variedad diferente de producto, otro lote. Estos productos terminados se almacenan hasta su venta. Este proceso es netamente físico y se divide principalmente en cuatro fases las cuales se hacen mención en el apartado fases de fabricación del **MARCO TEÓRICO**.

La principal diferencia en la producción de vinilos y esmaltes, son los solventes, pues el agua es utilizado para la fabricación de vinilos, mientras que el xilol, varsol, tinner, son implementados para los esmaltes ya sea horneables o anticorrosivos.

El proceso de fabricación de esmaltes horneables y anticorrosivos, se muestra en el **Diagrama 1**. El **Diagrama 2** presenta el proceso productivo de las pinturas vinílicas.

Diagrama 1.Proceso productivo pinturas horneables y anticorrosivas.

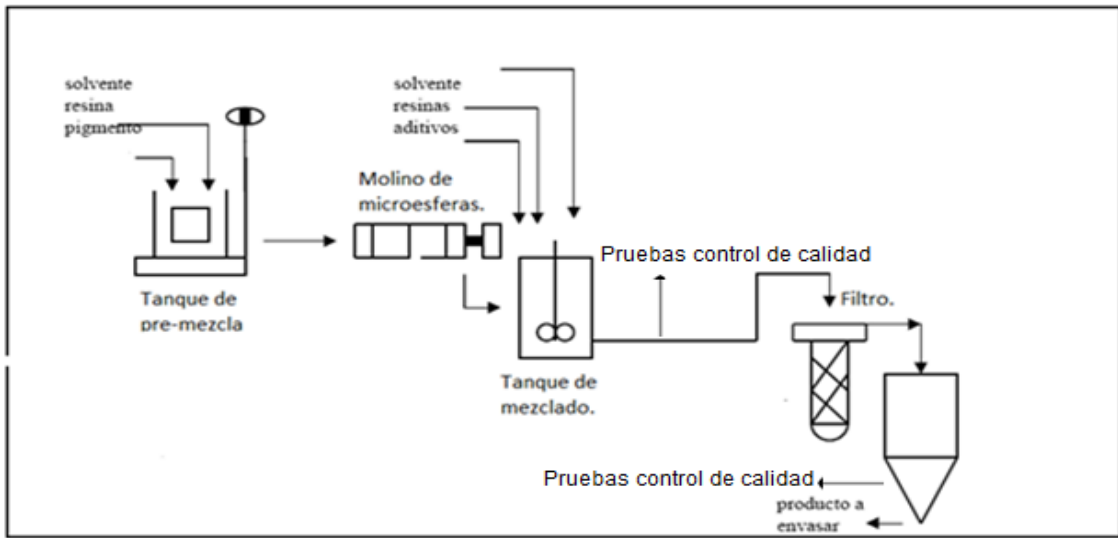
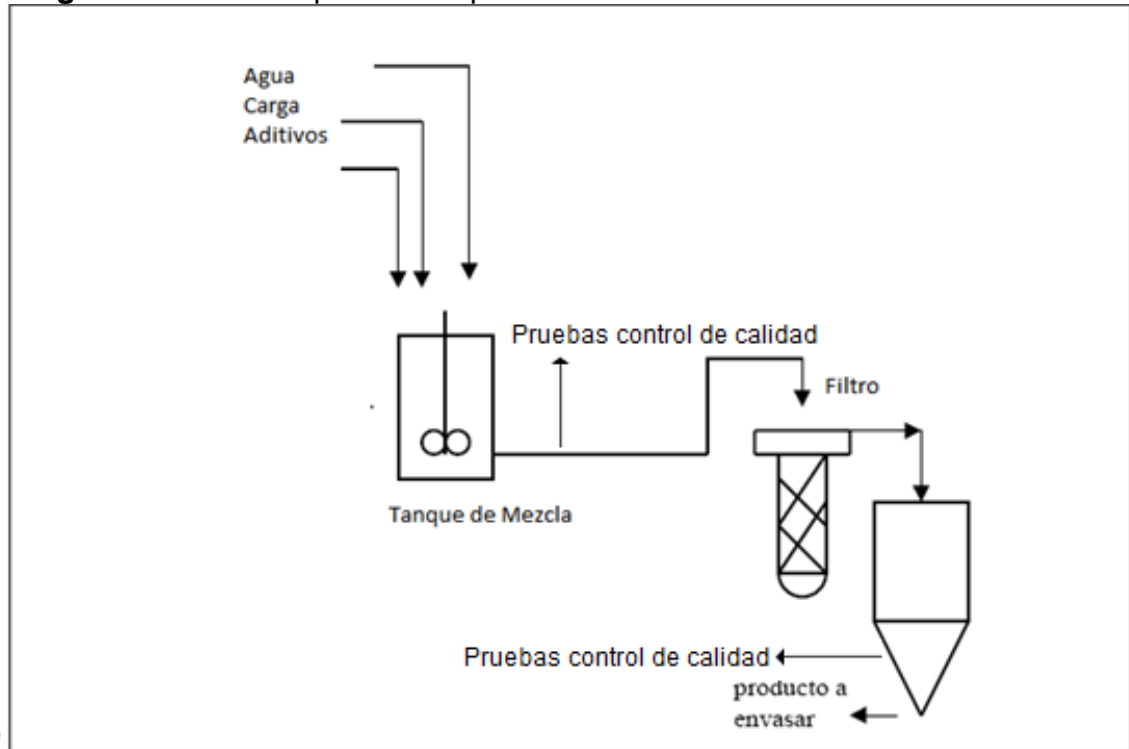


Diagrama 2.Proceso productivo pinturas vinílicas.



Las operaciones unitarias y requerimientos de equipos realizados en los dos procesos productivos se estipulan en el **Cuadro 8.**

Cuadro 8. Requerimientos de proceso.

Requerimientos de proceso		
Proceso	Equipo	Función
Humectación	Tanque	Mezcla de ligante, solvente y aditivos (vehículo)
Molienda	Tanque	Adición de pigmento y/o cargas para la dispersión en mezcla
Estabilización	Tanque	Adición restante de aditivos, ligante y solvente
Filtrado	Filtro	Eliminación de sólidos en suspensión en producto final

A continuación se dan a conocer las especificaciones de los diferentes equipos en los **Cuadros 9, 10, 11, 12,13 y 14**. Sin embargo no se encuentra información de las placas dado su antigüedad por lo que no se incluye en los cuadros. La información de la velocidad del motor es suministrada por la persona encargada del mantenimiento del equipo cuyo valor es aproximado al juicio del experto.

Cuadro 9.Especificaciones de equipos utilizados en el proceso productivo de esmaltes horneables.

Especificaciones de equipos		
	Tanques empleados	2
	Temperatura operación	≈20 °C
Tanque	Capacidad	55-300 galones
	Velocidad del motor	1100 rpm
	Material tanque	Acero inoxidable
Filtro	Filtro	1
	Capacidad filtro	200 g/m ² , máx.
	Material filtro	Nylón
	Tamaño de malla	10 "x 12"

Cuadro 10.Especificaciones de equipos utilizados en el proceso productivo de esmaltes anticorrosivos.

Especificaciones de equipos		
	Tanques empleados	3
	Temperatura operación	≈20 °C
Tanque	Capacidad	55-300 galones
	Velocidad del motor	1100 rpm
	Material tanque	Acero inoxidable

Cuadro 10. (Continuación)

Especificaciones de equipos		
Filtro	Filtro	1
	Capacidad filtro	200 g/m ² , máx.
	Material filtro	Nylón
	Tamaño de malla	10 "x 12"

Cuadro 11. Especificaciones de equipos utilizados en el proceso productivo de pinturas vinílicas.

Especificaciones de equipos		
Tanque	Tanques empleados	1
	Temperatura operación	≈20 °C
	Capacidad	240 galones
	Velocidad del motor	1100 rpm
	Material tanque	Acero inoxidable
Filtro	Filtro	1
	Capacidad filtro	200 g/m ² , máx.
	Material filtro	Nylón.
	Tamaño de malla	10 "x 12"

3.3 EQUIPOS: Esenciales para que se logre cada una de las operaciones unitarias, así como el control de calidad del producto final; a continuación se describirán los usados a nivel planta y laboratorio.

3.3.1 Mezcladores: La planta cuenta con once tanques de diferente capacidad, donde se realiza la mezcla de materias primas, utilizando un brazo hidráulico que permite el cambio de disco que se requiera para la obtención de la molienda necesaria en los diferentes productos. En los **Cuadros 12, 13 y 14** especifica las características de los tanques más utilizados y a los cuales se realizara el análisis

Cuadro 12. Especificaciones tanque de 300 galones.

Tanque	
Capacidad	300 galones
Velocidad del motor	1100 rpm

Cuadro 12. (Continuación).

Tanque	
Altura tanque	125cm
Diámetro disco	30cm
Dimensiones dientes disco	1,7 x2.8 cm
Volumen	0.96 m ³

Cuadro 13.Especificaciones tanque de 55 galones.

Tanque	
Capacidad	55 galones
Velocidad del motor	1100 rpm
Diámetro tanque	52.5 cm
Altura tanque	18 cm
Diámetro disco	18cm
Dimensiones dientes disco	1,5 x1,5 cm
Volumen	0.06 m ³

Cuadro 14.Especificaciones tanque de 240 galones.

Tanque	
Capacidad	240 galones
Velocidad del motor	1100 rpm
Diámetro tanque	46cm
Altura tanque	125cm
Diámetro disco	30cm
Dimensiones dientes disco	1,7 x2.8 cm
Volumen	0.86 m ³

3.3.1.1 Dimensionamiento equipos de planta. Se describen las dimensiones con las que cuentan los tanques mezcladores a trabajar.

Cuadro 15. Dimensionamiento equipos en planta

Dimensiones (m)				
Capacidad tanque (gal)	d	a	h	D
300	0,345	0,275	1.25	1.35
50	0,2	0,18	0.9	0.525
240	0,32	0,245	1,20	0,96

La mayoría de los pigmentos, aditivos y materias primas que se utilizan en la formulación de los recubrimientos y tintas requieren para dispersarse de velocidades periféricas de entre 16 y 30 m/s¹⁸. El dimensionamiento de los equipos en planta se estipula en el **Cuadro 15**. La velocidad periférica es la que se alcanza en la orilla de los discos de dispersión, logrando el efecto dona, el cual es el signo de que la mayor potencia mecánica posible está siendo transferida a la base de molienda. Dado que se tiene el diámetro de los discos a trabajar se calcula la velocidad periférica con la **Ecuación 3**. Velocidad periférica.

Ecuación 3. Velocidad periférica.

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

Fuente: Pinturas y barnices, tecnología básica.

Donde,

V=Velocidad periférica

$\pi=3.1416$

d=Diámetro del disco en metros

n= revoluciones de la flecha en rpm

A continuación en la **Tabla 1** se evidencian las velocidades alcanzadas por cada tanque, se muestra

Tabla 1. Velocidades periféricas en los tanques.

Capacidad tanque (gal)	D (m)	Rpm	Velocidad periférica (m/s)
300	0,345	1100	19,87
50	0,2	1200	12,56
240	0,32	1100	18,43

3.4 CONTROL DE CALIDAD

Los instrumentos utilizados en el laboratorio para las pruebas de control de calidad se evidencian en el **ANEXO B**, especificando la etapa de las pruebas de control de calidad realizadas durante el proceso de producción y el uso de estos equipos para los esmaltes (horneable y anticorrosivo) como para la pintura vinílica.

¹⁸ <http://www.inpralatina.com/201009151975/articulos/pinturas-y-recubrimientos/mezcla-y-dispersion-procesos-complementarios.html>

En los **Diagramas 3,4 y 5** se pueden apreciar las etapas del proceso en las cuales se realiza un chequeo de control de calidad, siguiendo los parámetros estipulados de la NTC, para cada uno de los productos analizados.

Diagrama 3. Pruebas control de calidad para una pintura vinílica.

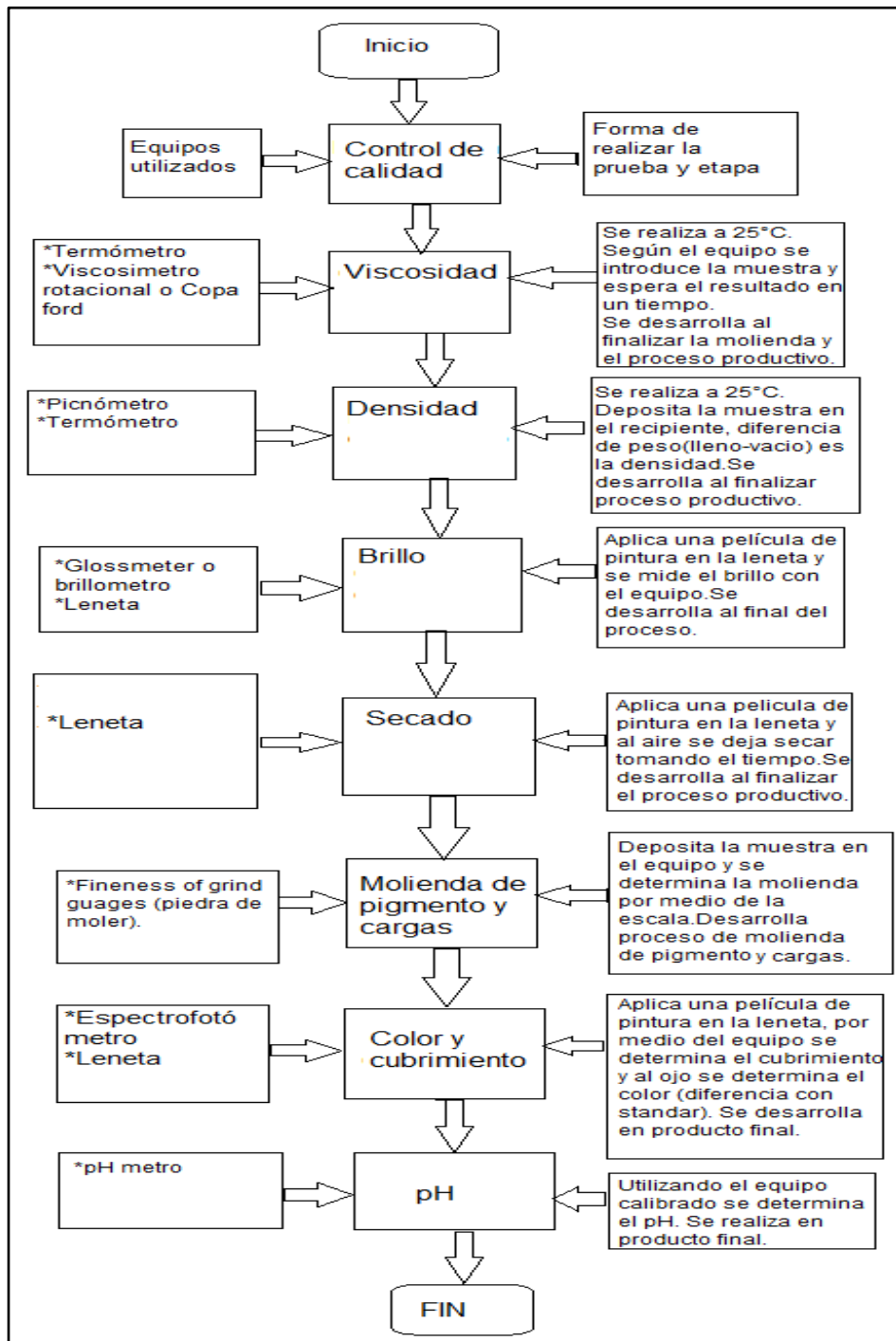


Diagrama 4. Pruebas control de calidad para esmalte horneable.

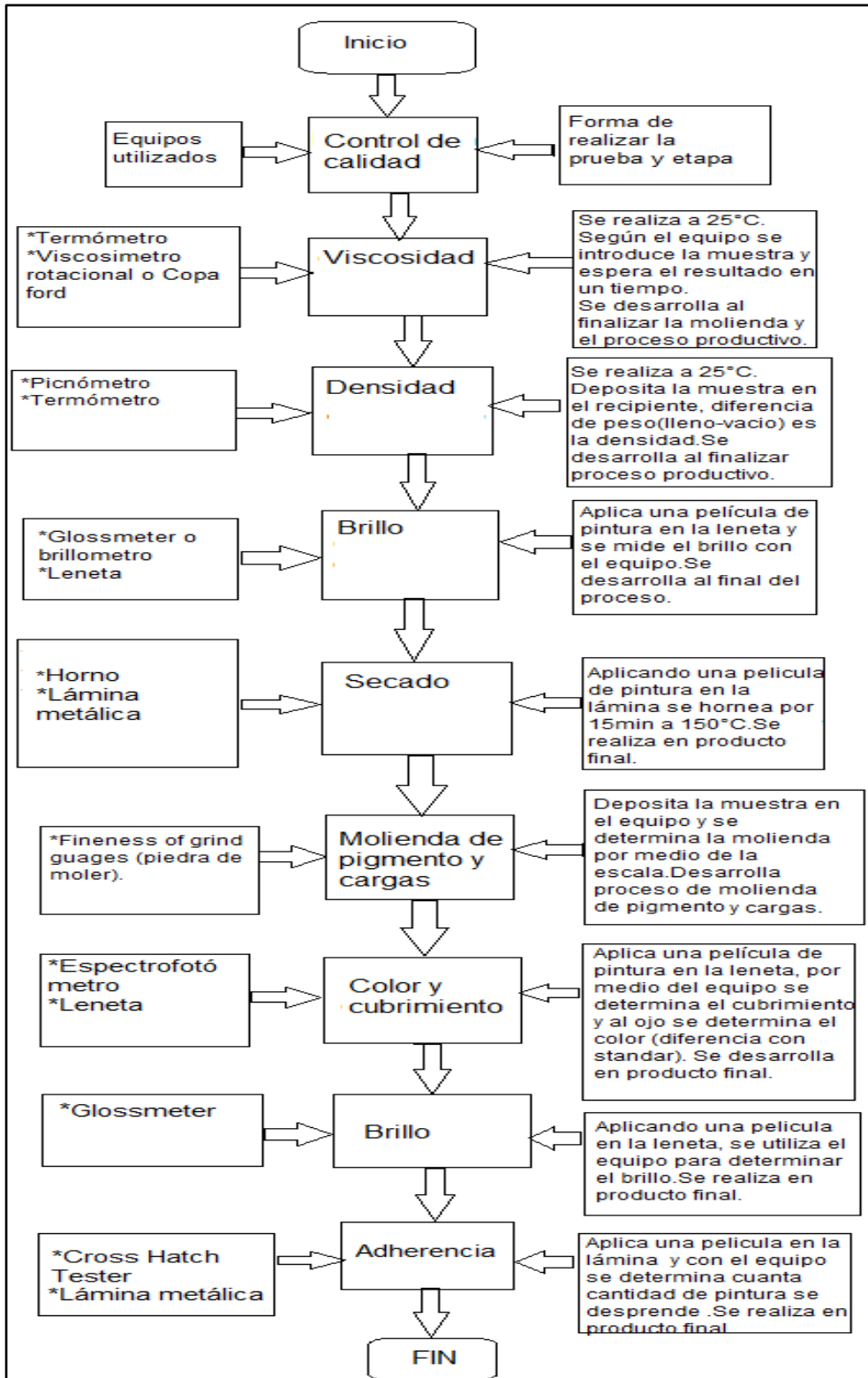
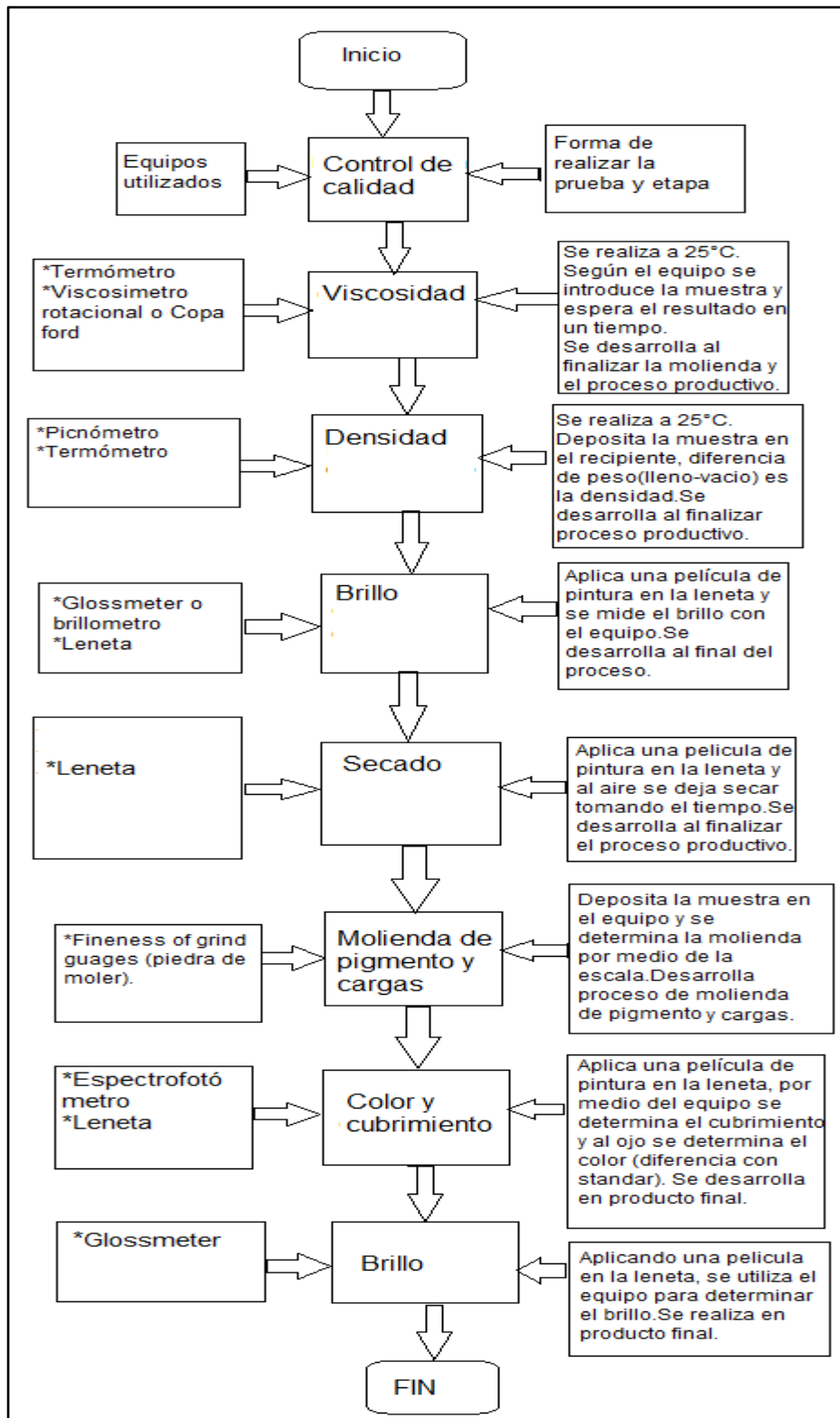


Diagrama 5. Pruebas control de calidad para esmalte anticorrosivo.



Los equipos de laboratorio mencionados en los diagramas anteriores, se presentan en el **ANEXO B** con sus respectivas especificaciones y condiciones de operación.

3.5 PARÁMETROS A TENER EN CUENTA EN LA RELACION DE LOS COMPONENTES DE LA PINTURA

Dependiendo de la relación que existe entre materias primas, es que se debe considerar los siguientes factores, ya que proporcionan las diferentes características que tienen las pinturas.

3.5.1 Concentración en volumen de pigmentos (PVC). De acuerdo a los valores obtenidos con la **Ecuación 1** que se encuentra el capítulo de **MARCO TEÓRICO** apéndice factores para la formulación, se pueden clasificar y obtener características que tendrá la pintura.

Cuadro 16. PVC para los productos.

Producto	PVC (%)
Esmalte horneable blanco lámpara	15 ± 2
Esmalte anticorrosivo blanco	36 ± 2
Vinilo lavable blanco	66 ± 2

Los valores del PVC para los diferentes productos, se presentan en el **Cuadro 16**. Con base en estos valores para el vinilo lavable blanco se obtiene un PVC del 66%, lo que indica que es una pintura para interior y las especificaciones para la formulación se basa a esta categoría, como se muestra en el **Cuadro 6** que se encuentra en el **MARCO TEÓRICO** sección factores para la formulación. El valor del PVC obtenido para el esmalte horneable blanco lámpara es de 15 %, indicando que este tipo de pintura tendrá una alta cohesión y resistencia a altas temperaturas, mientras que para el anticorrosivo blanco el valor fue de 36%, esto señala que este tipo de pintura es de fachada, resistente a ambientes intensos.

3.5.2 Porcentaje de sólidos: Este es el porcentaje de materia sólida teórica que proporciona la información de materia no volátil contenida en la pintura. Tiene un valor importante, pues en la formulación del producto, se debe tener en cuenta por la relación de estas con las demás materias primas, que proporciona características específicas a la pintura. En el **Cuadro 17**, se presenta el contenido de materia sólida en los diferentes productos a trabajar.

Cuadro 17. Porcentaje de sólidos en los productos.

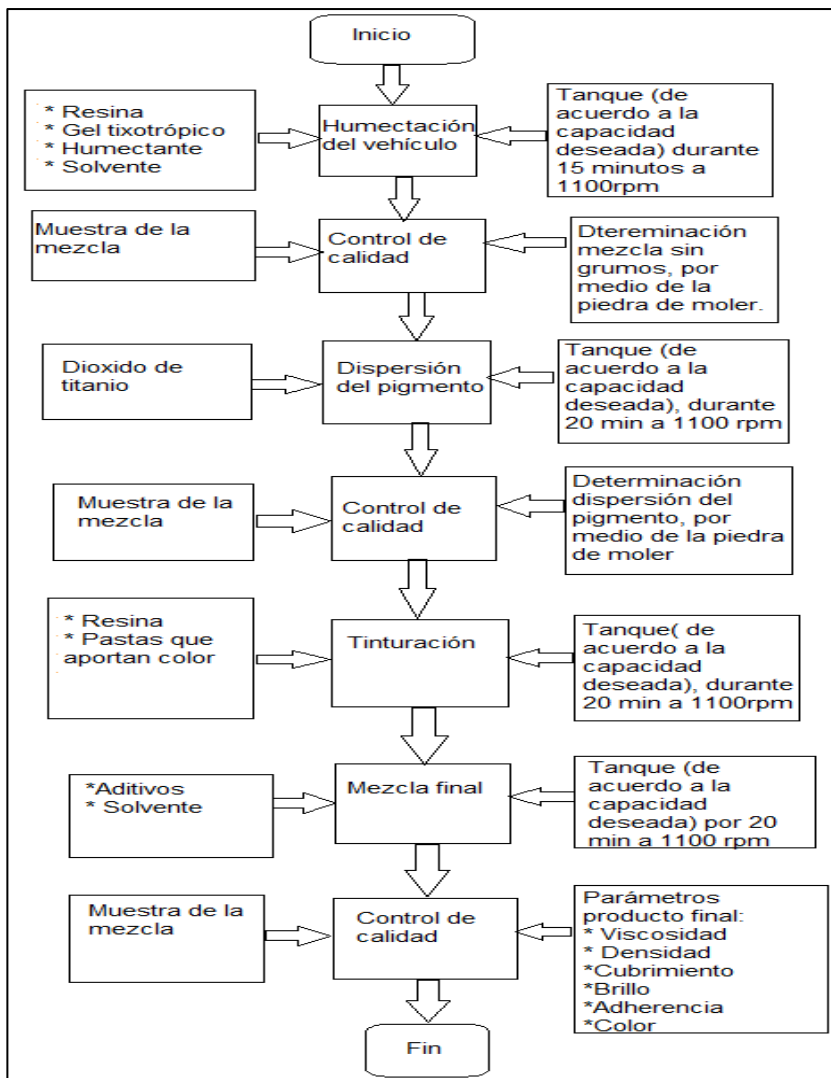
Producto	% Sólidos
Esmalte horneable blanco lámpara	61 ± 2
Esmalte anticorrosivo blanco	53 ± 2
Vinilo lavable blanco	54 ± 2

3.6 DATOS DE PRODUCCIÓN

Para la elaboración de las tres líneas se realiza el mismo procedimiento, se imprime la fórmula desde gerencia, se lavan los tanques y se procede a alistar las materias primas. Los lotes analizados y las desviaciones de materias primas, se presentan a continuación para cada uno de los productos a trabajar, cabe resaltar que son lotes de producción diarios comprendidos en el periodo de noviembre de 2015 a enero de 2016.

3.6.1 Esmalte horneable blanco lámpara. En el **Diagrama 6**, se presenta el proceso de fabricación para el esmalte horneable blanco lámpara. Especificando materias primas, operaciones y control de calidad realizado en el proceso.

Diagrama 6.Proceso de fabricación Esmalte horneable blanco lámpara.



En la **Tabla 2**, se encuentran los datos de producción para tres diferentes lotes, para realizar el análisis de desviación

Tabla 2. Cantidad producida de Esmalte horneable blanco lámpara.

Esmalte horneable blanco lámpara			
Cantidad (galón)	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Formula	300	300	300
Real	310,5	308	298
Desviación	4%	3%	1%

A continuación, en la **Tabla 3**, se evidencia las cantidades teóricas y reales con sus respectivas desviaciones.

Tabla 3.Desviación de materias primas para el esmalte horneable blanco.

Esmalte horneable blanco lámpara									
Materia prima	Lote1(kg)	Fórmula (Kg)	Desviación (%)	Lote 2 (kg)	Fórmula (Kg)	Desviación (%)	Lote 3(kg)	Fórmula(Kg)	Desviación (%)
Resina	769,4	769,4	0%	959,1	959,1	0%	959,1	959,1	0%
Dispersante	2	2	0%	2	2	0%	2	2	0%
Solvente	52,65	51,8 234,80	0%	46,0 270,	61,8	25%	46,0 270,	61,8	25%
Pigmento	234,803	3	0%	8	270,8	0%	8	270,8	0%
Aditivos	34,52	34,52	0%	26,8	26,8	0%	26,8	26,8	0%

Para este tipo de producto y con base en los datos obtenidos de las **Tablas 2 y 3**, la desviación de materias primas está en un rango de 2-25%, lo que genera desajuste en el volumen producido pues hay aumento entre 1-4%. Esto es ocasionado por la variación que se encuentra fundamentalmente en los solventes, debido a la corrección que se debe realizar a la viscosidad. Los principales errores radican en el formato de la fórmula pues no hay un protocolo de agregado de materias primas y unificación de unidades provocando desajuste de propiedades finales.

La corrección de la viscosidad en este caso, afecta significativamente el costo de producción dado que se requiere mayor cantidad de materia prima, mano de obra y carga fabril, repercutiendo en costo.

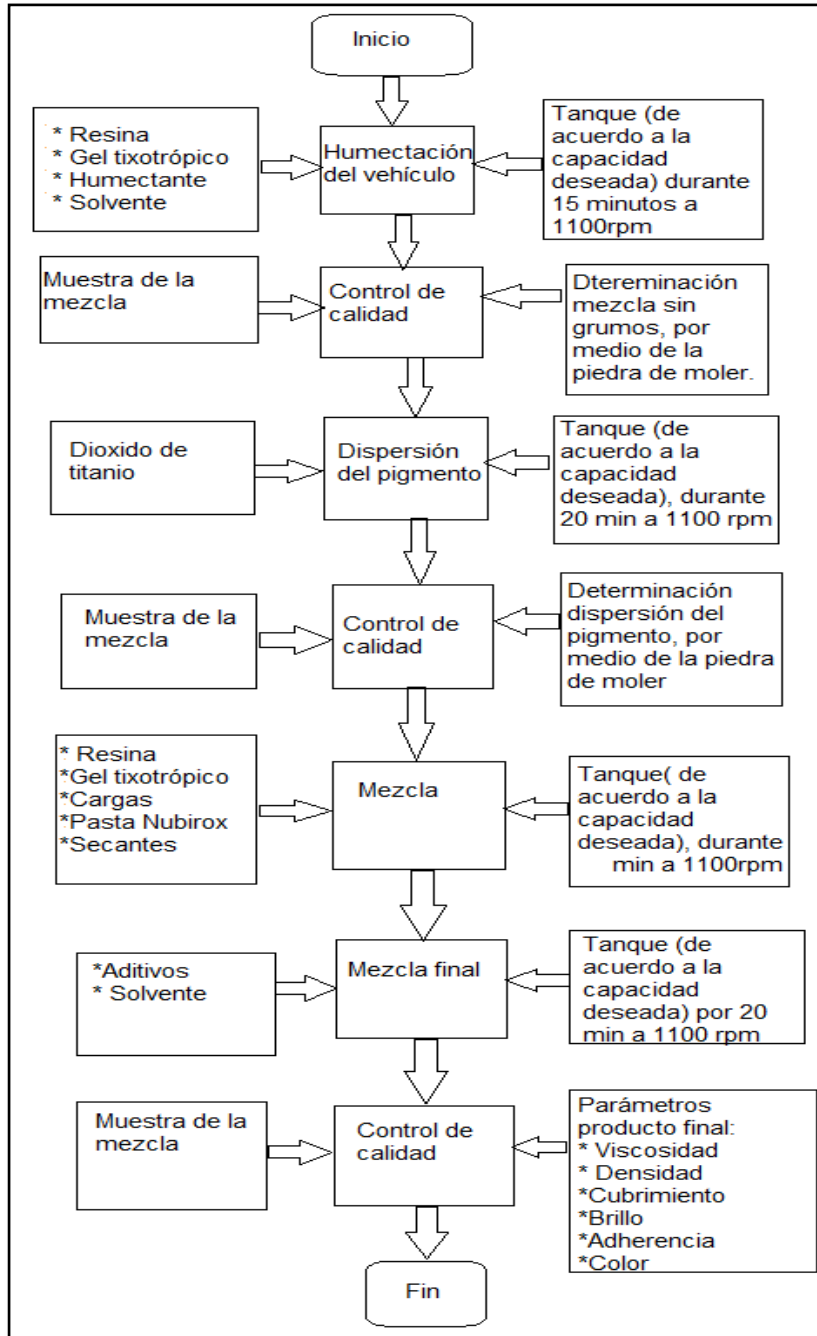
Tabla 4. Resultados viscosidad para los lotes

Esmalte horneable blanco lámpara			
Parámetro	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Viscosidad al finalizar producto (KU)	103	98	100
Ajuste de viscosidad al finalizar producto(KU)	95	92	93
Desviación	8%	6%	7%

Como se puede apreciar en la **Tabla 4**, se realiza un ajuste en el producto final en los lotes analizados dado que hay una desviación del entre 6-8%, lo que ocasiona adición de solvente esto se ve reflejado en el cubrimiento por lo cual hay una disminución de esta propiedad y es por este motivo que se propone realizar el ajuste de este parámetro desde la operación de dispersión ya que en este se disminuye el tiempo de molienda de pigmento logrando así ajustar desde esta etapa lo que conlleva el aumento de cubrimiento y de igual forma la viscosidad. El tiempo de molienda para el pigmento en producción es de 1´10 minutos.

3.6.2 Anticorrosivo blanco. El **Diagrama 7** muestra el proceso de fabricación para el anticorrosivo blanco. Donde se especifican las materias primas, operaciones y puntos de control de calidad en la producción.

Diagrama 7.Proceso de fabricación Esmalte anticorrosivo blanco.



Con base en tres lotes diferentes de anticorrosivo blanco, se determinan los datos de producción, presentados en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Cantidad producida de esmalte anticorrosivo blanco.

Anticorrosivo blanco			
Cantidad (galón)	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Formula	300	300	300
Real	301	308	297
Desviación	0%	3%	1%

A continuación, en la **Tabla 6**, se evidencia las cantidades teóricas y reales con sus respectivas desviaciones

Tabla 6. Desviación de materias primas para el anticorrosivo blanco.

Esmalte anticorrosivo blanco									
Materia prima	Lote 1(kg)			Lote 2 (kg)			Lote 3(kg)		
	Fórmula(Kg)	Desviación (%)		Fórmula(Kg)	Desviación (%)		Fórmula(Kg)	Desviación (%)	
Resina	555	0%	555	544	4%	564	290	5%	305
Octoato	12	0%	12	12	0%	12	7,58	0%	7,6
Carga Pigmento	522	0%	522	9	0%	522	331	0%	331
Aditivos	248	0%	248	248	0%	248	110	0%	110
	239	0%	239	2	31%	239	109	0%	109

La desviación de materia prima para este tipo de producto radica principalmente en los aditivos y resina, pues se encuentran en un rango de 4-31%, lo que genera discrepancia en el volumen de producción. Es importante aclarar que en las fórmulas no hay especificaciones de agregado de materias primas, ni unificación de unidades, como el error en la adición de resina en el lote 2, el cual para la corrección de esto se agregaron aditivos, siendo causal de las variaciones que hay en los lotes. Con base en los datos obtenidos de las **Tablas 5 y 6** al agregar mayor cantidad de resina y aditivos en los que se encuentra el agente tixotrópico para aumentar las propiedades reológicas dándole mayor estabilidad a la mezcla, provocan el aumento de volumen para corregir las propiedades finales.

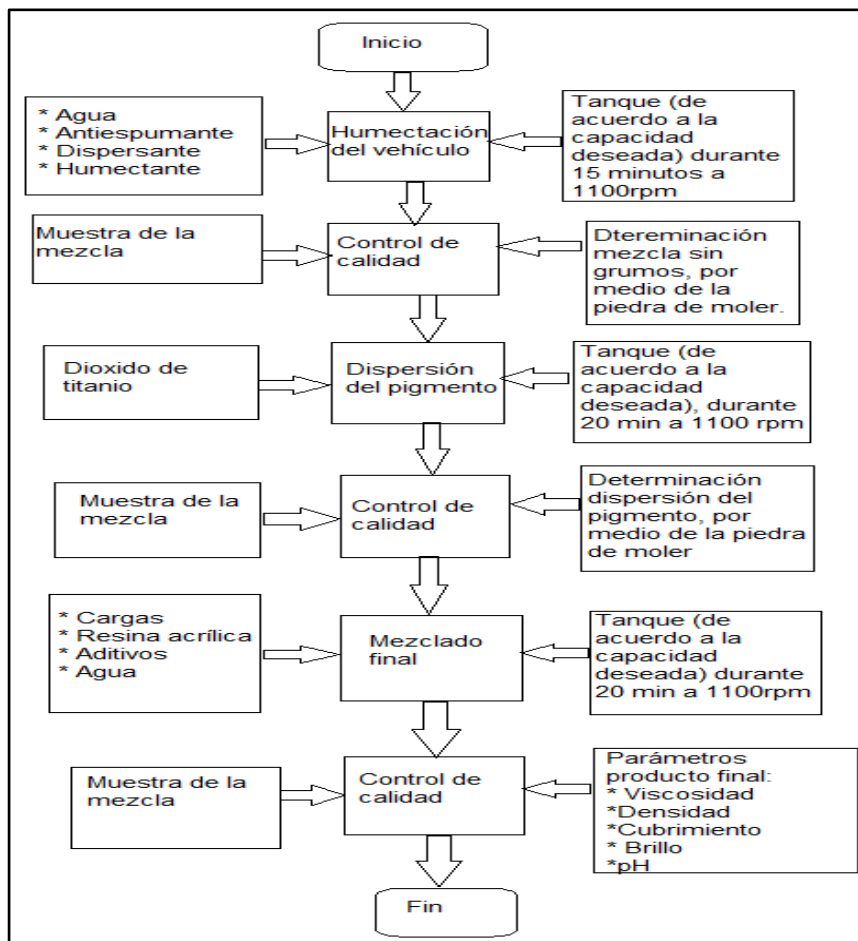
Uno de los puntos a trabajar es el tiempo de secado al tacto, debido a que en producto final hay oscurecimiento y agrietamiento por el incremento de dosificación del secante, pues no se controló la adición del octoato de plomo. Este problema se presentó durante el proceso de almacenado de producto terminado y

no salió a la venta por lo cual no se generaron devoluciones de producto. El tiempo de secado promedio es de 22 minutos en película.

Para este tipo de producto se propone realizar un cambio de secantes; la principal razón es por los riesgos ambientales del octoato de plomo pues es nocivo para el ambiente. El cambio que se propone es por el octoato de zirconio, el cual tiene las mismas propiedades de secado de película y es menos peligroso ambientalmente.

3.6.3 Vinilo lavable blanco. El **Diagrama 8** presenta de forma detallada el proceso de fabricación para el vinilo lavable blanco.

Diagrama 8.Proceso de fabricación Vinilo lavable blanco



Con el fin de comprender la desviación de volumen en el proceso de producción, se tomó la cantidad producida (lote) y la estipulada por la fórmula; para esto, se tuvo en cuenta tres lotes diferentes, en la **Tabla 7** se presentan los datos obtenidos. Cabe resaltar que hay una diferencia significativa para cada uno de los

lotes analizados, con una discrepancia entre 1-7%. Con esto se infiere que de la forma en la cual se hace este producto ocurre un aumento de producción indeseado, lo cual generara perdidas en materia prima y costos adicionales.

Tabla 7. Cantidad producida de Vinilo lavable blanco.

Vinilo lavable blanco			
Cantidad (galón)	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Formula	240	240	240
Real	256,5	243,5	244,5
Desviación	7%	1%	2%

En la **Tabla 8**, se presentan las cantidades teóricas y reales con sus respectivas desviaciones de las materias primas utilizadas en la fabricación del vinilo.

Tabla 8. Desviación de materias primas para el vinilo lavable blanco.

Vinilo lavable blanco									
Materia prima	Lote 1(kg)	Fórmula(K g)	Desviación (%)	Lote 2(kg)			Lote 3(kg)		
				Fórmula(K g)	Desviación (%)	Fórmula(K g)	Desviación (%)	Fórmula(K g)	Desviación (%)
Espestante	11,5	11,5	0%	11,5	11,5	0%	12,34	12,347	0%
Solvente	462,38	462,38	0%	462	462,4	0%	487,89	487,89	1%
Pigmento	211	211	0%	211	211	0%	220,77	220,77	0%
Aditivos	208,2	208,248	0%	209	208,5	0%	221,31	221,31	0%
Carga	383	383	0%	384	384	1%	402,75	402,75	0%

Una de las anotaciones que se debe realizar es que al producir estos lotes la fórmula esta con un formato antiguo, esto quiere decir que no hay unificación de unidades, lo que provoca discrepancia a la hora del pesaje de materias primas. La adición de aditivos y solvente para corregir el pH y la viscosidad al finalizar la producción es lo que provoca la diferencia de volumen producido, teniendo presente los valores de las **Tablas 7 y 8**.

Teniendo presente que los lotes fueron tomados en un periodo de tres meses y que el volumen estimado (fórmula) de producción es el mismo para todos, se puede inferir un margen de desviación respectivamente de 1-7% en volumen final, tanto de materias primas como de volumen producido, lo que en este caso específicamente provoca desajuste en la formula por ende perdida de materia prima lo que genera aumento de costos.

La desviación que presenta la viscosidad se muestra en la **Tabla 9** con estos valores se infiere que la adición del solvente se hace necesaria debido a la falta de

control de los agentes reológicos los cuales ayudan a la viscosidad. Es por esta razón que se pretende cuantificar la dosificación adecuada de esta materia prima para lograr la estandarización de la formula y se evite la corrección de propiedades al finalizar el proceso productivo.

Tabla 9. Viscosidad para los lotes

Vinilo lavable blanco			
Parámetro	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Viscosidad al finalizar producto (KU)	125	126	135
Ajuste de viscosidad al finalizar producto(KU)	120	120	127
Desviación	2%	5%	6%

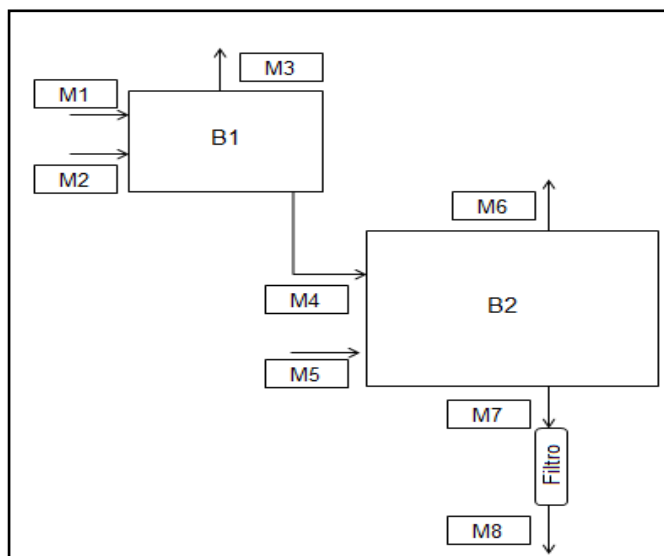
3.7 BALANCES DE MASA EN EL PROCESO

Se realiza los balances en el proceso identificando cual es la base de cálculo a tomar así como los tanques para realizar la producción.

3.7.1 Balance de masa para el Esmalte horneable blanco lámpara
 Se toma una base de cálculo de 300 galones lo que equivale a 1246,4 Kg que es un lote de producción diario, para esta formulación se trabaja con el Lote número 3 del diagnóstico haciendo uso de dos equipos: el primero con capacidad de 50 galones (B1) y el otro de 300 (B2), se tiene en cuenta que al final se producen 298 galones de esmalte horneable.

El **Diagrama 9** muestra el proceso en general indicando las corrientes y los tanques usados.

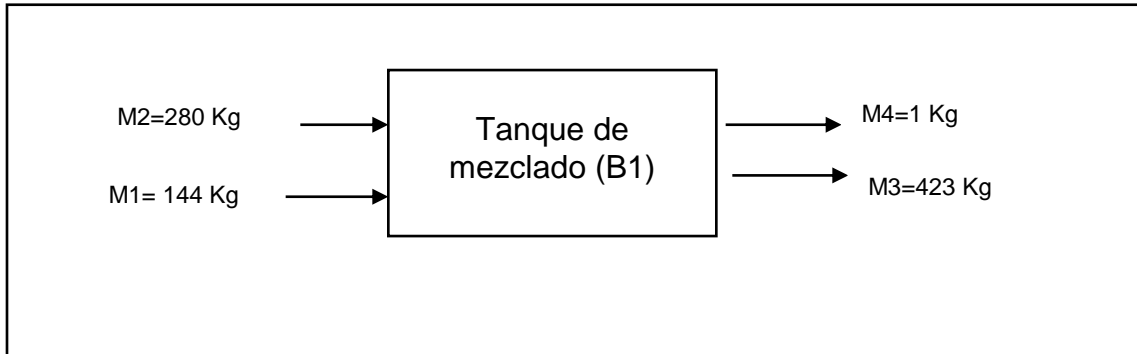
Diagrama 9.Proceso de producción esmalte horneable blanco lámpara.



En los **Diagramas 10, 11 y 12** se evidencia el proceso de fabricación, así como las **Ecuaciones 4,5, 6,7 y 8** necesarias para realizar los balances

3.7.1.1 Balance en el tanque de mezclado 1.

Diagrama 10. Balance en el tanque de mezclado (B1)



Donde:

M1: Resina+ solvente+ aditivo de dispersión

M2: Pigmento

M3: Producto de mezclado (B1).

M4: Pérdidas del mezclado (B1).

Ecuación 4. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M1 + M2 = M3 + M4$$

$$M4 = 1 \text{ Kg}$$

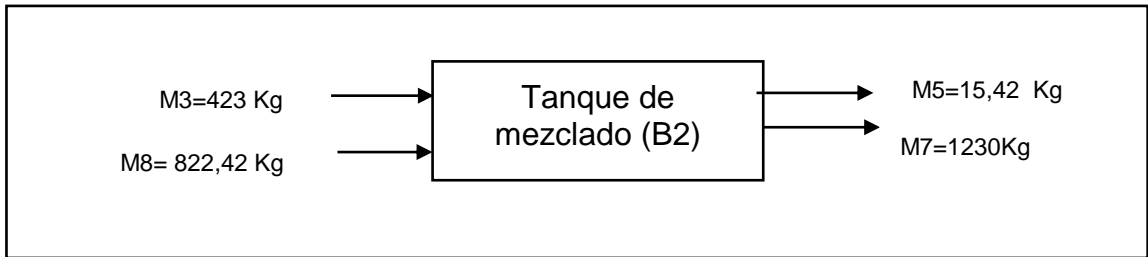
Ecuación 5. Porcentaje de pérdida M4

$$\%M4 = \left(\frac{(M1 + M2) - M3}{M1 + M2} \right) * 100$$

$$\%M4 = 0.23$$

3.7.1.2 Balance en el tanque de mezclado 2.

Diagrama 11. Balance en el tanque de mezclado (B2)



Donde:

M3: Producto de mezclado (B1).

M8: Resina+ solvente+ aditivos

M7: Producto de mezclado (B2).

M5: Pérdidas del mezclado (B2).

Ecuación 6. Balance de masa del tanque de mezclado de (B2).

$$M3 + M8 = M5 + M7$$

$$M5 = 15,42 \text{ Kg}$$

Ecuación 7. Porcentaje de pérdida (M5)

$$\%M5 = \left(\frac{(M3 + M8) - M7}{M3 + M8} \right) * 100$$

$$\%M5 = 1,23$$

3.7.1.3 Balance en el filtro. En esta operación se utiliza un filtro simple tipo salchicha donde se hace la remoción de impurezas en la pintura.

Diagrama 12. Balance en el filtro



Donde:

M6: Producto final

M7: Producto de mezclado (B2).

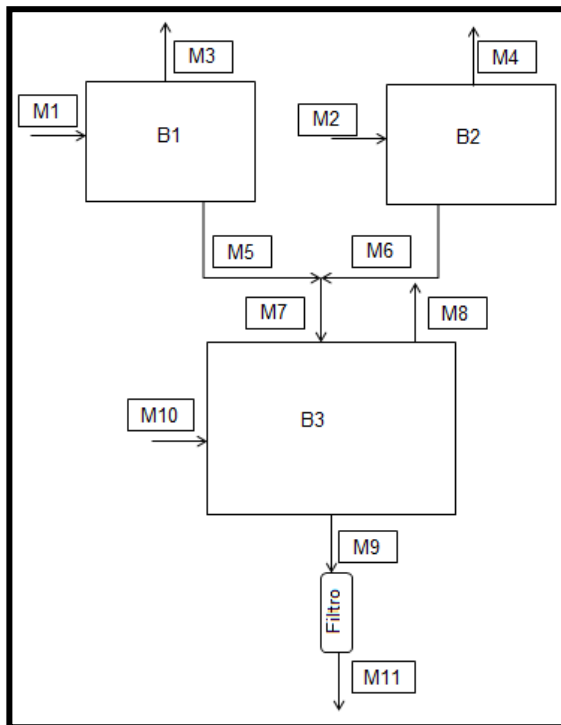
M9: Peso retenido en el filtro.

Ecuación 8. Balance para el proceso de filtración.

$$M7 - \text{peso retenido filtro} = M6$$
$$\text{peso retenido filtro} = 0,001 \text{ Kg}$$

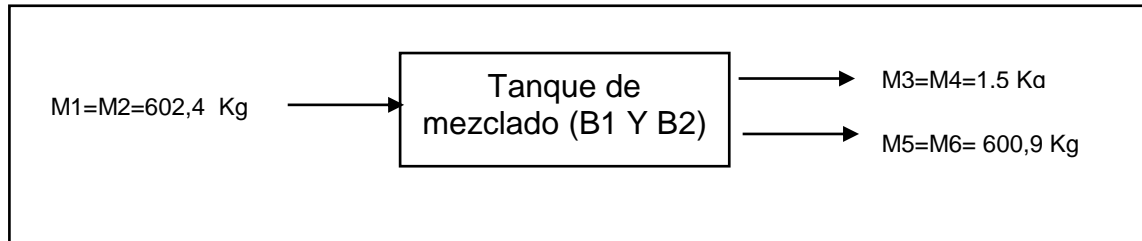
3.7.2 Balance de masa para el Esmalte anticorrosivo blanco. Se toma una base de cálculo de 300 galones lo que equivale a 1624 Kg que es un lote de producción diario, para esta formulación se trabaja con el Lote número 3 del diagnóstico haciendo uso de tres equipos: los primeros con capacidad de 50 galones (B1-B2) y el otro de 300 (B3), se tiene en cuenta que al final se producen 297 galones de esmalte anticorrosivo. En los **Diagramas 14, 15 y 16** se evidencia el proceso de fabricación, así como las **Ecuaciones 9,10, 11, 12 y 13** necesarias para realizar los balances. El **Diagrama 13** representa el proceso en general indicando las corrientes y los tanques usados.

Diagrama 13. Proceso de producción esmalte anticorrosivo blanco.



3.7.2.1 Balance en los tanques de mezclado 1 y 2. Dado que se tiene los tanques de 50 galones con las mismas corrientes de entrada y salida se unifica en el siguiente diagrama

Diagrama 14. Balance en el tanque de mezclado de (B1 y B2).



M1 y M2: Resina+ solvente+ aditivo + pigmento + cargas.

M3 y M4: Pérdidas del mezclado (B1 y B2).

M5 y M6: Producto de mezclado (B1y B2).

Ecuación 9. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M1 = M3 + M5$$

$$M4 = 1,5 Kg$$

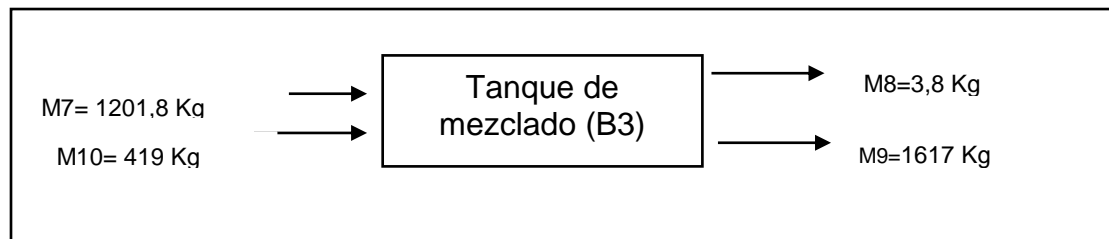
Ecuación 10. Porcentaje de pérdida (M 4)

$$M4 = \left(\frac{M1 - M5}{M1} \right) * 100$$

$$\%M4 = 0.18$$

1.2.1.1 Balance en el tanque de mezclado 3.

Diagrama 15. Balance en el tanque de mezclado de (B3).



Donde:

M7: Producto de mezclado (B1y B2)

M8: Pérdidas del mezclado (B3)

M9: Producto de mezclado (B3).

M10: Resina+Solvente+Aditivo

Ecuación 11. Balance de masa del tanque de mezclado de (B3).

$$M7 + M10 = M8 + M9$$

$$M8 = 3,8 \text{ Kg}$$

Ecuación 12. Porcentaje de pérdida (M8)

$$\%M8 = \left(\frac{(M7 + M10) - M9}{M7 + M10} \right) * 100$$

$$\%M8 = 0,29$$

3.7.2.2 Balance en el filtro. En esta operación se utiliza un filtro simple tipo salchicha donde se hace la remoción de impurezas en la pintura.

Diagrama 16. Balance en el filtro



Donde:

M9: Producto de mezclado (B3).

M11: Producto final

M12: Peso retenido en el filtro

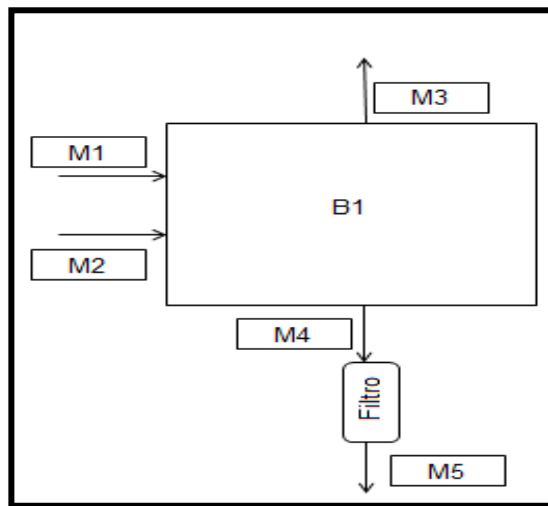
Ecuación 13. Balance para el proceso de filtración.

$$M9 - \text{peso retenido filtro} = M11$$

$$\text{peso retenido filtro} = 0,001 \text{ Kg}$$

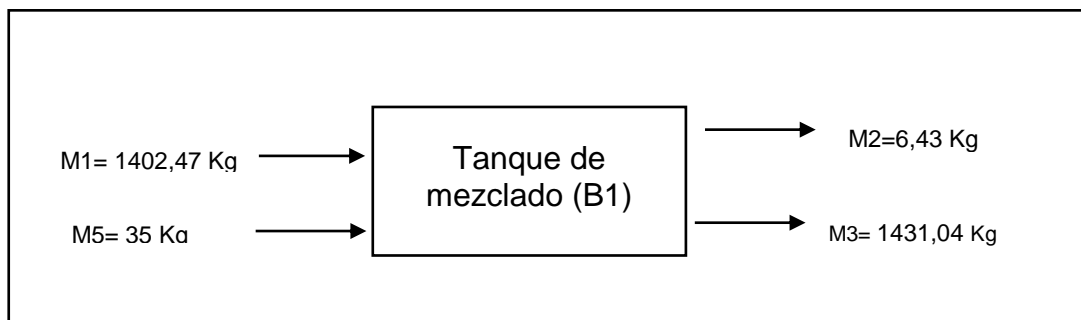
3.7.3 Balance de masa para el Vinilo lavable blanco. . Se toma una base de cálculo de 240 galones lo que equivale a 1402,47 Kg que es un lote de producción diario, para esta formulación se trabaja con el Lote número 2 del diagnóstico haciendo uso de un equipo de 240 galones (B1), se tiene en cuenta que al final se producen 243,5 galones de vinilo lavable. El **Diagrama 17** muestra el proceso en general indicando las corrientes y el tanque usado. En los **Diagramas 18 y 19** se presentan los balances por operaciones utilizando las **Ecuaciones 14,15 y 16**.

Diagrama 17.Proceso de producción vinilo lavable blanco.



3.7.3.1 Balance en el tanque de mezclado.

Diagrama 18. Balance en el tanque de mezclado de (B1).



Donde:

M1: Agua+ aditivo + pigmento + cargas.

M2: Pérdidas del mezclado (B1).

M3: Producto de mezclado

M5: Agua

Ecuación 14. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M1 + M5 = M2 + M3$$
$$M2 = 6,47 \text{ Kg}$$

Ecuación 15. Porcentaje de pérdida (M 2)

$$\%M2 = \left(\frac{(M1 + M5) - M3}{M1 + M5} \right) * 100$$

$$\%M2 = 0,45$$

3.7.3.2 Balance en el filtro. En esta operación se utiliza un filtro simple tipo salchicha donde se hace la remoción de impurezas en la pintura.

Diagrama 19. Balance en el filtro



Donde:

M3: Producto de mezclado (B13).

M4: Producto final

M5: Peso retenido en el filtro

Ecuación 16. Balance para el proceso de filtración.

$$M3 - \text{peso retenido filtro} = M4$$
$$\text{peso retenido filtro} = 0,001 \text{ Kg}$$

4. FORMULACIÓN

Las propiedades de una pintura o recubrimiento dependen de las variables de la formulación. Luego de realizada una adecuada selección de las materias primas, se debe definir la relación cuantitativa entre los diferentes componentes del producto, los cuales determinan las propiedades de la película.

4.1 SELECCIÓN DE VARIABLES

Dado el diagnóstico de las diferentes tres líneas de producción se procede a seleccionar las variables a trabajar en cada una de estas.

4.1.1 Esmalte horneable blanco lámpara: Dado que no cumplía con especificaciones al final del producto y arrojaba valores por encima o debajo de la norma se elige la viscosidad como variable problema, la que a su vez está ligada al poder cubriente del producto

4.1.2 Esmalte anticorrosivo blanco: Se selecciona como variable al tiempo de secado, evidenciando que se usa materias primas a base de plomo como secantes las cuales son altamente tóxicas para la salud humana.

4.1.3 Vinilo lavable blanco: La variable de interés es la viscosidad que tiene gran influencia en el comportamiento reológico de la pintura con el fin de prevenir efectos no deseados como el descuelgue.

4.2 METODOLOGÍA

Se eligieron los siguientes aditivos: dispersante para el esmalte horneable blanco lámpara pues este promueve la correcta dispersión del pigmento que influye en la viscosidad y desarrollo en el cubrimiento del producto final. La ficha técnica proporcionada por el proveedor encontrado en el **ANEXO E** da una guía acerca de la cantidad que se debe adicionar según el tipo de pigmento (basado en el porcentaje de este en la formulación), para este caso se recomienda trabajar con el 0.5% al 1%.

Octoato de Zr para el esmalte anticorrosivo blanco dado que se conoce que es un producto con alto contenido de sólidos y consultando en el artículo web¹⁹; se

¹⁹CALDERON RODRIGUEZ, Felix. Secantes Para Pinturas Transmitidas Por Agua. 2012 [En línea]
[<https://polimers.wordpress.com/2012/02/09/secantes-para-pinturas-transmitidas-por-agua-2/>]

realizan las formulaciones respecto a las recomendaciones establecidas. Para conocer propiedades de dicho aditivo dirigirse al **ANEXO E**.

Espesante celulósico para el vinilo lavable blanco refiriéndose a lo estipulado en la literatura. A continuación en la

Tabla 10 se muestra la variación de estos aditivos para la formulación de las pinturas identificando la propiedad a analizar. Para conocer propiedades de dicho aditivo dirigirse al **ANEXO E**.

Tabla 10. Propiedades y rango de variación en los productos.

Producto	Propiedad	Valor teórico	Valor actual	Aditivo	Rango de variación
Esmalte horneable blanco lámpara	Viscosidad	90-95 KU	98-103 KU	Dispersante	(0,5-1%) sobre el porcentaje de pigmento
Esmalte anticorrosivo blanco	Tiempo de secado	20-30 min	>20 min	Octoacto de Zr	(0,2-1%) sobre el porcentaje total de la formula
Vinilo lavable blanco	Viscosidad	120 KU	115-135 KU	Espesante celulósico	(0,5-1%) sobre el porcentaje total de la formula

Se ejecutan pruebas para cada una de las líneas con el fin de encontrar el valor ideal que establece la Norma técnica Colombiana, se enuncian los parámetros que deben cumplir el producto, así como el tipo de pintura a realizar. En el **Cuadro 18**, se especifican los parámetros que deben cumplir los productos finales.

Cuadro 18. Características de la pintura líquida, según exigencias del mercado o cliente.

Característica	Esmalte Horneable Blanco Lámpara	Esmalte Anticorrosivo Blanco	Vinilo Lavable Blanco
Finura de molido para el pigmento (Hegman)	7	7	7
Finura de molido para las cargas (Hegman)	4.5-5	4.5-5	4.5-5
Viscosidad en el envase (KU)	90-95	95-100	120
% Sólidos por volumen	50%	35%	32%
Porcentaje de cubrimiento (% mínimo)	95	94	94
Tiempo de secamiento al manejo, en horas, máx.	1	8	6
ΔE Color, máx.	1	1	1

A partir de esto se encuentra el porcentaje de aditivos utilizados en cada prueba. En los productos esmalte blanco lámpara y anticorrosivo se realizó una pre experimentación, dado que la fórmula no cumplía con la viscosidad requerida por la normatividad las cuales van de la prueba 1 a la 4. Después de ello se realizó la reformulación, con los respectivos ajustes se procede a realizar las pruebas de 5 a 8.

En el caso del vinilo no se realiza pre experimentación ya que una de las pruebas arrojó un valor indicado de viscosidad. A continuación en las **Tablas 11, 12 y 13**. Se muestra el porcentaje de aditivo que llevara cada prueba para las diferentes líneas de pinturas.

Tabla 11. Cantidad de dispersante según fórmula del esmalte horneable blanco lámpara.

	Cantidad de dispersante (%)
Prueba 1. Según fórmula	0,13
Prueba 2. 0.5% del pigmento	0,11
Prueba 3. 0,75% del pigmento	0,1623
Prueba 4. 1 % del pigmento	0,22

Tabla 12. Relación de secantes de zirconio del total de porcentaje en la fórmula.

	Cantidad de secante (%)
Prueba 1. 0,2 % relación de secantes	0,48
Prueba 2. 0,3 % relación de secantes	0,49
Prueba 3. 0,4 % relación de secantes	0,50
Prueba 4. 0,5 % relación de secantes	0,52

Tabla 13. Relación de espesante celulósico a del total de porcentaje en la fórmula.

	Cantidad de espesante (%)
Prueba 1. Según fórmula	0,72
Prueba 2. 0.5% de la fórmula	0,5
Prueba 3. 0,68% de la fórmula	0,68
Prueba 4. 1 % de la fórmula	1

4.3 METÓDOS Y MATERIALES

A continuación se explicara los métodos para producción de cada uno de los productos así como los materiales requeridos.

Las pruebas realizadas para cada uno de los productos se efectuaron para $\frac{1}{4}$ de galón eligiendo el disco de 6 cm con lo que se consiguió una velocidad periférica en el laboratorio de 23 m/s, logrando la viscosidad adecuada que producía en la parte superior una curvatura totalmente convexa que en ningún caso debe llegar al disco de agitación, dado que una viscosidad excesiva origina la formación de un donut, de forma que el esfuerzo de cizalla se ve reducido y se produce una importante incorporación de aire. Una viscosidad baja produce la formación de un cono de agitación sin cizalla e inclusión de aire.

4.3.1 MÉTODOS. Se realiza las diferentes pruebas con el nuevo formato de la formula donde se establece uniformidad de unidades (Kilogramos), porcentaje y volumen aportado por cada materia prima así como el orden de adición de cada una de las mismas, se realiza una premisa en la **Tabla 14** evidenciando los porcentajes de materias primas en cada uno de los productos. No se referencia las cantidades estipuladas ya que la empresa quiere guardar confidencialidad en sus fórmulas.

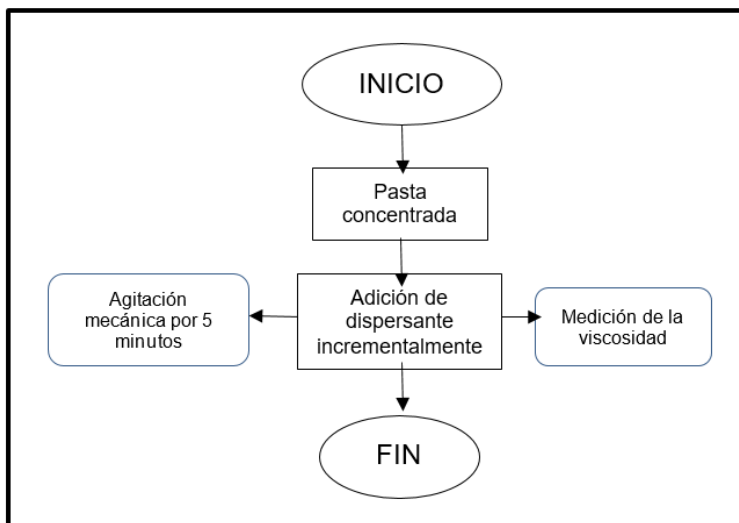
Se resalta que el proceso de fabricación se hace siguiendo las mismas fases a nivel planta, en los **Diagramas 20, 21,22 y 23** se estipula en que parte del proceso se incluye los aditivos seleccionados.

Tabla 14. Porcentaje de materias primas en las diferentes pinturas.

Materia prima	Esmalte Blanco Lámpara	Esmalte Anticorrosivo blanco	Vinilo lavable blanco
Resina (%)	56	31	NA
Disolvente (%)	6	12	NA
Pigmento (%)	21	16	17
Aditivos (%)	17	6	17
Cargas (%)	NA	35	30
Agua (%)	NA	NA	36

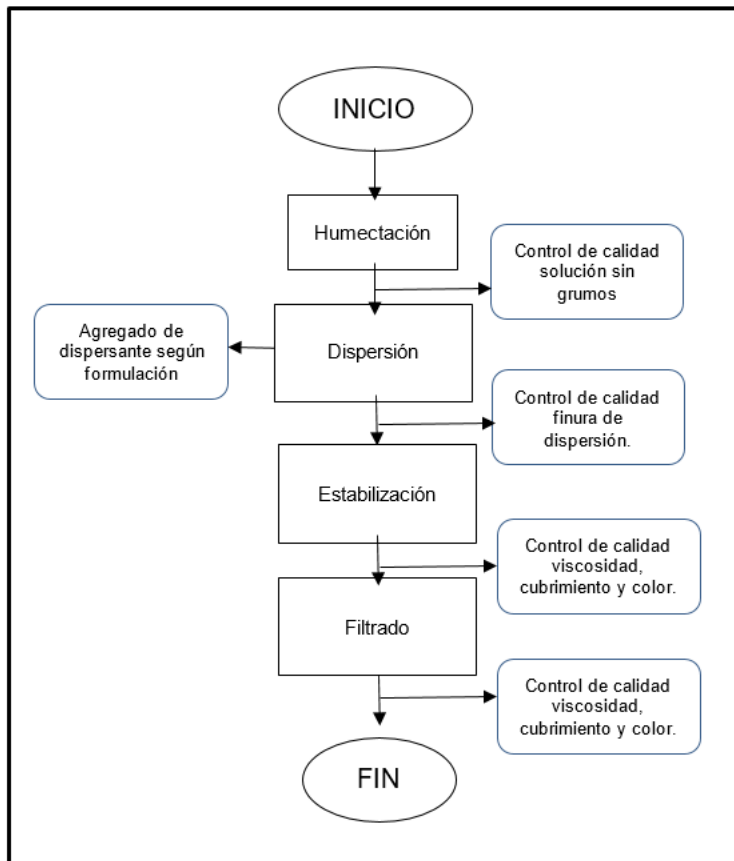
4.3.1.1 Esmalte horneable blanco lámpara. Para esta prueba se utiliza una curva de demanda de dispersante por lo que se calculara la eficiencia de este aditivo, la explicación de esta curva se expondrá en el **Diagrama 20**.

Diagrama 20. Metodología curva de dispersante



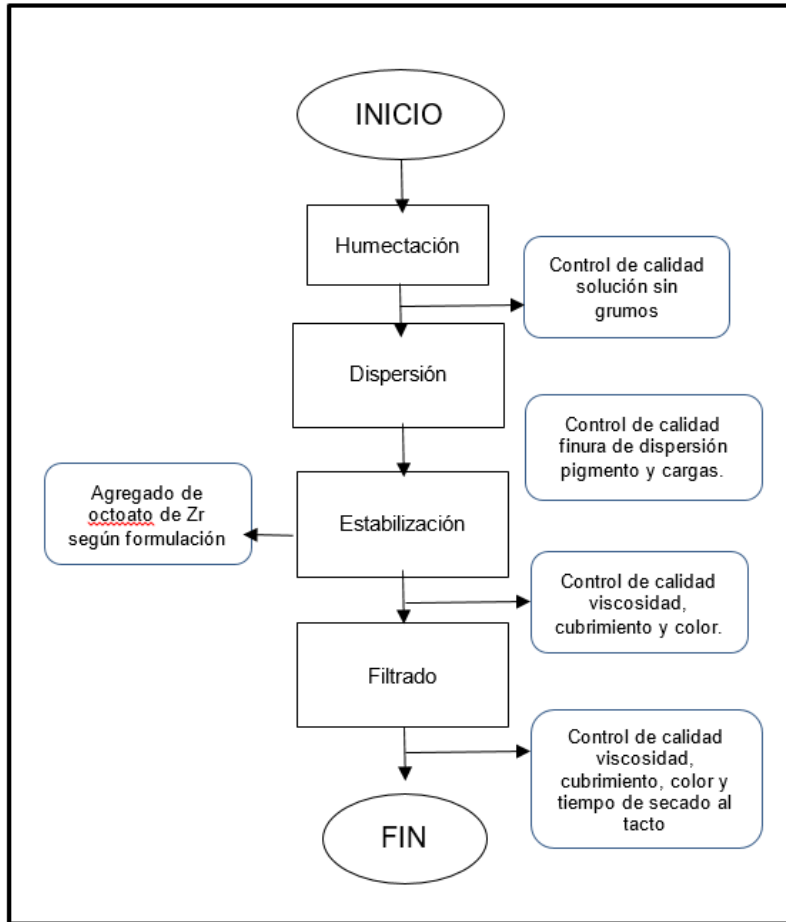
Después de realizar la curva de dispersión se procede a mostrar en el **Diagrama 21** el proceso productivo a escala laboratorio, donde se hace la adición de este en la etapa de dispersión.

Diagrama 21. Metodología producción esmalte horneable blanco lámpara



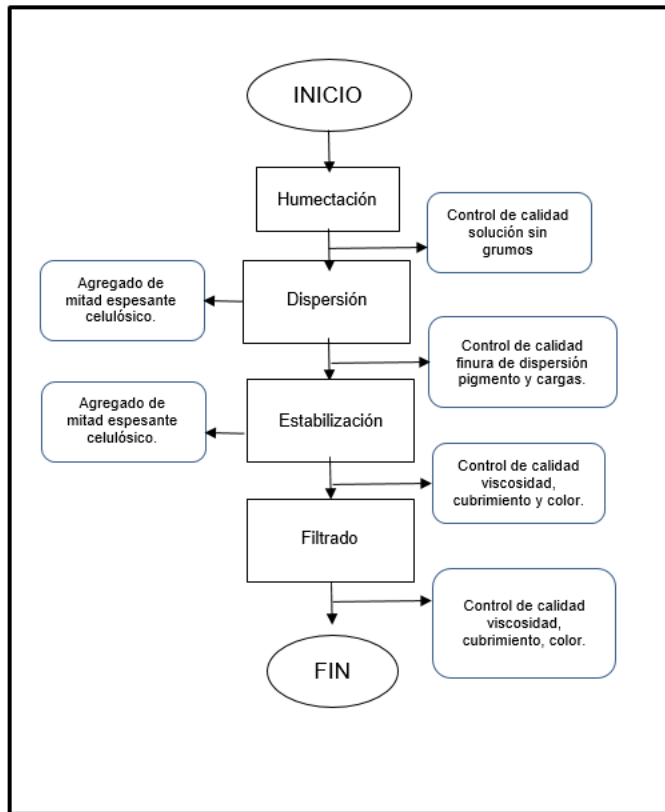
4.3.1.2 Esmalte anticorrosivo blanco. Se procede a mostrar en el **Diagrama 22** el proceso productivo a escala laboratorio, se realiza la adición del secante en la etapa de estabilización para prevenir la evaporación de este en etapas anteriores.

Diagrama 22. Metodología producción esmalte anticorrosivo.



4.3.1.3 Vinilo lavable blanco. Se procede a mostrar en el **Diagrama 23** el proceso productivo a escala laboratorio, la adición de este espesante se realiza en dos etapas: dispersión y estabilización esto con el fin de evitar la formación de grumos en la pintura.

Diagrama 23. Metodología producción vinilo blanco.



4.3.2 MATERIALES: Se realizó la selección equipos necesarios para la producción de los diferentes productos para más información dirigirse al capítulo **DIAGNÓSTICO** aparte **Equipos de Laboratorio**:

- Balanza
- Dispensor
- Pipeta
- Espátula
- Termómetro
- Viscosímetro rotacional
- ph-metro
- picnómetro
- Piedra de moler
- Espectrofotómetro
- Horno

4.4 RESULTADOS

Para obtener la evaluación de parámetros como poder cubriente y diferencial de color se realizó la aplicación en lenetas, en el **ANEXO D**, se logra observar las de las tres pruebas que arrojaron los valores favorables para la formulación

4.4.1 Dosificación de dispersante para el Esmalte horneable blanco lámpara. En las **Tablas 15,16 y 17** se muestran los datos obtenidos del dispersante para el esmalte.

Tabla 15. Resultados Demanda de dispersante en el pigmento del esmalte horneable blanco lámpara

% Dispersante	Viscosidad (Poise)
0,5	98
0,6	96
0,7	16
0,8	9
0,9	4
1	0,7
1,1	0,689

Tabla 16. Resultados prueba de dispersante para el esmalte horneable blanco lámpara en pre experimentación.

	Viscosidad (KU)	Densidad (g/gl)	Tiempo molienda (hora)	% Relación de contraste
Prueba 1. Según Formula	122,8	4,53	1	98,4
Prueba 2. 0,5% Dispersante	127,8	4,30	1 10"	97,4
Prueba 3. 0,75% Dispersante	121,7	4,45	55"	99,9
Prueba 4. 1% Dispersante	118,3	4,49	50"	106,9

Tabla 17. Resultados prueba de dispersante para el esmalte horneable blanco lámpara en experimentación.

		Viscosidad (KU)	Densidad (g/gl)	Tiempo molienda (hora)	% Relación de contraste
Prueba 5. Formula	Según	93,4	4,42	58"	98,25
Prueba 6. Dispersante	0,5%	96,7	4,60	1 08"	97,6
Prueba 7. Dispersante	0,75%	92,3	4,64	52"	99,3
Prueba 8. Dispersante	1%	89,06	4,42	48"	99,8

4.4.2 Dosificación de secantes para el Anticorrosivo blanco. Los resultados de la dosificación de secante, se presentan en las **Tablas 18 y 19**.

Tabla 18. Resultados prueba de secante Zr anticorrosivo blanco en pre experimentación.

	Viscosidad (KU)	Densidad (g/gl)	Tiempo molienda (minutos)	Secamiento (min)	% Relación de contraste
Prueba 1. Relación de secantes al 0.2% de zirconio	108,9	5,58	50	20	95,3
Prueba 2. Relación de secantes al 0.3% de zirconio	107,6	5,52	50	19	97
Prueba 3. Relación de secantes al 0.4% de zirconio	109,4	5,5	50	17	94,4
Prueba 4. Relación de secantes al 0.5% de zirconio	103,7	5,6	50	17	94,1

Tabla 19. Resultados prueba de secante Zr anticorrosivo blanco en experimentación.

	Viscosidad (KU)	Densidad (g/gl)	Tiempo molienda (minutos)	Secamiento (min)	% Relación de contraste
Prueba 5. Relación de secantes al 0.2% de zirconio	102,6	5,58	50	19	95
Prueba 6. Relación de secantes al 0.3% de zirconio	98,5	5,52	50	18	96,7
Prueba 7. Relación de secantes al 0.4% de zirconio	87,5	5,5	50	16	93
Prueba 8. Relación de secantes al 0.5% de zirconio	100,4	5,62	50	16	94

4.4.3 Dosificación espesantes en el Vinilo lavable blanco. En la **Tabla 20** se muestran los datos obtenidos de acuerdo a la dosificación de espesante y los resultados para los parámetros a analizar.

Tabla 20. Resultados prueba de espesantes vinilo lavable blanco en experimentación.

	Viscosidad (KU)	Densidad (g/gl)	Tiempo molienda (minutos)	% Relación de contraste	pH
Prueba 1. Según Formula	132,4	4,29	40	96,33	8,99
Prueba 2. 0,5% Espesante.	108,3	5,19	40	95,4	9,08
Prueba 3. 0,68% Espesante.	120,6	5,43	40	96,8	8,4
Prueba 4. 1% Espesante.	No está entre el rango	5,2	40	97,65	8,77
Prueba 5. Según Formula	128,3	4,3	40	96,77	8,93
Prueba 6. 0,5% Espesante.	110,5	5,1	40	96,09	9,05
Prueba 7. 0,68% Espesante.	120,3	5,5	40	96,67	8,46
Prueba 8. 1% Espesante.	No está entre el rango	5,26	40	97,5	8,79

En la **Tabla 21.** , se evidencia el porcentaje de materia volátil para cada uno de los productos finales que arrojaron las características requeridas en la experimentación.

Tabla 21. Porcentaje de materia volátil

Pintura	Prueba 1. % de materia volátil	Prueba 2. % de materia volátil	Promedio % de materia volátil
Esmalte horneable Blanco lámpara	61,8	62,3	62,05
Esmalte anticorrosivo blanco	48,3	51,6	49,95
Vinilo lavable blanco	57,8	58,3	58,05

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

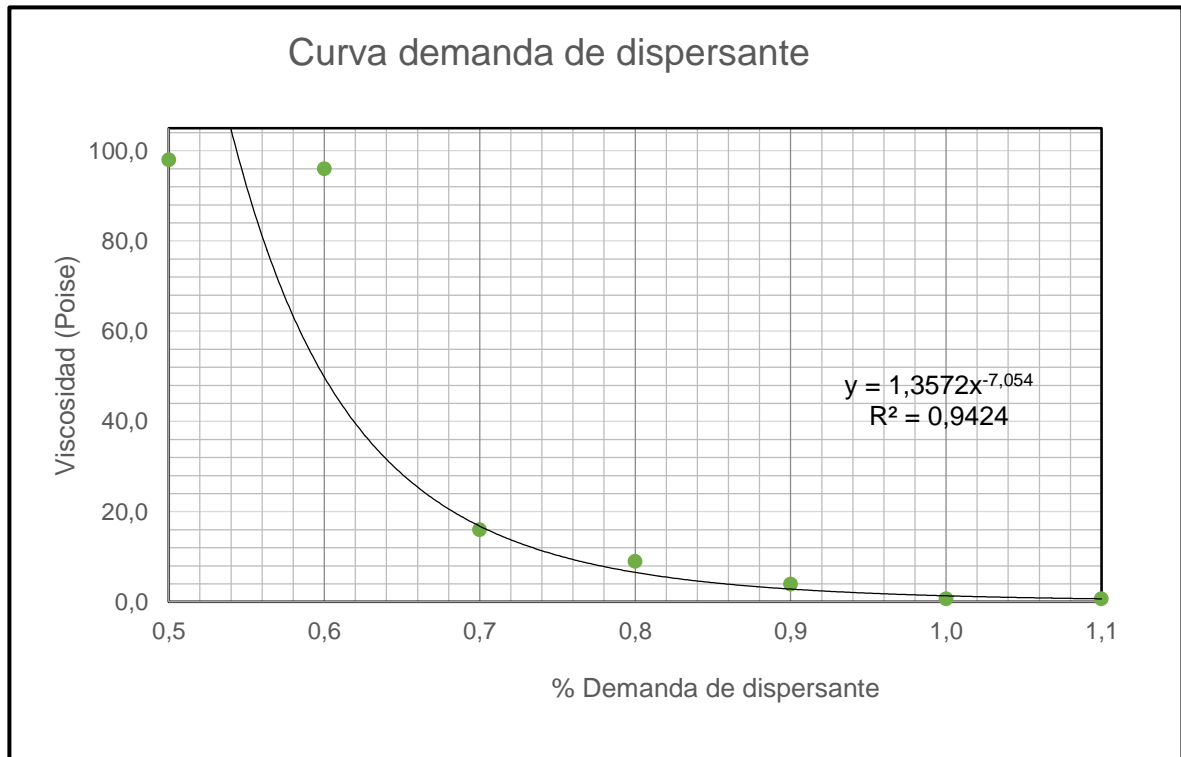
Se descartan los resultados del esmalte blanco lámpara y esmalte anticorrosivo blanco en la pre experimentación pues no cumplen con los rangos de viscosidad estipulados por la norma y los parámetros internos de la empresa. Se aclara que la cantidad de datos para realizar la regresión son de acuerdo al número de pruebas y por ende se escogió la que más se ajustará al modelo físico.

4.5.1 Esmalte horneable blanco lámpara. La fase de dispersión de pigmentos es la más difícil y la que más tiempo y energía consume de todo el proceso de producción de pinturas, esto es debido a las diferencias de las tensiones superficiales de los líquidos (resinas y disolventes) y de los sólidos (pigmentos y cargas); estas deben ser molidas en pequeñas partículas, humectadas y distribuidas de tal forma que sean estables en la mezcla alcanzando así los valores máximos de color, poder cubriente, brillo y resistencia a la intemperie, así como la viscosidad adecuada.

En la humectación del pigmento, es necesario que la tensión superficial del líquido sea menor que la del sólido promoviendo así la distribución de las partículas en el medio. Sin embargo, el dispersante no actúa solamente bajando la tensión superficial de los líquidos, sino que dado a que los grupos afines a los pigmentos se adsorben a la superficial, se altera la superficie limite dando así como resultado la tensión superficial entre el aditivo y el líquido. Los aditivos humectantes y dispersantes bajan la tensión superficial del líquido y la tensión interfacial entre el pigmento y el líquido, con lo que la humectación se promueve por partida doble.

A continuación en las **Gráfica 1** se presenta el comportamiento del dispersante con parámetros de viscosidad, tiempo de molienda y dosificación favorable.

Gráfica 1. Demanda de dispersante para el Esmalte horneable



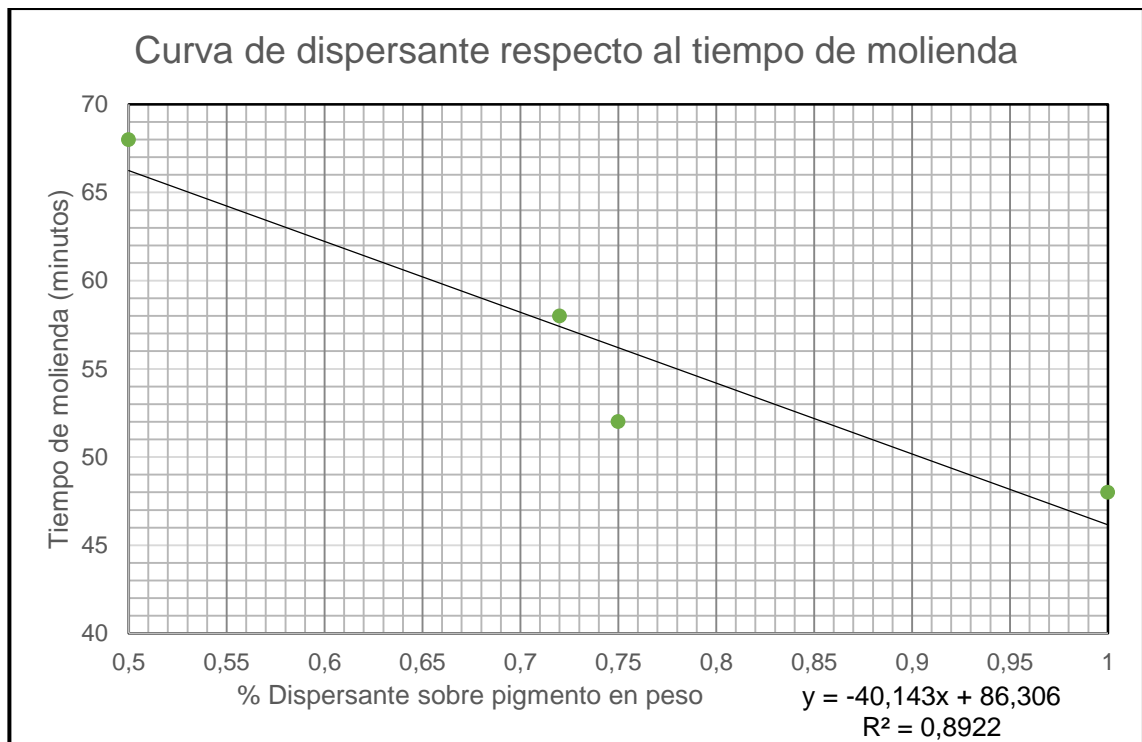
En la **Gráfica 1** , es claro que a medida que se iba aumentando el porcentaje de dispersante la viscosidad iba disminuyendo debido al favorecimiento de la defloculación de los sólidos contenidos en el pigmento, esta viscosidad debe mantenerse conforme a la calidad estipulada por la empresa.

Se evidenció que el punto mínimo que equivale a la viscosidad con el menor valor alcanzada, es el 1% de pigmento en peso pues a partir de este punto, las mediciones de viscosidad no tenían un cambio representativo. Cabe resaltar que no se hizo uso de los solventes totales en la formula, por lo cual no se puede evidenciar un porcentaje totalmente viable para la formulación. Para el comportamiento de este dispersante se puede hacer uso de esta ecuación potencial **Ecuación 17**.

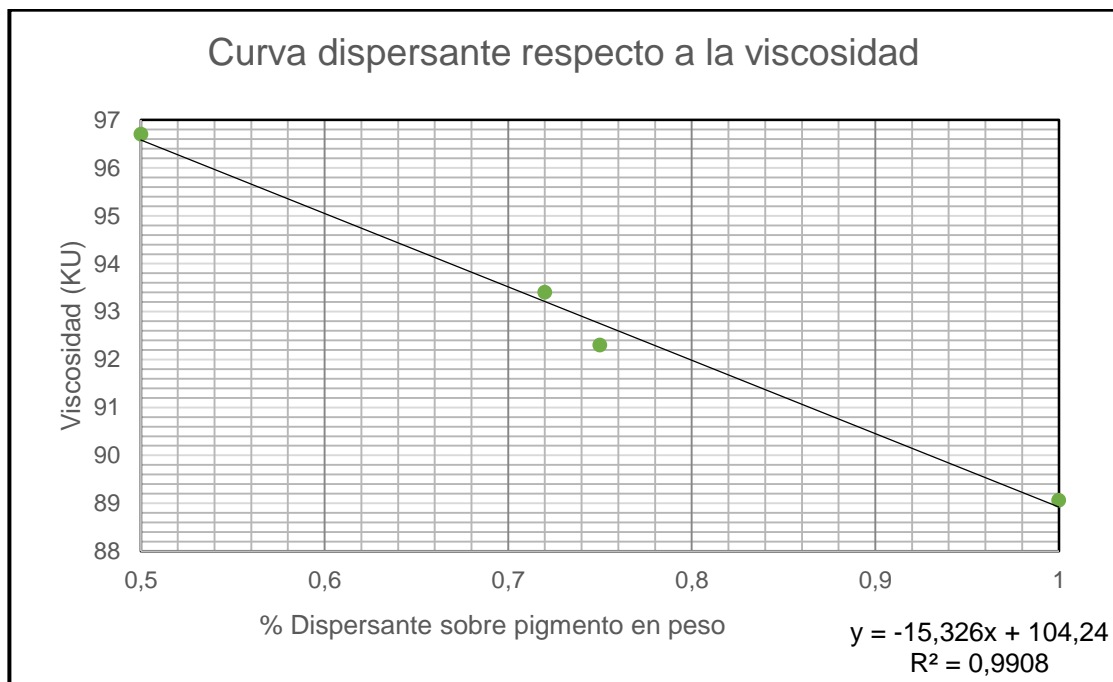
Ecuación 17. Descripción del comportamiento del dispersante en el pigmento.

$$y = 1,3572x^{-7,054}$$

Gráfica 2. Porcentaje de dispersante respecto al tiempo de molienda para el Esmalte horneable blanco lámpara.



Gráfica 3. Porcentaje de dispersante respecto a la viscosidad.



En las gráficas 2 y 3 se observa el comportamiento del dispersante respecto a la viscosidad y al tiempo de molienda en la experimentación, deduciendo que tiene un comportamiento inversamente proporcional que se ve modelado por las siguientes **Ecuaciones 18 y 19** de comportamiento lineal.

Ecuación 18. Descripción del comportamiento del dispersante en el tiempo de molienda.

$$y = -40,143x + 86,3068$$

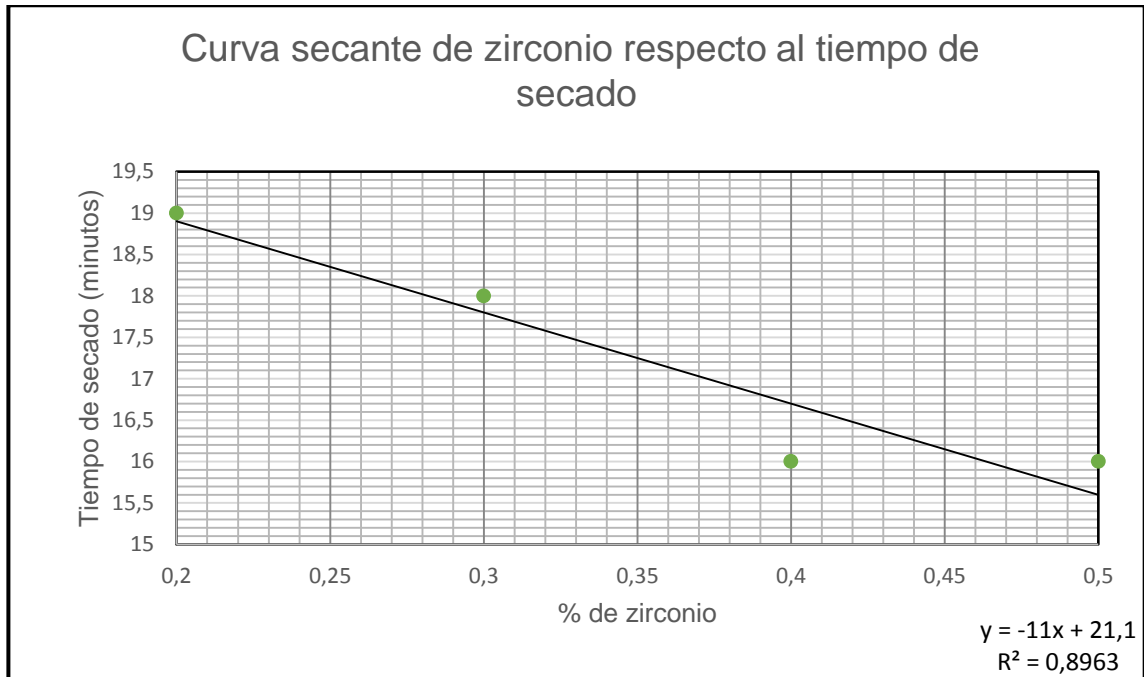
Ecuación 19. Descripción del comportamiento del dispersante en la viscosidad.

$$y = -15,326x + 104,24$$

Con estas pruebas se identificó que la pintura con mayor calidad es la del 0,75% del dispersante sobre el pigmento en peso que al ser comparado con lo estipulado de la norma se disminuye un 31,81% de uso del aditivo, arrojando una descenso de tiempo de molienda del 31,4 % respecto a lo encontrado en el diagnóstico así como una viscosidad adecuada de 92,03 KU que se encuentra en el rango de los parámetros internos del producto.

4.5.2 Esmalte anticorrosivo blanco. Uno de los principales componentes de las pinturas son los agentes secantes, cuya función es reducir en forma notable el tiempo de pinturas de secado al aire; la acción de las sustancias secantes se fundamenta en la transmisión de oxígeno, por lo cual se les da también el nombre de catalizadores.

Gráfica 4. Porcentaje secante de zirconio respecto al tiempo de secado.



En la **Gráfica 4** se evidencia el comportamiento del secante respecto al tiempo de secado del producto que puede ser modelado bajo la siguiente **Ecuación 20**.

Ecuación 20. Descripción del comportamiento del secante en el tiempo de secado

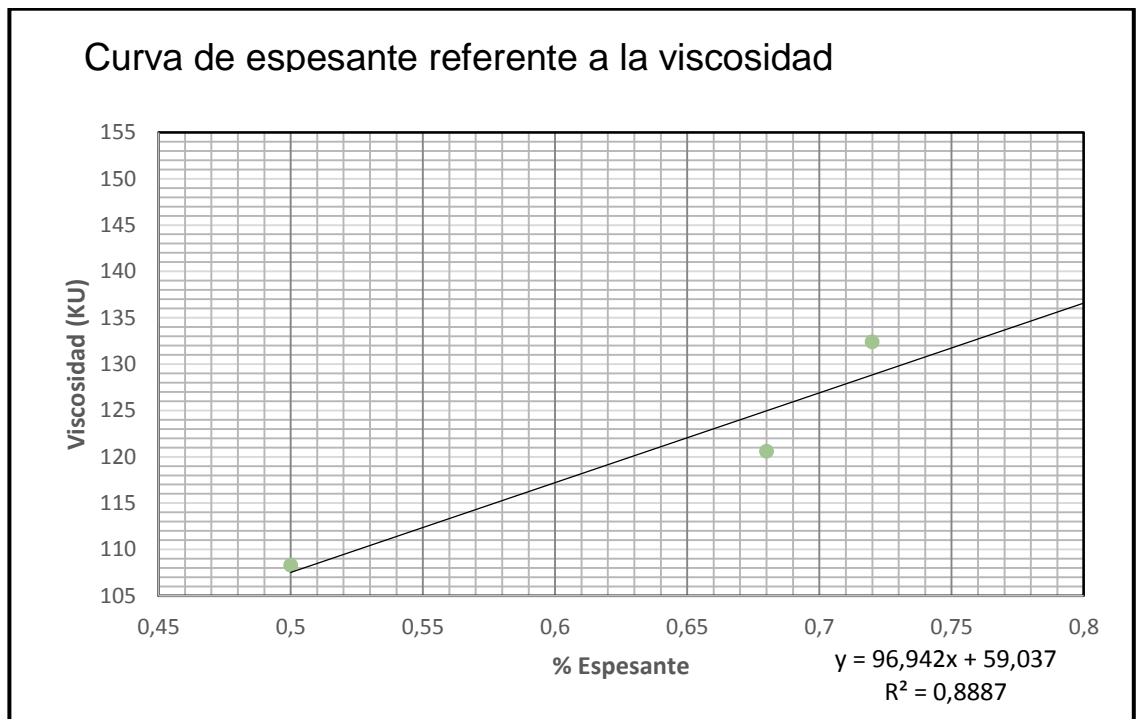
$$y = -11x + 21,1$$

Se realizó la prueba de secamiento que permitió establecer el tiempo de secado dando como mayor opción a la prueba con 0,4 % de zirconio ya que después de esto no se evidencia un cambio de tiempo pero si un costo más elevado; no se observa cambios de color ni fragilidad de la película seca, a diferencia del problema encontrado en el diagnóstico. Se encuentra una disminución del 37,5% del tiempo de secado.

El zirconio es la alternativa más viable de sustitución del plomo debido a su habilidad para formar enlaces coordinados con los grupos hidroxilos y carboxílicos presentes en las resinas o formados durante el proceso de secado; además de presentar ventajas como la flexibilidad que le confiere a la película, la mejora del brillo, color y retención de estos. El aporte más significativo en este punto es la reducción al mínimo la exposición ocupacional a pintura con plomo, ya que tiene efectos toxicológicos para la salud humana.

4.5.3 Vinilo lavable blanco. Los espesantes, cuya función es la de modificadores reológicos son claves en las formulaciones base agua, pues contribuyen al comportamiento reológico, fluidez y estabilidad de las pinturas. Se busca con estos espesantes generar un freno de brochabilidad, una transferencia suficiente de pintura a la brocha y una reducción del salpicado.

Gráfica 5. Porcentaje espesante referente a la viscosidad.



En la gráfica **Gráfica 5**. Se refleja la gráfica de espesante celulósico contra la viscosidad del producto final. En esta se observa una relación proporcional de cantidad de espesante con la viscosidad, que puede ser modelado por la siguiente **Ecuación 21** de tipo lineal.

Ecuación 21. Descripción del comportamiento del espesante en la viscosidad.

$$y = 96,942x + 59,037$$

Los espesantes celulósicos forman una estructura tridimensional, de mayor o menor compacidad, mediante el establecimiento de puentes de hidrógeno. La incorporación de estos productos radica en el medio, pues deben ser neutros o ligeramente ácidos, que permitan una buena dispersión de los mismos, si no se

realiza esto, se puede generar pérdida de la estructura que mantiene la viscosidad del producto; con este espesante se estabilizan las cargas y pigmentos contra una sedimentación.

Dada la formulación de la propuesta, el porcentaje de este espesante no supera el 1% sobre el contenido de sólidos, siendo esto lo adecuado, pues se evita la susceptibilidad al agua, si no hay un control de este fenómeno se ocasiona la pérdida de textura en la pintura viéndose reflejado en la disminución de viscosidad pues debe existir una relación adecuada entre el contenido de sólidos y el espesante para no ocurra un descenso de esta.

Se infiere, que la dosificación del espesante celulósico correcto debe estar en 0.68%, lo cual permite obtener la viscosidad adecuada, pues hay un equilibrio entre las cargas, solvente y espesante, logrando compaginar con la mezcla de las demás materias primas, permitiendo una reducción de 5,55% del uso de espesante en formula.

Teniendo presente el rango de porcentaje de sólidos para los todos los productos el cual se encuentra en el MARCO TEÓRICO sección factores para la formulación, se puede inferir que el porcentaje de solidos es el adecuado para los resultados de los tres productos.

Por último se establece una ficha técnica de los productos ver **ANEXO C.** con los parámetros del producto así como especificaciones tales como: modo de aplicación, preparación de superficie y observaciones ambientales. Esto con el fin de que los clientes entiendan las características del producto a comprar.

5. ESCALAMIENTO A PLANTA

En esta unidad se desarrolla las condiciones operacionales teóricas de la propuesta, así como la definición de las actividades requeridas para que la formulación propuesta pueda ser implementada en la planta de producción.

5.1 DIMENSIONAMIENTO Y CONDICIONES TEÓRICAS

Se realizan las pruebas, a temperatura y presión ambiente; así como no se tiene control de polvo ni de ruido en el proceso de producción. A continuación en el **Cuadro 19**. Se describe la capacidad de los tanques para mezclado utilizado así como la cantidad producción de los lotes.

Cuadro 19. Capacidad y cantidad de producción teórica

Producto	Capacidad tanques usados (galones)	Producción del lote (galones)
Esmalte horneable blanco lámpara	50 y 300	300
Esmalte anticorrosivo blanco	50 y 300	300
Vinilo lavable blanco	240	240

Bajo las premisas del dimensionamiento de los equipos actuales que se describe en el capítulo **DIAGNÓSTICO** se presenta a continuación en los **Cuadros 20 y Tabla 22** se presentan las dimensiones ideales bajo la teoría lo cual permitiría una correcta mezcla de todas las materias primas además de las velocidades periféricas manejadas con estos ajustes

Cuadro 20. Dimensiones propuestas.

Capacidad tanque (gal)	Dimensiones (m)			
	D	a	h	D
300	0,675	0,338	0,675	1.35
50	0,26	0,13	0.26	0.525
240	0,32	0,16	1,20	0,96

Tabla 22. Velocidades periféricas

Capacidad tanque (gal)	D (m)	Rpm	Velocidad periférica (m/s)
300	0,675	1100	28,8
50	0,26	1200	16,33
240	0,32	1100	18,43

Se evidencia como esta nueva distribución tiene un aumento de la velocidad periférica del tanque de 300 galones del 30 %, en el de 50 galones 23% y el de 240 galones sigue constante. Esto se realiza con el fin de evitar el efecto 'donut' que genera inclusión de aire en la mezcla.

5.2 BALANCES DE MASA EN EL PROCESO

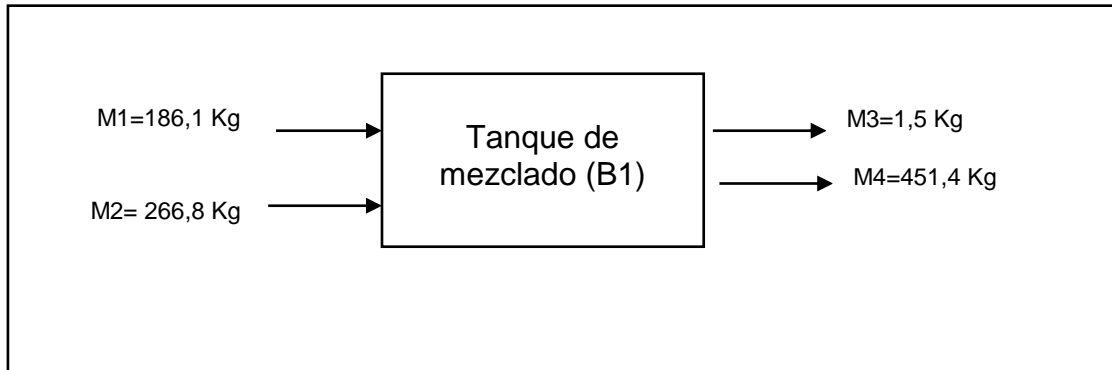
Se realiza únicamente los balances de masa en el proceso pues no hay cambio de temperatura, además no se cuenta con datos específicos acerca de la potencia manejada de los mezcladores y las capacidades caloríficas de las materias primas

5.2.1 Balance de masa para el Esmalte horneable blanco lámpara. Se toma una base de cálculo de 300 galones lo que equivale a 1233 Kg que es un lote de producción diario, para esta formulación se trabaja con los mismos datos del diagnóstico por lo que se tiene en cuenta que al final se producen 298 galones de esmalte horneable. haciendo uso de dos equipos: el primero con capacidad de 50 galones y el otro de 300,

En los **Diagramas 24 , 25 y 26** se presentan los balances para cada equipo, así como las **Ecuaciones 22, 23,24,25 y 26** necesarias para realizar los balances

5.2.1.1 Balance en el tanque de mezclado 1.

Diagrama 24. Balance en el tanque de mezclado de (B1).



Donde:

M1: Resina+ solvente+ aditivo de dispersión

M2: Pigmento

M3: Pérdidas del mezclado (B1).

M4: Producto de mezclado (B1).

Ecuación 22. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M1 + M2 = M3 + M4$$

$$M3 = 1,5 \text{ Kg}$$

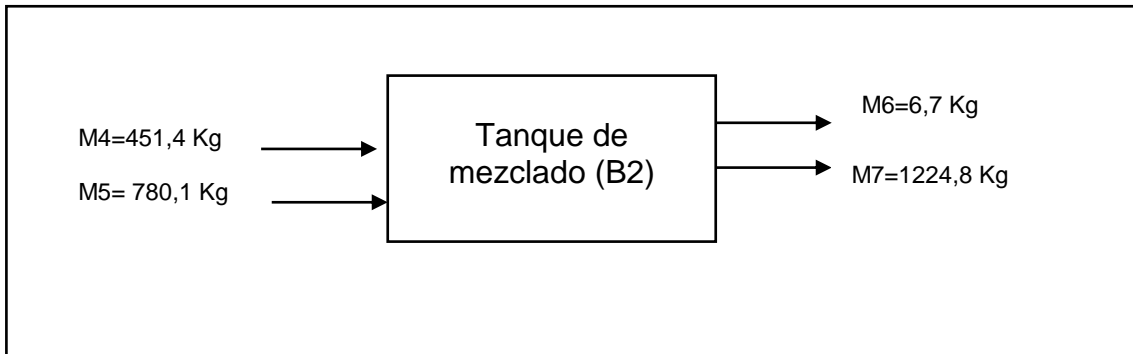
Ecuación 23. Porcentaje de pérdida (M 4)

$$M3 = \left(\frac{(M1 + M2) - M3}{M1 + M2} \right) * 100$$

$$\%M3 = 0.33$$

5.2.1.2 Balance en el tanque de mezclado 2.

Diagrama 25. Balance en el tanque de mezclado de (B2).



Donde:

M4: Producto de mezclado (B1).

M5: Resina+ solvente+ aditivos

M7: Producto de mezclado (B2).

M6: Pérdidas del mezclado (B2).

Ecuación 24. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M4 + M5 = M6 + M7$$

$$M6 = 6,7 Kg$$

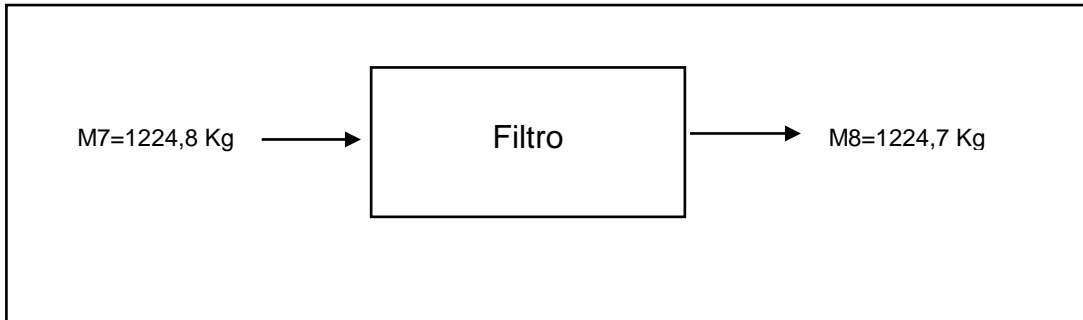
Ecuación 25. Porcentaje de pérdida (M5).

$$\%M6 = \left(\frac{(M4 + M5) - M7}{M4 + M5} \right) * 100$$

$$\%M6 = 0,54$$

En esta operación se utiliza un filtro simple tipo salchicha donde se hace la remoción de impurezas en la pintura.

Diagrama 26.Balance en el filtro.



Dónde:

M7: Producto de mezclado (B2).

M8: Producto final

Ecuación 26.Balance para el proceso de filtración.

$$M7 - \text{peso retenido filtro} = M8$$

$$\text{peso retenido filtro} = 0,001 \text{ Kg}$$

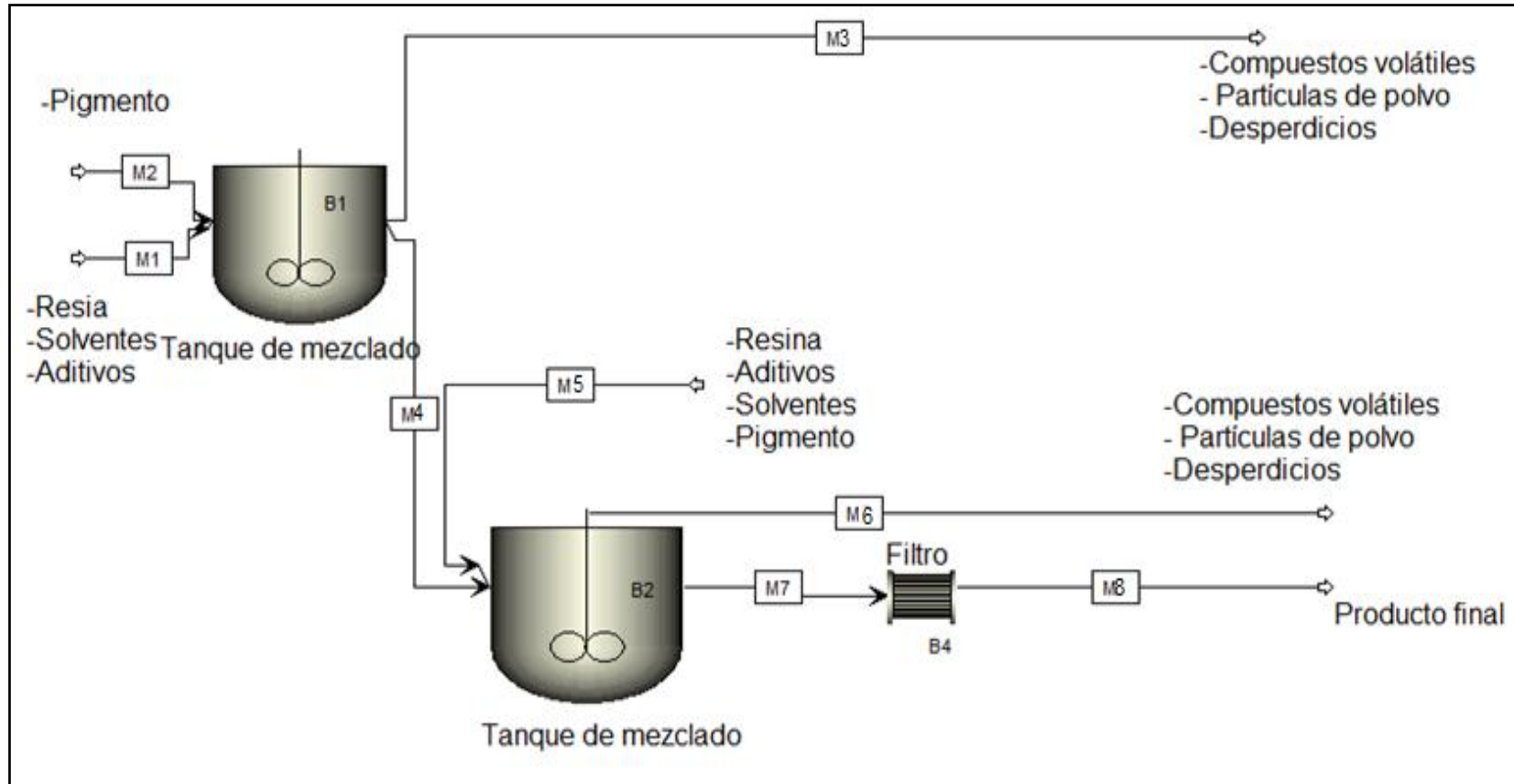
Diagrama 28 representa el **PFD Esmalte horneable blanco lámpara**. Se realizó un process flow diagram (PFD) para mostrar el proceso de producción a nivel planta, si se desea ampliar las especificaciones de composiciones y flujos del proceso

ver

ANEXO

E.

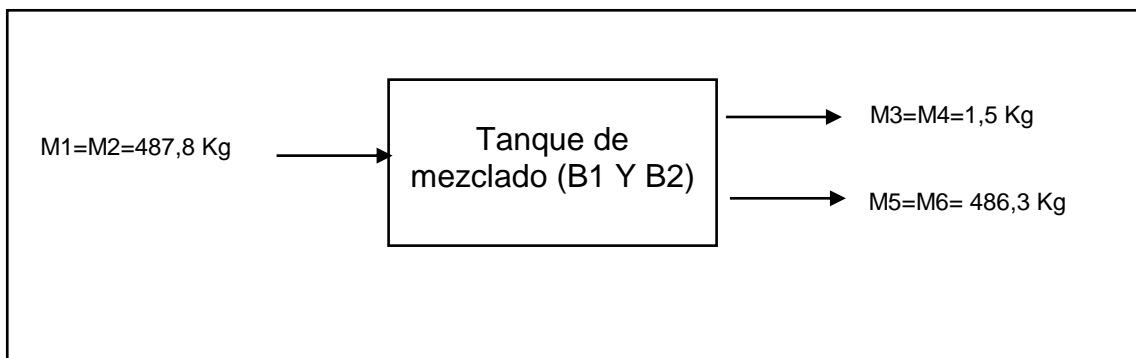
Diagrama 27. PFD del proceso productivo para el Esmalte horneable blanco lámpara.



5.2.2 Balance de masa para el Esmalte anticorrosivo blanco Se toma una base de cálculo de 300 galones lo que equivale a 1615 Kg que es un lote de producción diario, para esta formulación se trabaja con los mismos datos del diagnóstico por lo que se tiene en cuenta que al final se producen 297 galones de esmalte anticorrosivo, haciendo uso de tres equipos los primeros con capacidad de 50 galones y el otro de 300.

5.2.2.1 Balance en los tanques de mezclado 1 y 2. Dado que se tiene los tanques de 50 galones con las mismas corrientes de entrada y salida se unifica en el **Diagrama 28**.

Diagrama 28. Balance en el tanque de mezclado de (B1 y B2).



Donde:

M1 y M2: Resina+ solvente+ aditivo + pigmento + cargas.

M3 y M4: Pérdidas del mezclado (B1 y B2).

M5 y M6: Producto de mezclado (B1y B2)

Las **Ecuaciones 27 y 28** corresponden a los balances y porcentajes en el proceso de fabricación.

Ecuación 27. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M1 = M3 + M5$$

$$M3 = 1,5 Kg$$

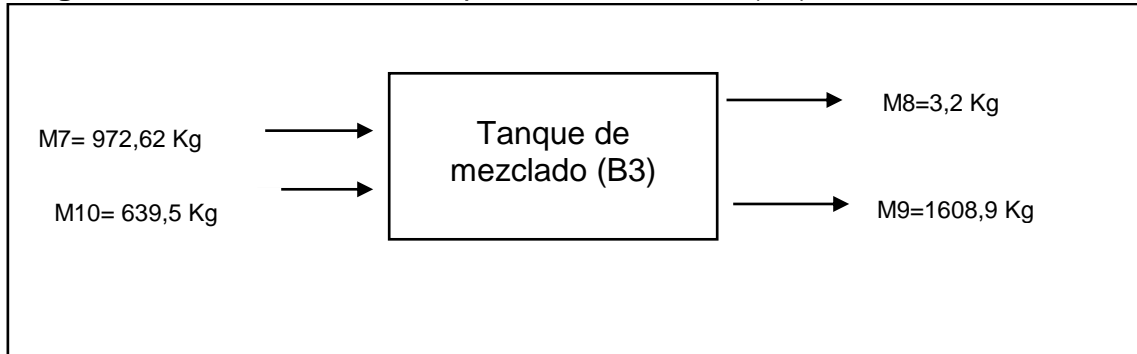
Ecuación 28. Porcentaje de pérdida (M 4).

$$\%M4 = \left(\frac{M1 - M5}{M1} \right) * 100$$

$$\%M4 = 0.3$$

5.2.2.2 Balance en el tanque de mezclado 3. En el **Diagrama 29** se muestra el balance en el tanque de mezclado y en las **Ecuaciones 29 y 30**. Se especifica la manera de determinar los balances y porcentaje.

Diagrama 29. Balance en el tanque de mezclado de (B3).



Donde:

M7: Producto de mezclado (B1y B2)

M8: Pérdidas del mezclado (B3)

M9: Producto de mezclado (B3).

M10: Resina+Solvente+Aditivo

Ecuación 29. Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M7 + M10 = M8 + M9$$

$$M8 = 3,2 \text{ Kg}$$

Ecuación 30. Porcentaje de pérdida (M5).

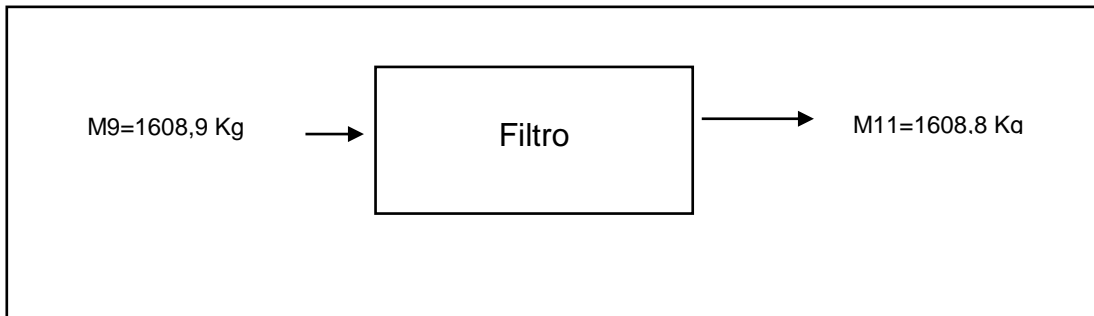
$$\%M8 = \left(\frac{(M7 + M10) - M9}{M7 + M10} \right) * 100$$

$$\%M8 = 0,26$$

5.2.2.3 Balance en el filtro. En esta operación se utiliza un filtro simple tipo salchicha donde se hace la remoción de impurezas en la pintura

El **Diagrama 30** y la **Ecuación 31** presentan respectivamente el balance en el filtro.

Diagrama 30.Balance en el filtro.

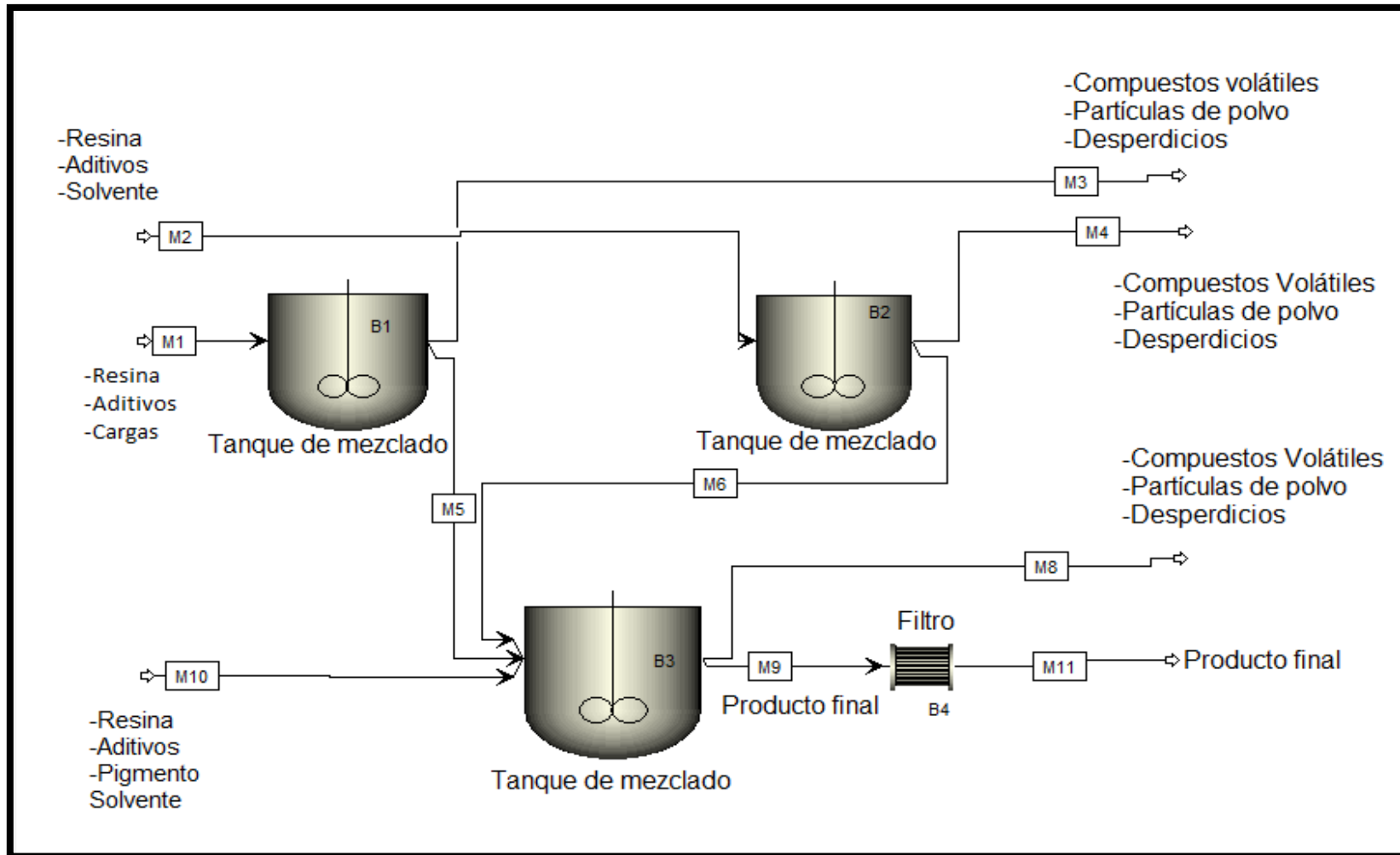


Ecuación 31.Balance para el proceso de filtración.

$$M7 - \text{peso retenido filtro} = M6$$
$$\text{peso retenido filtro} = 0,001 \text{ Kg}$$

El **Diagrama 31** representa el **PFD** para el **Esmalte anticorrosivo blanco** .Se realizó un process flow diagram (PFD) para mostrar el proceso de producción a nivel planta. Si se desea ampliar las especificaciones de composiciones y flujos del proceso ver **ANEXO E**

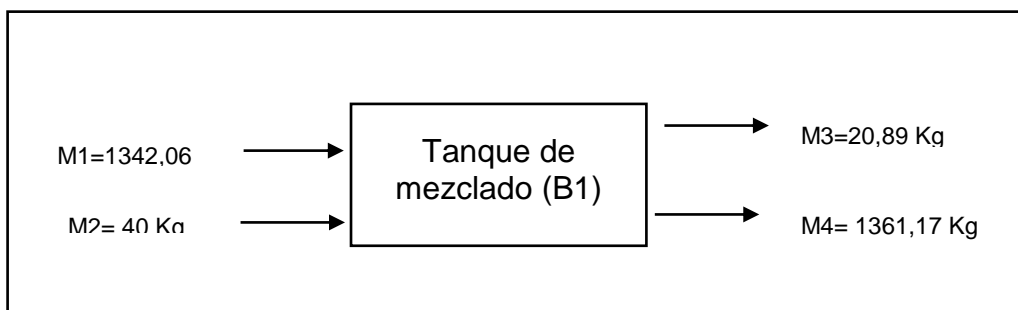
Diagrama 31. PFD del proceso productivo para el Esmalte anticorrosivo blanco.



5.2.3 Balance de masa para el Vinilo lavable blanco .Se toma una base de cálculo de 240 galones lo que equivale a 1342 Kg que es un lote de producción diario, para esta formulación se trabaja con los mismos datos del diagnóstico por lo que se tiene en cuenta que al final se producen 243,5 galones, para esta formulación se hace uso de solo un equipo el de 240 galones.

5.2.3.1 Balance en el tanque de mezclado.En el **Diagramas 32** y las **Ecuaciones 32** y **33** se muestran los balances para el tanque.

Diagrama 32.Balance en el tanque de mezclado de (B1).



Donde:

M1: Agua+ aditivo + pigmento + cargas.

M2: Agua

M3: Pérdidas del mezclado (B1).

M4: Producto de mezclado.

Ecuación 32.Balance de masa del tanque de mezclado de (B1).

$$M1 + M2 = M3 + M4$$

$$M3 = 20,8 \text{ Kg}$$

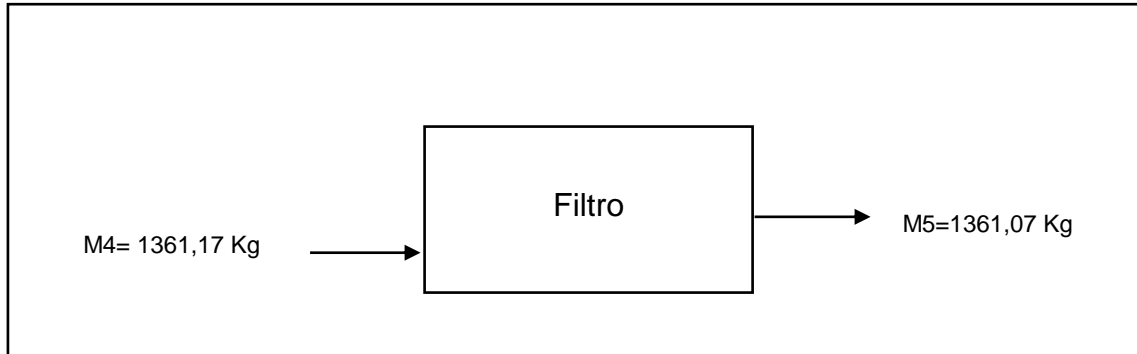
Ecuación 33.Porcentaje de pérdida (M 4).

$$\%M3 = \left(\frac{M1 + M2 - M4}{M1 + M2} \right) * 100$$

$$\% M3 = 1,42$$

5.2.3.2 Balance en el filtro. Para el balance en el filtro se muestran en el **Diagrama 33** y **Ecuación 34** respectivamente. En esta operación se utiliza un filtro simple tipo salchicha donde se hace la remoción de impurezas en la pintura.

Diagrama 33. Balance en el filtro.



Dónde:

M4: Producto de mezclado (B13).

M5: Producto final

Ecuación 34. Balance para el proceso de filtración.

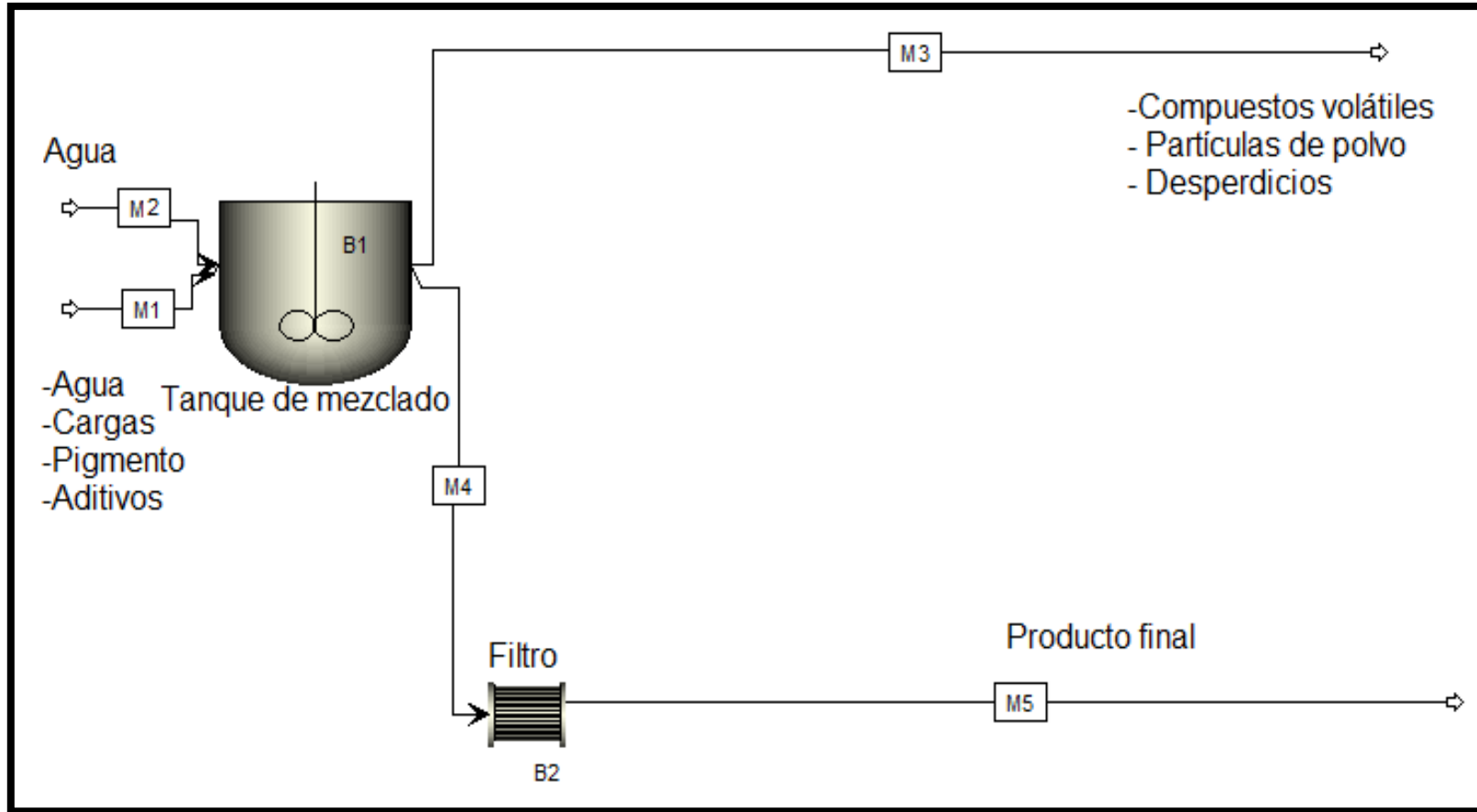
$$M4 - \text{peso retenido filtro} = M5$$

$$\text{peso retenido filtro} = 0,0010 \text{ Kg}$$

DIAGRAMA PFD Vinilo lavable blanco .Se realizó un process flow diagram (PFD) para mostrar el proceso de producción a nivel planta el cual se presenta en el **Diagrama 34**. Si se desea ampliar las especificaciones de composiciones y flujos del proceso ver **ANEXO F**.

Se observa que el porcentaje de pérdidas de la propuesta es mayor debido a que se realizó un seguimiento de los lotes producidos con la nueva fórmula y arrojó que la cantidad de desperdicios es mayor a lo estipulado en el diagnóstico, además el vinilo lavable blanco arroja un porcentaje elevado que los otros productos dado a su alta carga mineral.

Diagrama 34.PFD del proceso productivo para el Vinilo lavable blanco.



6. ANÁLISIS DE COSTOS

Para determinar cuan beneficioso es la propuesta en la parte de producción, el análisis de costos, es una herramienta que permite cuantificar el ahorro y aporte económico a la empresa por parte de la propuesta planteada. Es por ello, que en este capítulo se presentan el comparativo de los costos en que incurren la empresa en la producción de los productos evaluados y los costos de producción de la propuesta por galón y lo que implica para la empresa en términos monetarios, realizar esta. Es importante aclarar que la cantidad elaborada de los diferentes productos, varía cada mes, según los pedidos de los clientes, por esta razón los costos son estimados teniendo en cuenta el promedio de galones producidos en un mes.

6.1 COSTOS DIRECTOS.

Hacen parte de los costos directos de fabricación los costos de materia prima, mano de obra y Costos indirectos de fabricación (carga fabril).

Para la determinación del costo total de producción se hace la suma de los tres valores mencionados.

6.1.1 Costos de materias primas o materiales

6.1.1.1 Costo materias primas para el Esmalte horneable. Para este producto, los costos de las materias primas implementadas en la producción para un lote de 300 galones, tomando este como base de cálculo, se muestran en el **Cuadro 21**.

Cuadro 21. Comparación del costo materia prima para el esmalte horneable.

	Costo de materia prima por galón
Empresa	\$ 22.965,56
Propuesta	\$ 21.236,79
Reducción	\$1.728,77

Comparando los valores, del costo de materia prima por galón de pintura, tanto para la fórmula de la empresa como la fórmula de la propuesta, se evidencia que hay una reducción del 8%, lo que en cifras se expresa como \$1.728,77. Aunque la disminución de costos no tiene un valor económico tan relevante teniendo en

cuenta el valor de diferencia, esto si implica que hay una disminución en la cantidad de materias primas utilizadas.

6.1.1.2 Costo materias primas para el Anticorrosivo blanco. Para este producto, los costos de las materias primas implementadas en la producción de 300 galones, se muestran en el **Cuadro 22**.

Cuadro 22.Comparación del costo materia prima para el anticorrosivo blanco.

	Costo de materia prima por galón
Empresa	\$ 17.820.57
Propuesta	\$ 16.825,43
Reducción	\$ 620,14

Para este tipo de producto, la reducción de costos en las materias primas por galón producido es del 4%, lo que en cifras es de \$620.14, esta disminución se debe al reemplazo que se hizo en la fórmula del octoato de plomo por octoato de zirconio. Al efectuar la sustitución de dicho material, no se logra disminuir el costo más del 4%, pues el octoato de zirconio tiene mayor valor adquisitivo, pero esa sustitución a largo plazo beneficiaría a la empresa, dado que estaría ayudando a la disminución de este metal en el ambiente.

6.1.1.3 Costo materias primas para el Vinilo lavable blanco .Para este producto, los costos de las materias primas implementadas en la producción, para un lote de 300 galones, se muestran en el **Cuadro 23**.

Cuadro 23.Comparación del costo materia prima para el vinilo lavable blanco.

	Costo de materia prima por galón
Empresa	\$ 12.345
Propuesta	\$ 12.250
Reducción	\$ 94,96

La disminución de costos por galón para las materias primas es de \$ 94.96, realizando la comparación de costos de la empresa con la propuesta, la disminución es del 1%, representando una disminución en estos costos.

6.1.2 Costos mano de obra .Con base en la información de la empresa, una persona debe trabajar 48 horas semanales²⁰ lo que indica que la persona trabaja alrededor de 202 horas al mes, teniendo en cuenta que hay seis personas encargadas de la parte de fabricación y control de calidad, en el mes se trabajan un total de 1212 horas.

Adicional se conoce que en promedio fabricando 10 productos diferentes. Los costos totales de mano de obra incluyen salario mínimo vigente y prestaciones sociales, las cuales se presentan en el **Cuadro 24**²¹. Considerando lo anterior el costo en el mes es de \$11.868,84, este valor es proporcionado por la empresa y se estima para los tres productos según formula de la empresa.

Cuadro 24.Componentes del salario mínimo legal año 2016.

	Valor
Parafiscales	
Prestaciones sociales	
Salud	\$ 86.100,00
Pensión	\$ 110.200,00
Riesgo profesional	\$ 30.000,00
Caja compensación familiar	\$ 62.000,00
Prestaciones del empleador	
Cesantías	\$ 63.930,00
Intereses a las cesantías	\$ 7.672,00
Prima de servicio	\$ 63.930,00
Auxilio de transporte	\$ 77.700,00
Salario mínimo	\$ 689.454,00

Para realizar el análisis se tiene en cuenta los galones producidos mensualmente, con esto se determina la mano de obra, con base a la nómina que se debe pagar para la fabricación de cada uno de los productos. En la **Tabla 23**, se presenta el costo de mano de obra y los galones producidos para cada producto.

²⁰ MINISTERIO DEL TRABAJO, <http://www.mintrabajo.gov.co/preguntas-frecuentes/jornada-de-trabajo.html>

²¹ MINISTERIO DE TRABAJO, <http://www.mintrabajo.gov.co/>

Tabla 23.Costo mano de obra para los productos

Costo mano de obra para los productos		
	Galones producidos al mes.	Costo mano de obra.
Esmalte horneable blanco lámpara	598,25	\$2.402,51
Esmalte anticorrosivo blanco	334,5	\$4.300,45
Vinilo lavable blanco	243,5	\$5.907,60

6.1.3 Costos indirectos o carga fabril. Los costos indirectos, para la producción de los tres productos es la misma. Con base en la determinación que realiza la empresa dado que el valor que realizan es la suma de la mano de obra indirecta, servicios públicos y depreciación de la maquinaria que interfiere en el proceso de producción.

Con base en los registros de producción se determina en promedio mensualmente se fabrican 10 productos diferentes. Con base en esto y conociendo el costo total producido en un mes, se halla este valor.

Costo Fabril por galón= \$ 493,23

6.2 COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN

Con base en los cálculos de los costos directos (materia prima, mano de obra y costo fabril), se realiza la sumatoria de estos para determinar el costo de producción según fórmula de la empresa y la propuesta.

6.2.1 Costo de producción para el Esmalte horneable blanco lámpara. El costo de producción por galón, según la fórmula de la empresa y la propuesta para el esmalte horneable blanco, se presenta en la **Tabla 24**.

Tabla 24.Costo de producción para el Esmalte horneable blanco lámpara.

Costo de producción Esmalte horneable blanco lámpara		
	Costos sistema actual (Galón)	Costos propuesta (Galón)
Materia Prima	\$22.965,56	\$21.236,79
Mano de obra	\$2.404,51	\$2.404,51
Carga fabril	\$109,61	\$109,61
Costo total de producción(galón)	\$25.479,68	\$23.750,91

Comparando los valores obtenidos del costo de producción en la **Tabla 24**, se aprecia que el costo de producción disminuye en un 6,8% por galón producido. Esta reducción de costos se ve representada en cuanto al costo de Materia prima pues hay una reducción de 7,5% específicamente por la dosificación del dispersante en fórmula; lo cual representa que la empresa disminuya la dosificación y compra de materia prima, reduciendo la cantidad de horas para elaborar este producto, lo que permitiría invertir este tiempo en realizar otro producto o utilizarlo para realizar más cantidad de lotes de los productos fabricados

6.2.1.1 Costo de producción para el Anticorrosivo blanco Los costos de producción de la empresa se presentan en la **Tabla 25** y haciendo un contraste de los datos obtenidos, se infiere la reducción es de un 4,5%. En cuanto a la mano de Obra no hay reducción pues el análisis no se realizó en la disminución de tiempo de alguna operación dentro del proceso. El planteamiento de la propuesta consiste en el remplazo de secantes, ya que uno de estos es el plomo, esta variación representa una disminución en el costo de materias primas de 4%.

Tabla 25. Costo de producción para el Anticorrosivo blanco

Costo de producción Anticorrosivo blanco		
	Costos sistema actual (Galón)	Costos propuesta (Galón)
Materia Prima	\$17.820,57	\$16.825,43
Mano de obra	\$4.300,45	\$4.300,45
Carga fabril	\$109,61	\$109,61
Costo total de producción(galón)	\$22.230,63	\$21.235,49

6.2.1.2 Costo de producción para el Vinilo lavable blanco. Efectuando una comparación de los valores donde se presentan los costos de producción según la empresa y propuesta expuestos en la **Tabla 26**, hay una reducción en Materia prima lo cual representa una reducción en el Costo de producción por galón el cual es de 1%.

Tabla 26. Costo de producción para el Vinilo lavable blanco.

Costo de producción Vinilo lavable blanco		
	Costos sistema actual (Galón)	Costos propuesta (Galón)
Mano de obra	\$12.307,29	\$12.250,04
Carga fabril	\$5.907,60	\$5.273,94
Carga fabril	\$493,23	\$493,23
Costo total de producción(galón)	\$18.708,12	\$18.017,22

7. CONCLUSIONES

- Realizando el diagnóstico se logró encontrar las variables críticas en el proceso de producción, las cuales fueron viscosidad y tiempo de secado, lo que permitió identificar las desviaciones de materias primas y volumen de producción, las cuales se encontraban en conjunto en un rango de 1-31%. Adicionalmente se determinaron los factores que condicionaban y retrasaban el proceso de producción, los cuales son la adición no controlada de materias primas, discrepancia en unidades en la fórmula y el dimensionamiento de los tanques de agitación.
- Se encontró que la dosificación adecuada para el dispersante en el esmalte horneable blanco lámpara es de 0,75 % con respecto al peso del pigmento, del secante para el esmalte anticorrosivo es de 0,2% en el peso de la fórmula total y del espesante celulósico para el vinilo lavable blanco es de 0,68 % en base al peso de la fórmula total; cada uno de estos aportan a las propiedades de viscosidad, secado y cubrimiento establecidos por la norma técnica colombiana.
- Se evidenció que el parámetro que controlaba la viscosidad en el proceso de fabricación del esmalte horneable blanco lámpara era la dispersión, por lo cual se ajustó la dosificación del dispersante para la disminución del tiempo, lo que generó reducción de materia prima de 7,5%.
- En el caso del anticorrosivo blanco la sustitución del octoato de plomo y la estandarización de la fórmula generó la reducción del 4,5% en los costos de materia prima.
- Para el vinilo lavable blanco se eligió la dosificación ideal del espesante celulósico, sin afectar el pH, mejorando la viscosidad y apariencia del producto final según los parámetros de la norma técnica colombiana; de esta manera se disminuye en un 1% el costo de materia prima.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar un seguimiento de parámetros de calidad como: brillo, adherencia, estabilidad para todas las líneas de producción con el fin de estandarizar los procesos de toda la planta.
- Controlar las condiciones de operación como temperatura, ráfagas de viento y partículas en suspensión para lograr un mejor escenario en producción sin interferencias ambientales.
- Ejecutar un control minucioso del tiempo invertido en cada una de las etapas del proceso, para que la cuantificación de horas hombre sean más exactas.
- Desarrollar la propuesta a nivel planta para comparar los resultados obtenidos con la empresa y así verificar el aporte de la propuesta.

BIBLIOGRAFIA

ALDANA CIFUENTES, José. Optimización de la planta de pinturas Picasso y Cruz Ltda. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Bogotá D. C.: Fundación Universidad de América. Facultad Ingeniería Química.1993.

BENTELY, J y TURNES, G. Química y tecnología de pinturas y revestimientos. Madrid: A. Madrid Vicente ediciones, 1998.

CARBONELL CALVO, Jordi. Pinturas y recubrimientos, introducción a su tecnología. España: Ediciones Díaz de Santos, 2009.

_____ Pintura y Barnices, tecnología básica. España: Ediciones Díaz de Santos, 2014.

GIANCOLI, Douglas. Física principios con aplicaciones. México: Pearson educación, 2006.

GIUDICE, Carlos y PEREYRA Andrea. Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Componentes, Formulación, Manufactura y Control de Calidad. Buenos Aires: Edutecne editorial, 2009.

GONZALEZ, Gabriel. Resinas ULTRACRYL una mirada técnica a la fabricación de pinturas arquitectónicas base agua. La estrella, 2006.

HOCHBERG Anette y KÖPKE Christine, Reichel Enlucidos, revocos, pinturas y revestimientos: Detalles, productos y ejemplos. Editorial Gustavo Grill, 2007.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486.Bogotá D.C, ICONTEC 23 de 07 de 2008,41 p.

_____ Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C, ICONTEC 23 de 07 de 2008,38 p.

_____ Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. Bogotá D.C, ICONTEC 28 de 10 de 1998,27 p.

PUENTES, Natalia y RODRÍGUEZ GARCIA, Carolina. Desarrollo de la reingeniería a nivel básico en Pinturas Imperio, referentes a materias primas, maquinas, procesos y control de calidad. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Bogotá D. C.: Fundación Universidad de América. Facultad Ingeniería Química.2007

ROJAS HENAO, Camilo Alberto. Evaluación de la viabilidad técnico financiera de producción de pintura electrostática en polvo en la empresa Khera Technologies LTDA. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Bogotá D. C.: Fundación Universidad de América. Facultad Ingeniería Química.2015.

SCHWEIGGER, Enrique. Manual de pintura y recubrimientos plásticos. España: Ediciones Díaz de Santos, 2005.

VARGAS ORDOÑEZ, Cristian Eduardo. Desarrollo de una propuesta para la ampliación y mejoramiento de los procesos productivos en la fábrica de pinturas Pintuflex Ltda. En: Virtual pro.2008, vol. 10 no.2, p. 50-56.

ANEXOS

ANEXO A. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1283: Pinturas. Esmaltes sintéticos de secamiento al aire.

Objetivo: Establece los requisitos que deben cumplir los esmaltes sintéticos de secamiento al aire, empleados para recubrir superficies interiores y exteriores con fines de protección decoración o funcionales.

Clasificación: Los esmaltes sintéticos de secamiento al aire se clasifican así:

Tipo 1: Para uso interior y/o exterior.

Tipo 2: Para uso únicamente en interiores.

Requisitos generales: Los esmaltes sintéticos de secamiento al aire, en sus envases llenos y sin abrir, en condiciones adecuadas de almacenamiento deberán mantenerse homogéneas, no deberán endurecerse ni espesarse, ni formar sedimentos duros, ni formar nata y el cambio en la viscosidad no debe ser mayor a 10UK o corros el envase, en el lapso mínimo de un año contando a partir de la fecha de fabricación. Si se presenta algún sedimento, este se dispersara fácilmente por agitación manual con espátula. Como alternativa se puede emplear el método de estabilidad acelerada.

Requisitos específicos: Los esmaltes sintéticos de secamiento al aire, deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 1.

Tabla de requisitos para los esmaltes sintéticos de secamiento al aire.

Requisitos	Tipo 1	Tipo 2
Viscosidad a 25°C, unidades Krebs máx.	90	90
Finura de dispersión, unidades Hegman, min.	6.5	6.5
-Brillante y alto brillo		
-Semibrillante	5	5
-Mate y semimate	3	3
Contenido de sólidos por volumen, %(v/v), min.	35%	32%
Tiempo de secamiento en h, espesor de película seca: 25µm ±2 µm		

-Al manejo, máx.	8	6
-Para repintar, min.	12	12
Brillo especular a 60°		
-Alto Brillo	≥85	≥85
-Brillante	≥70	≥70
Semibrillante	30-70	30-70
-Semimate	10-30	10-30
-Mate	<10	<10

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1651: Pinturas. Imprimantes anticorrosivos con vehículo alquídico

Objetivo: Establece los requisitos que deben cumplir los imprimantes anticorrosivos, elaborados con resina alquídica como vehículo y pigmentos inhibidores de corrosión diferentes del minio, solos o combinados entre sí los cuales se emplean como primera capa para el recubrimiento de superficies metálicas, a las que posteriormente deberá aplicarse una capa de acabado con una base a fin y serán acondicionadas previamente y expuestas a los ambientes No. 3 y No. 4.

Para los efectos de esta norma se establece lo siguiente:

Ambiente No. 1: Las pinturas se encuentran expuestas a las más severas condiciones, causadas por la acción de productos químicos muy fuertes, sus vapores o el condensado de los mismos, por inmersión en productos químicos diluidos o por rociado continuo con soluciones salinas.

Ambiente No. 2: Las pinturas se encuentran expuestas a la acción de productos químicos en condiciones moderadas hasta fuertes, el rociado intermitente con soluciones salinas o a exposiciones a la intemperie, sola o en condiciones con el tanque de humos industriales.

Ambiente No. 3 Las pinturas, se encuentran expuestas a condiciones de severidad intermedia causadas por la acción de humos industriales solamente no posible ataque de productos químicos, combinados con humos industriales e intemperie (con o sin condensación de humos).

Ambiente No. 4 Las pinturas se encuentran expuestas a condiciones comunes tales como ambientes industriales, intemperie y atmosféricas típicas de grandes ciudades.

Tipo 1: Vehículo formado por resina alquídica utilizada en ambiente expuesto a condiciones de severidad intermedia causadas por la acción de humos industriales

Tipo 2: Vehículo formado por resina alquídica utilizada en ambiente común industrial y al intemperie.

Tabla de especificaciones para los imprimantes anticorrosivos con vehículo alquídico.

Requisitos	Tipo 1	Tipo 2
Finura de dispersión, en U.Hegman, min.	4	4
Tiempo de secado a 25°C ±1°C en horas, máx. Al tacto	4	4

Al manejo	8	8
Para repintar	24	24
Adherencia, en porcentaje mínimo	90	90
Temperatura máx. de servicio en seco, °c	100	60
Flexibilidad en mm, min	3.17	3.17
Contenido solidos %(v/v), min	42.9	35

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4818: Determinación del contenido de compuestos volátiles en recubrimiento.

Objetivo: La presente norma describe un procedimiento para la determinación del contenido porcentual en masa de compuestos volátiles en recubrimientos base solvente y base agua. Los especímenes de ensayo se calientan a 110°C ±5°C durante 60 min.

Paso de ensayo

1. Usando una jeringa, se pesa el espécimen de ensayo con una aproximación de 0.1 g, de acuerdo a lo siguiente:

% esperado de no volátiles	% esperado de volátiles	Peso de espécimen, g
60% o más	40% o menos	0.3±0.1
Menos del 60%	Más del 40%	0.5±0.1

2. El espécimen se vierte en un plato tarado (W_1) al cual se ha agregado 3ml ± 1ml de solvente adecuado. Se agrega el espécimen por gotas, agitando (en remolino) el plato, para dispersar el espécimen completamente en el solvente. Si el material forma grumos que no se puedan dispersar, se descarta el espécimen y se prepara uno nuevo.
3. Se calientan los platos aluminio que contienen los especímenes dispersos, en el horno con corriente de aire forzada durante 60 min a 110°C ±5°C.
4. Se retiran los platos del horno, se colocan inmediatamente en un desecador, se deja enfriar a temperatura ambiente y se pesa.
5. Cálculos, para determinar el porcentaje de material volátil V , en el recubrimiento líquido.

$$V_A = 100 - \left[\left(\frac{W_2 - W_1}{S_A} \right) \times 100 \right]$$

Dónde:

V_A = % de compuestos volátiles (Primera determinación)

W_1 = peso del disco

W_2 = peso del disco más peso del espécimen después del calentamiento

S_A = peso del espé

**NORMA TÉCNICA
COLOMBIANA**

**NTC
1335**

2015-03-18

PINTURAS AL AGUA TIPO EMULSIÓN



E: EMULSION-TYPE WATER BASED PAINTS

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: pintura - pintura al agua; pintura -
pintura tipo emulsión.

I.C.S.: 87.040.00

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Quinta actualización
Editada 2015-03-25

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 1335 (Quinta actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2015-03-18.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 78 Pinturas y productos afines.

ACTR	MOMENTIVE QUÍMICA S.A. - PINTURAS
ALFAGRES S.A.	ALGRECO
ANDERCOL	PHILAAC LTDA.
AQUATERRA S.A.	PINTUBLER DE COLOMBIA S.A.
CAMACOL	PINTUFLEX LTDA
COLORQUÍMICA	PINTURAS DUROCOLOR
COMPAÑÍA GLOBAL DE PINTURAS -	PINTURAS EVERY
PINTUCO-	PINTURAS NOVAFLEX
CORONA S.A.S.	PINTURAS SUPER LTDA.
EASTMAN - MATHIESEN COLOMBIA S.A.S.	PINTURAS TITO PABÓN
ETERNIT COLOMBIA	PINTURAS TONNER
GMP ENNIS	PREFLEX S.A.
HABA MADRINA	QUÍMICOS VERMONT
INVESA S.A. -SAPOLÍN-	RECOL
JUAN CORROSIÓN	REPRESENTACIONES CONSTRUCTIVAS
LANZETTA RENGIFO	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE -
MATHIESEN COLOMBIA S.A.S.	SENA-
MINERALES INDUSTRIALES S.A.	SHERWIN WILLIAMS COLOMBIA S.A.S.
MINISTERIO DE AMBIENTE Y	SYGLA COLOMBIA LTDA.
DESARROLLO SOSTENIBLE	

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

1ACABADOS	BASF QUÍMICA COLOMBIANA S.A.
ABCDE - MARPAV LTDA.	CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN
ACOPLÁSTICOS	MÁS LIMPIA

COLPINTURAS
CREA LTDA.
DISPERCHEM LTDA.
GMP PRODUCTOS QUÍMICOS S.A.
LUMOS LTDA.
PINTULACHER DE COLOMBIA
PINTUNAL S.A.
PINTURAS MULTITONOS LTDA.
PINTURAS TERINSA
PQUIM LTDA.
PROCOQUINAL LTDA.
PRODUCCIONES GENERALES S.A. -
PROGEN-
PRODUCCIONES QUÍMICAS S.A.

PRODUCTOS RK S.A.
PROFESIONAL INDEPENDIENTE - LUIS
FERNANDO MEDINA
QUIDISCOL LTDA.
RECOLQUIM S.A.
REVESTIMIENTOS DE COLOMBIA -
RECOL LTDA.-
SIKA COLOMBIA S.A.
SOCINTER S.A.
SUMICOLOR S.A.
TINPES S.A.
TPD INGENIERÍA S.A.
UNIPINTURAS LTDA.

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

CONTENIDO

	Página
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN	4
3.1 DEFINICIONES	4
3.2 CLASIFICACIÓN	5
4. REQUISITOS GENERALES	5
5. REQUISITOS ESPECÍFICOS	6
6. TOMA DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN DEL PRODUCTO	7
6.1 TOMA DE MUESTRAS	7
6.2 ACEPTACIÓN O RECHAZO	7
7. MÉTODOS DE ENSAYO	8
7.1 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD	8
7.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS EN VOLUMEN	8
7.3 DETERMINACIÓN DE LA FINURA DE DISPERSIÓN	8
7.4 DETERMINACIÓN DE PODER DE CUBRIMIENTO	8
7.5 DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE SECAMIENTO	8
7.6 DETERMINACIÓN DEL BRILLO ESPECULAR	8
7.7 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN HÚMEDA	8

	Página
7.8 DETERMINACIÓN DE REMOCIÓN DE MANCHAS	8
7.9 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL AGUA Y A LOS ÁLCALIS.....	8
7.10 DETERMINACIÓN DE CUARTEAMIENTO A ALTO ESPESOR	9
7.11 DETERMINACIÓN DEL ENTIZAMIENTO.....	9
7.12 DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD ACELERADA.....	9
8. ENVASE Y ROTULADO	9
8.1 ENVASE	9
8.2 ROTULADO	9
 TABLAS	
Tabla 1. Clasificación según el nivel de brillo	5
Tabla 2. Requisitos generales de las pinturas al agua tipo emulsión.....	6
Tabla 3. Requisitos específicos para pinturas al agua tipo emulsión	6

PINTURAS AL AGUA TIPO EMULSIÓN

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir las pinturas al agua tipo emulsión (blancas y de color), empleadas para recubrir superficies tales como mampostería, pañete, estuco y materiales de fibrocemento, con fines de protección y decorativos.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la última edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 557, Determinación de la finura de la dispersión en los sistemas pigmento-vehículo mediante calibradores tipo Hegman (ASTM D1210).

NTC 559, Pinturas. Determinación de la viscosidad en unidades Krebs (Ku) para medición de la consistencia de las pinturas, mediante el viscosímetro Stormer. (ASTM D562).

NTC 592-1, Pintura y barnices. Parte 1: Determinación del brillo especular de películas de pintura no metálica a 20°, 60° y 85° (adopción de la norma ISO 2813)

NTC 598, Método para la determinación del secado, curado, formación de película de recubrimientos orgánicos a temperatura ambiente.

NTC 799, Determinación de la remoción de manchas (lavabilidad) de recubrimientos orgánicos.

NTC 966, Pinturas. Método para la determinación de la resistencia a la abrasión húmeda. (ASTM D2486).

NTC 1052, Pinturas, barnices y materias primas. Toma de muestras (ISO 15528).

NTC 1114, Método de ensayo para determinar el efecto de las sustancias químicas domésticas en acabados orgánicos incoloros y pigmentados.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

NTC 1457-6, Método de ensayo para evaluar el grado de entizamiento de películas de pintura exterior (ASTM D4214).

NTC 1692, Transporte. Transporte de mercancías peligrosas. Definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado.

NTC 1786, Pinturas. Determinación del volumen de material no volátil en recubrimientos claros o pigmentados (ASTM D2697).

NTC 1787, Pinturas. Determinación del contenido del envase.

NTC 4435, Transporte de mercancías. Hojas de datos de seguridad para materiales. Preparación

NTC 4974, Pinturas y barnices. Poder de cubrimiento. Determinación de la relación de contrastes - opacidad-.

NTC 5032, Pinturas. Determinación del cuarteamiento aplicando un espesor alto.

NTC 5616, Rotulado o etiquetado general de pinturas, tintas y sus materias primas.

NTC 5812, Pinturas y barnices. Términos y definiciones.

NTC 5828, Pinturas al agua tipo emulsión para uso exterior de alta resistencia

NTC-ISO 2859-1, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de calidad -NAC- para inspección lote a lote.

NTC-ISO 2859-2, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 2. Planes de muestreo determinados para la calidad limite (CL) para la inspección de un lote aislado.

NTC-ISO 2859-3, Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 3. Procedimientos de muestreo intermitentes.

NTC-ISO 3951-1, Procedimientos de muestreo para inspección por variables. Parte 1. Especificación para planes de muestreo simples clasificados por nivel aceptable de calidad (NAC) para inspección lote a lote para una característica de calidad única y un sólo NAC.

NTC 6108, Pinturas. Estabilidad al almacenamiento.

ASTM D16, *Standard Terminology for Paint, Related Coatings, Materials, and Applications.*

ASTM D523, *Standard Test Method for Specular Gloss.*

ASTM D562, *Standard Test Method for Consistency of Paints Measuring Krebs Unit (KU) Viscosity Using a Stormer-Type Viscometer.*

ASTM D1210, *Standard Test Method for Fineness of Dispersion of Pigment-Vehicle Systems by Hegman-Type Gage.*

ASTM D1640/D1640 M, *Standard Test Methods for Drying, Curing, or Film Formation of Organic Coatings.*

ASTM D2486, *Standard Test Methods for Scrub Resistance of Wall Paints.*

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

ASTM D2697, *Standard Test Method for Volume Nonvolatile Matter in Clear or Pigmented Coatings.*

ASTM D3925, *Standard Practice for Sampling Liquid Paints and Related Pigmented Coatings.*

ASTM D6886, *Standard Test Method for Determination of the Weight Percent Individual Volatile Organic Compounds in Waterborne Air-Dry Coatings by Gas Chromatography.*

ISO 2813, *Paints and Varnishes. Determination of Gloss Value at 20 Degrees, 60 Degrees and 85 Degrees.*

ISO 2859-1, *Sampling Procedures for Inspection by Attributes. Part 1: Sampling Schemes Indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for Lot-by-Lot Inspection.*

ISO 2859-2, *Sampling Procedures for Inspection by Attributes. Part 2: Sampling Plans Indexed by Limiting Quality (LQ) for Isolated Lot Inspection.*

ISO 2859-3, *Sampling Procedures for Inspection by Attributes. Part 3: Skip-lot Sampling Procedures.*

ISO 2859-5, *Sampling Procedures for Inspection by Attributes. Part 5: System of Sequential Sampling Plans Indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for Lot-by-Lot Inspection.*

ISO 2859-10, *Sampling Procedures for Inspection by Attributes. Part 10: Introduction to the ISO 2859 Series of Standards for Sampling for Inspection by Attributes.*

ISO 3951-1, *Sampling Procedures for Inspection by Variables. Part 1: Specification for single Sampling Plans Indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for Lot-by-Lot Inspection for a Single Quality Characteristic and a Single AQL*

ISO 3951-2, *Sampling Procedures for Inspection by Variables. Part 2: General Specification for Single Sampling Plans Indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for lot-by-Lot Inspection of Independent Quality Characteristics.*

ISO 3951-3, *Sampling Procedures for Inspection by Variables. Part 3: Double Sampling Schemes Indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for Lot-by-Lot Inspection.*

ISO 3951-4, *Sampling Procedures for Inspection by Variables. Part 4: Procedures for Assessment of Declared Quality Levels.*

ISO 3951-5, *Sampling Procedures for Inspection by Variables. Part 5: Sequential Sampling Plans Indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for Inspection by Variables (Known Standard Deviation).*

ISO 6504-3, *Paints and Varnishes. Determination of Hiding Power. Part 3: Determination of Contrast Ratio of Light-Coloured Paints at a Fixed Spreading Rate.*

ISO 15528, *Paints, Varnishes and Raw Materials for Paints and Varnishes. Sampling.*

ISO 23811, *Paints and Varnishes. Determination of Percentage Volume of non-Volatile Matter by Measuring the Non-Volatile Matter Content and the Density of the Coating Material, and Calculation of the Theoretical Spreading Rate.*

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS (SGA).

RECOMENDACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS.
Naciones Unidas

3. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

3.1 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma, además de las definiciones de la NTC 5812 o de la norma ASTM D16, se aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1.1 Pintura al agua tipo emulsión. Material de recubrimiento en el que el aglomerante orgánico es una dispersión acuosa. Dispersión de pigmentos en un vehículo que es diluible con agua y seca por evaporación.

3.1.2 Vehículo. Dispersión acuosa estable de un homopolímero o de un copolímero.

3.1.3 Base. Material de recubrimiento al agua tipo emulsión con diferentes contenidos de dióxido de titanio o exento de éste que se usa en los puntos de venta o en planta con los sistemas de coloración.

3.1.4 Sistema de coloración/tintométrico. Sistema en el cual se mezcla una base (véase el numeral 3.1.3) con dispersiones pigmentarias empleados en los puntos de venta o en planta.

3.1.5 Bases pastel y bases *Tint* o *Medium*. Pinturas que llevan en su composición pigmentaria un contenido alto y medio de dióxido de titanio, respectivamente, que se usan en los sistemas de coloración/tintométrico para obtener colores pasteles y medios.

3.1.6 Bases profundas (*Deep*) y bases acentuadas (*Accent* o *Clear*). Pinturas coloreadas que llevan en su composición pigmentaria un contenido bajo de dióxido de titanio o exento de éste, respectivamente, que se usan en los sistemas de coloración/tintométricos para obtener colores fuertes o concentrados..

NOTA Los contenidos de dióxido de titanio de cada una de las bases serán definidos por el fabricante.

3.1.7 Ensayo tipo. Ensayo que se realiza para verificar la conformidad de un requisito técnico cuando se presentan cambios en la formulación o cambios en el diseño del producto.

3.1.8 Ensayo de rutina. Ensayo que se realiza sobre cada lote de producto manufacturado para verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas.

3.1.9 Plan de inspección y ensayo del producto. Documento que indica como mínimo: las características del producto que garantizan el cumplimiento de todos los requisitos contemplados en el referencial, incluyendo el rotulado, la frecuencia, criterios de aceptación, métodos de ensayo, equipos utilizados y responsables de la verificación en todas las etapas del proceso consideradas por la organización como las relevantes.

[ES-R-PD_001 Reglamento para la certificación de producto con marca de conformidad otorgada por ICONTEC]

3.2 CLASIFICACIÓN

3.2.1 Las pinturas al agua tipo emulsión y las bases se clasifican en tres tipos, según su uso final y los requisitos de la Tabla 3.

Tipo 1: Recomendada para interiores y exteriores.

Para pinturas al agua tipo emulsión para uso exterior de alta resistencia consultar la NTC 5828.

Tipo 2: Recomendada para interiores.

Tipo 3: Recomendada para áreas que no deban someterse al lavado, en interiores.

3.2.2 De acuerdo con el brillo las pinturas al agua tipo emulsión y las bases se clasifican según lo establecido en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación según el nivel de brillo

Brillo especular a 60°	Brillo
Alto brillo	> 80, véase la Nota 1
Brillante	> 60 - 80
Semibrillante	> 35 - 60
Semimate	> 10 - 35
Mate	≤ 10, véase la Nota 1

NOTA 1 La medición del brillo especular de películas de pintura se puede realizar usando la geometría del reflectómetro de 20°, u 85°:

- El medidor de 60° es aplicable a todas las pinturas, pero cuando las pinturas tengan un brillo muy alto o cerca al mate, los medidores a 20° ó a 85° son más adecuados.
- El medidor de 20°, debe emplearse para obtener mejores diferenciaciones en las pinturas de alto brillo, cuando se tiene un brillo a 60° mayor de 70 unidades. Esto no significa que el medidor a 60° no puede ser empleado con pinturas que tengan a 60° un brillo mayor de 70 unidades.
- El medidor de 85° debe emplearse para obtener mejores diferenciaciones en las pinturas de bajo brillo, cuando se tiene un brillo a 60° menor de 10 unidades. Esto no significa que el medidor a 60° no puede ser empleado con pinturas que a 60° tengan un brillo menor de 30 unidades. [NTC 592-1.]

4. REQUISITOS GENERALES

4.1 Las pinturas al agua y las bases, en sus envases llenos y sin abrir mantenidos en condiciones adecuadas de almacenamiento, no deben endurecerse, gelarse ni formar sedimentos duros y no deben presentar putrefacción mínimo en un año a partir de la fecha de fabricación. Si se presenta algún sedimento éste debe incorporarse fácilmente por agitación manual sin formar espuma persistente. Como soporte adicional se puede evaluar la estabilidad acelerada empleando el método indicado en el numeral 7.12.

Los siguientes son los requisitos que debe cumplir la pintura al agua tipo emulsión, de acuerdo con la NTC 6108:

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

Tabla 2. Requisitos generales de las pinturas al agua tipo emulsión

Característica	Requisito
Piel (nata)	Ausencia
Gelación	Ausencia
Sinéresis	Ausencia o, en caso de presencia, que sea de fácil incorporación.
Sedimentación	Mínimo 8
Viscosidad	No aplica ¹
¹ Al momento de ratificación de esta norma no hay un estudio concluyente que permita definir un rango de variación y que contemple todos los tipos de pinturas y sus diferentes naturalezas químicas.	

4.2 No podrán utilizarse como ingredientes del producto (bien sea como sustancia o parte de cualquier preparado utilizado) ninguno de los siguientes metales pesados ni sus compuestos: cromo VI, cadmio, plomo, mercurio, arsénico. Se acepta que los ingredientes puedan contener trazas, hasta 0,01 % (m/m) de estos metales procedentes de las impurezas de las materias primas. En el producto final la suma de los niveles de concentración de estos metales no debe exceder 100 partes por millón (0,01 % en peso).

4.3 Se debe evaluar el contenido de compuestos orgánicos volátiles, COV, de acuerdo con la norma ASTM D6886 y se indicará su valor de acuerdo a lo establecido en la NTC 5616.

4.4 El producto que pertenezca a alguna categoría de clase de peligro de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, SGA, debe incluir en la etiqueta el (los) pictograma(s), la(s) palabra(s) de advertencia y la(s) indicación(es) de peligro, según la categoría correspondiente. Se deben reportar las sustancias peligrosas presentes en el producto, por lo menos, en la hoja de datos de seguridad del producto (véase la NTC 4435) de acuerdo con lo establecido por las autoridades competentes.

4.5 Cada fabricante debe definir cuales ensayos son tipo y cuales son rutina, de acuerdo a su plan de inspección y ensayo.

5. REQUISITOS ESPECÍFICOS

5.1 Las pinturas al agua tipo emulsión deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 3.

NOTA Las pruebas se realizan al producto sin diluir.

Tabla 3. Requisitos específicos para pinturas al agua tipo emulsión

Requisitos	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Propiedades del producto en húmedo (líquido y en aplicación)			
Contenido de sólidos, fracción en volumen, en %, mín.	35	32	30
Finura de dispersión, en unidades Hegman, mín.	4	4	3
Tiempo de secamiento para repintar, en horas, máx.	4	4	4
Propiedades de la película seca			
Poder cubriente, relación de contraste, % mín. Véase Nota 2	96	97	97

Continúa...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

Tabla 3. (Final)

Requisitos	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Propiedades de la película seca			
Resistencia a la abrasión húmeda con cuña y medio abrasivo estándar, en ciclos, mín.	400	50	NA
Remoción de manchas, mín.	80% (véase Nota 1)	50% (Véase Nota 1)	NA
Resistencia al agua	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición	NA
Resistencia al álcali	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición	No debe presentar cambios notorios de color, arrugamiento, ampollamiento o cualquier otro defecto visible a simple vista a las 4 h de exposición	NA
Entizamiento	No debe presentar	No debe presentar	No debe presentar
Resistencia al cuarteamiento a alto espesor (<i>Mudcracking</i> a 50 mils)	No debe presentar	NA	NA
NA: No es aplicable NOTA 1 El 100 % corresponde a un total de 60 puntos, obtenidos de la sumatoria de la máxima calificación de cada uno de los seis agentes enmugrantes, de acuerdo con la NTC 799. El 80% equivale a una sumatoria de 48 puntos, y el 50 % a una sumatoria de 30 puntos. NOTA 2 No aplica para pinturas preparadas a partir de bases acentuadas (<i>Accent</i> o <i>Clear</i>) y tinturadas con pigmentos orgánicos de bajo poder cubriente.			

6. TOMA DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN DEL PRODUCTO

6.1 TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras se efectúa de acuerdo con lo establecido en la NTC 1052 (ISO 15528) o en la ASTM D3925. Los planes de muestreo u otra toma de muestras diferentes a los indicados en esta norma, pueden acordarse entre las partes.

Se pueden seleccionar los planes de muestreo según las orientaciones dadas en la norma NTC-ISO 2859 Partes 1, 2 ó 3, en la serie ISO 2859 Partes 1, 2, 3, 5, 10, en la norma NTC-ISO 3951-1 o en la serie ISO 3951 Partes de la 1 a la 5.

6.2 ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se rechazará el lote. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para rechazar el lote.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

7. MÉTODOS DE ENSAYO**7.1 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD**

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 559 o en la ASTM D562.

NOTA Se pueden utilizar equipos digitales o electrónicos, para medir temperatura.

7.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS EN VOLUMEN

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la norma ISO 23811. (Método Teórico)

NOTA Como método experimental se podrá usar el procedimiento indicado en la NTC 1786, o en la norma ASTM D2697.

7.3 DETERMINACIÓN DE LA FINURA DE DISPERSIÓN

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 557 o en la norma ASTM D1210.

7.4 DETERMINACIÓN DE PODER DE CUBRIMIENTO

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 4974 o en la norma ISO 6504-3, Método B, usando aplicador Tipo Bird de 3 mils.

7.5 DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE SECAMIENTO

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 598 o en la norma ASTM D1640.

7.6 DETERMINACIÓN DEL BRILLO ESPECULAR

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 592-1 (ISO 2813) o en la norma ASTM D523, sobre láminas aplicadas a un espesor de película seca de 0,025 mm a 0,0375 mm.

7.7 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN HÚMEDA

Se efectúa de acuerdo con el procedimiento indicado en la NTC 966 o en la norma ASTM D2486, con cuña y medio abrasivo estandarizado SC-2 de Leneta, BYK o cualquiera que cumpla con la ASTM D2486.

7.8 DETERMINACIÓN DE REMOCIÓN DE MANCHAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 799.

7.9 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL AGUA Y A LOS ÁLCALIS**7.9.1 Preparación de probeta****7.9.1.1 Sustrato: fibrocemento**

7.9.1.2 Aplicación: 2 manos a brocha del producto sin diluir dejando secar entre manos una (1) h a condiciones normales de temperatura $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $50\text{ \% HR} \pm 5\text{ \% HR}$.

7.9.3 Procedimiento

Se debe hacer según la NTC 1114 (ASTM D1308), bajo las siguientes condiciones:

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

7.9.3.1 Curado: 7 días a condiciones normales de temperatura $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $50\text{ \% HR} \pm 5\text{ \% HR}$.

7.9.3.2 Colocar sobre el panel 1 ml de solución de NaOH al 2,5 % (m/m) (o agua para el caso de la determinación de la resistencia al agua) y cubrir con un vidrio de reloj de 50 mm.

7.9.3.3 Permitir el contacto durante 4 h y retirar el vidrio de reloj.

7.9.3.4 Lavar con agua por chorreo para eliminar el exceso de soda y dejar recuperar 2 h.

7.9.3.5 Examinar la película y registrar los resultados en el informe.

7.10 DETERMINACIÓN DE CUARTEAMIENTO A ALTO ESPESOR

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 5032.

7.11 DETERMINACIÓN DEL ENTIZAMIENTO

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 1457-6 o de acuerdo con el siguiente procedimiento.

7.11.1 Material

Tela blanca o negra (que contraste con el color de la pintura a evaluar) para frotar la superficie de ensayo. El fieltro de lana y el terciopelo son apropiados.

7.11.2 Procedimiento

Se aplica la pintura sobre una lámina de fibrocemento empleando una brocha, se deja curar durante 7 días a condiciones ambientales (aproximadamente a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $50\text{ \%} \pm 5\text{ \%}$.)

Se envuelve la tela alrededor de la yema del dedo índice y se pasa el dedo aplicando una presión media, sobre una longitud de 50 mm a 75 mm del recubrimiento que se evalúa. Se retira la tela, la cual no debe quedar con residuos (polvillo) de la pintura evaluada.

7.12 DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD ACELERADA

La estabilidad acelerada se determina de acuerdo con lo indicado en la NTC 6108, dejando el recipiente con pintura en el horno durante 7 d.

8. ENVASE Y ROTULADO

8.1 ENVASE

Las pinturas al agua tipo emulsión, las bases, las bases acentuadas y las bases profundas se envasarán en recipientes de material adecuado que permitan conservar la calidad del producto, así como su manejo hasta el destino final. El contenido del producto en el envase se determina de acuerdo con lo establecido en la NTC 1787.

8.2 ROTULADO

Además de lo establecido en la legislación nacional vigente y en la NTC 5616, el rotulado del producto debe incluir como mínimo la siguiente información:


NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1335 (Quinta actualización)

- Color, referencia y clasificación de acuerdo con lo indicado en el numeral 3.2, solo si cumple todos los requisitos de esta norma.
- La frase "Industria Colombiana" o país de origen.
- Rotulado de mercancías peligrosas de acuerdo con la NTC 1692 para embalaje y transporte y con las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas de las Naciones Unidas

Cualquier otra información establecida por la legislación nacional vigente o acordada con el cliente.

ANEXO B.
ESPECIFICACIONES EQUIPOS DE LABORATORIO

Cuadro de especificaciones técnicas de pH metro.

pH metro	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD 289.
Rango de medición	2.00 ~ 19.99 pH
Resolución	0.01 pH
Precisión	± 0,01 pH
Estabilidad	± 0,01 pH / 3h
Temperatura	0°C~100°C
Tamaño del medidor y peso	120 x 65 x 31 mm (L x W x H) ; 180g
Tamaño y peso del embalaje	360 x 270 x 76 mm (L x W x H) ; 1,6 Kg

Especificaciones Copa Ford


Cuadro de especificaciones técnicas Copa Ford.

Copa Ford	
Imagen	

Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BLUE-CF4
Altura Vertical Interna	43 ±0.1mm
Diámetro del orificio interno	4.1mm
Diámetro del orificio externo	6.0 ±0.5mm
Rango centistokes	70-370
Flujo (Tiempo (s))	± 0.2: 20 - 105
Diámetro interior	50 ± 0.05 mm
Diámetro exterior	86 ± 0.1 mm
Longitud del orificio interno	10 ± 0.1 mm


Especificaciones Espectrofotómetro

Cuadro de especificaciones técnicas Espectrofotómetro.

Espectrofotómetro	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD 555
Temperatura	10°C~40°C
Humedad relativa	0~85%
Fuente de luz	D65
Iluminación/Visualización geométrica	8°/d
Abertura de medición	Φ8mm
Fórmula de diferencia de color	$\Delta E^*a b$; $\Delta L^*a^*b^*$; $\Delta E^*C^*h^*$
Repetitividad	Desviación estándar($\Delta E^* a b$ 0.07)
Dimensión	205x70x100 mm

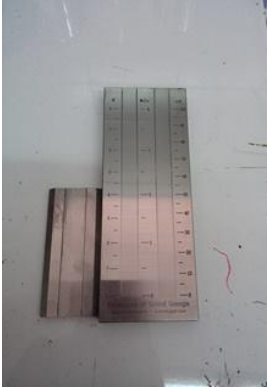
Especificaciones Picnómetro.

Cuadro de especificaciones técnicas Picnómetro.

Picnómetro.	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD296/5
Temperatura líquido de ensayo	20 °C ± 0,5 °C ; 68 ° F ± 1,0 ° F
Capacidad	100 ml
Tolerancia	0,10%
Material	Acero inoxidable

Especificaciones Fineness of grind guages (piedra de moler).

Cuadro de especificaciones técnicas Fineness of grind guages (piedra de moler).

Fineness of grind guages (piedra de moler).	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD 244/2
Tamaño de ranura	140x37.0mm
Rango	0-50µm
Dimensión global	175x65x12mm
Graduación	2.5 µm
Número de ranuras	1


Especificaciones Cross Hatch Tester o garra de tigre

Cuadro de especificaciones técnicas Cross Hatch Tester o garra de tigre.

Cross Hatch Tester o garra de tigre	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD 502/6
Número de dientes	6
Número de cuchillas	8
Espacio entre cuchillas	3mm


Especificaciones Glossmeter

Cuadro de especificaciones técnicas Glossmeter.

Glossmeter	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD 516
Rango de medición	0-199.9-2,000GU
Resolución	± 0.1GU
Precisión	± 1.5GU
Estabilidad	± 0.4GU / 30min
Área de medición	9 x 10 mm ; 9 x 16 mm ; 5 x 39mm
Dimensiones	155 (L) x 48 mm (D) x 75mm (H)


Especificaciones Viscosímetro rotacional

Cuadro de especificaciones técnicas Viscosímetro rotacional.

Viscosímetro rotacional	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD 186
Capacidad	500ml
Rango de medida	40.2KU ~ 141.0KU ; 27-5250 CP
Velocidad del motor	200 r/min + /-0.5 r/min
Dimensión	210mm x 180mm x 500mm (Largo * Ancho * Alto)
Reproducibilidad	± 1% de escala completa


Especificaciones Balanza digital

Cuadro de especificaciones técnicas Balanza digital.

Balanza digital	
Imagen	
Marca	SETRA
Modelo	HI-410
Capacidad	410 g
División	0.001g
Dimensión	Plato 12 cm diámetro
Unidades	g, oz, ct, %


Especificaciones horno para el secado de piezas

Cuadro de especificaciones técnicas horno para el secado de piezas.

Horno para el secado de piezas	
Imagen	
Marca	Biuged Laboratory Instruments
Modelo	BGD 802
Suministro eléctrico	220V 50HZ
Rango de temperatura	RT+10-250°C
Potencia	850W
Capacidad	30L
Dimensión interior (Mm) W x D x H	340x320x320
Dimensión global (Mm) W x D x H	620x530x490
Esteras para cámara	2 pcs


Especificaciones para el dispersor de laboratorio

Cuadro de especificación técnica para el dispersor de laboratorio.

Dispersor de laboratorio	
Imagen	
Marca	Mantenimiento industrial
Modelo	AD
Capacidad	5Kg, máx.
Diámetro del eje	8cm
Longitud de la flecha	20cm
Potencia del motor	0-60rpm

Especificaciones termómetro

Cuadro de especificación técnica termómetro.

Termómetro	
Imagen	
Marca	Taylor
Modelo	3621N
Rango	10-100°C
Lectura	Columna de Mercurio, por contacto.
Dimensiones/tamaño	Longitud de 16"


ANEXO C.
PROPUESTA DE FICHAS TÉCNICAS PARA LOS 3 PRODUCTOS


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESMALTE HORNEABLE BLANCO LÁMPARA			
DESCRIPCIÓN			
Es un producto elaborado con resinas alquídicas y pigmentos seleccionados, para obtener acabados de alto brillo, excelente flexibilidad, resistencia a agentes químicos, dureza, retención del color y buena adherencia			
USO			
Es utilizado para la protección y decoración de artículos metálicos (acero, aluminio, cobre, bronce, hierro), como muebles, lámparas, bicicletas, máquinas y otros productos similares. Debido a su transparencia deja ver el metal, permitiendo obtener tonalidades muy especiales.			
CLIENTE PRODUCTO TIPO	Varios Esmalte horneable Alquídico		
COLOR	Blanco lámpara	OTROS DATOS	
BRILLO	85-90 GLOSSMETER 60°C		
VISCOSIDAD (25°C) KU	90-95	MOLIENDA PESO (Kg/ Gl)	7 Hegman 4,3 ± 0,2
COPA FORD No 4	6'30-7'	RENDIMIENTO	57- 68 m2/ gal
DILUCIÓN	100/20	ADHERENCIA	100%
TIPO DE SOLVENTE	Xilol	% SOLIDOS	58 ± 2
SUPERFICIE DE APLICACIÓN		ALMACENAMIENTO	6 meses bajo techo
TIPO DE SUPERFICIE	Cold rolled	ESPESOR DE PELÍCULA	
PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	Limpieza y desengrase	SECA Mils 1,5-2,0	
EQUIPOS			
PISTOLA CORRIENTE	X	SECAMIENTO	
BROCHA		TIEMPO	15-20 min
CÁMARA SALINA		TEMPERATURA	150°C
Mínimo 24 horas			
OBSERVACIONES		Limpiar la superficie para la buena adherencia Superficie libre de óxido, humedad, grasas.	
CONSIDERACIONES AMBIENTALES		Se debe evitar verter ese producto por los canales de aguas lluvias o al suelo.	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESMALTE ANTICORROSIVO BLANCO			
DESCRIPCIÓN			
Es un producto elaborado con resinas y pigmentos seleccionados, para obtener acabados de alta dureza y resistencia a la intemperie y acción de grasas, humedad ambiental y temperaturas altas.			
USO			
Está especialmente indicado para proteger las superficies metálicas o ferrosas en ambientes exteriores e interiores tales como: puertas, ventanas, tuberías, rejas, etc.			
CLIENTE	Emecon		
PRODUCTO	Esmalte anticorrosivo		
TIPO	Alquídico		
COLOR	Blanco	OTROS DATOS	
BRILLO	88-90 GLOSSMETTER 60°C		
VISCOSIDAD (25°C)	95-100	MOLIENDA	7 Hegman
KU		7'30-8'	PESO (Kg/ Gl)
COPA FORD No 4	100/20	RENDIMIENTO	35- 45 m2/ gal
DILUCIÓN		Varsol / Tinner	ADHERENCIA
TIPO DE SOLVENTE	SUPERFICIE DE APLICACIÓN		% SOLIDOS
		ALMACENAMIENTO	12 meses bajo techo
TIPO DE SUPERFICIE	Cold rolled	ANTICORROSIVO	Cromato de Zinc amarillo
PREPARACIÓN DE SUPERFICIE		Limpieza y desengrase	ESPESOR DE PELÍCULA
EQUIPOS		SECA	Mils 1,2-1,5
PISTOLA CORRIENTE	X	SECAMIENTO	
BROCHA		AL TACTO	2-3 horas
CÁMARA SALINA		AL MANEJO	8 horas
Mínimo 24 horas			
OBSERVACIONES		Limpiar la superficie para la buena adherencia Superficie libre de óxido, humedad, grasas.	
CONSIDERACIONES AMBIENTALES		Se debe evitar verter ese producto por los canales de aguas lluvias o al suelo.	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VINILO LAVABLE BLANCO			
DESCRIPCIÓN			
Es un producto diluible con agua, de acabado mate, excelente cubrimiento, alta resistencia y fácil aplicación. Se recomienda tanto para interiores como exteriores dando excelente cubrimiento y durabilidad			
USO			
Se usa para proteger y decorar muros, cielos rasos, oficinas, salas, áreas comunes, edificaciones y mampostería en ambientes interiores y exteriores.			
CLIENTE	Varios		
PRODUCTO	Vinilo		
TIPO	Lavable		
COLOR	Blanco	OTROS DATOS	
BRILLO	Mate		
VISCOSIDAD (25°C)		MOLIENDA	3,5-4 Hegman
KU	120	PESO (Kg/ GI)	5 ± 0,2
DILUCIÓN	±15%	RENDIMIENTO	35- 40 m2/ gal
TIPO DE SOLVENTE	Agua, diluir 10% con brocha 20-25% con pistola	ADHERENCIA	95-100%
SUPERFICIE DE APLICACIÓN		% SOLIDOS	50 ± 1
TIPO DE SUPERFICIE	Cemento, madera, estuco	ALMACENAMIENTO	12 meses bajo techo
PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	Limpieza, agua y jabón	pH	8,0-9,0
EQUIPOS		ESPESOR DE PELÍCULA	
		SECA	Mils 180
PISTOLA CORRIENTE	2-3 manos	SECAMIENTO	
BROCHA	2-3 manos	AL TACTO	1/2 horas
RESISTENCIA QUÍMICA		AL MANEJO	2 horas
Resistente a la interperie y al sucio, hongos y moho.			
OBSERVACIONES		El cemento debe neutralizarse previamente con ácido muriático, para lavar este se debe dejar secar 20 días	
CONSIDERACIONES AMBIENTALES		Se debe evitar verter ese producto por los canales de aguas lluvias o al suelo.	

ANEXO D.
RESULTADOS CUBRIMIENTO Y COLOR PARA LOS 3 PRODUCTOS

 AQUAFERRA®
Formula **Producto 1. Prueba 7.** Date..... Time.....
Batch No..... Applicator.....
Notes.....

BGD 1111-OPACITY-DISPLAY	Batch.	Standard	Opacity charts
			



AQUATERRA S.A.®

Date..... Time.....

Formula **Producto 3. Prueba 7.**..... Applicator.....

Batch No.....

Notes.....

BGD 1111-OPACITY-DISPLAY

Batch

Standard

Opacity charts



ANEXO E.

FICHAS TÉCNICAS DE MATERIAS PRIMAS

Product Information



TROYSERSE™ CD1

Pigment Dispersant for Non-Aqueous Systems

Description

Troysperse™ CD1 is a general purpose polymeric pigment dispersant and wetting additive for non-aqueous systems. As a 70% active solution, Troysperse CD1 promotes efficient pigment dispersion with improved gloss and color development.

**Application/
Use**

Troysperse CD1 allows the formulator to achieve high pigment loadings and fast pigment dispersion time in non-aqueous systems. Troysperse CD1 will also improve color uniformity and development. The efficient dispersing action of Troysperse CD1 provides high initial gloss and improved gloss retention. Applications include pigment dispersions in:

- Short, medium and long alkyds
- Polyesters
- Urethanes
- Epoxies
- Acrylics

Highlights

- Higher solids loadings
- Reduced dispersion time
- Broad compatibility
- Increased gloss
- Improved gloss retention
- Maximum color development
- Improved resin compatibility

**Physical
Properties**

The following are typical properties of Troysperse CD1; they are not to be considered product specifications.

Appearance:	Amber liquid
Color (Gardner):	10
Specific Gravity, 25°C:	0.96
Non-Volatile (Typical)	70
Viscosity (Gardner).....	X

**Function/
Activity**

The correct use level of Troysperse CD1 will vary widely with the surface area of the particle being dispersed and the wetting properties of the binder system. General guidelines for some pigments (based on pigment weight) are:

Carbon Black	15% - 22%
Phthalocyanine Pigments.....	10% - 15%
Organic Color Pigments.....	8% - 15%
Iron Oxide Pigments.....	2% - 5%
Transparent Iron Oxide Pigments	5% - 8%
Titanium Dioxide.....	0.5% - 1%
Extender Pigments	0.5% - 1%

Formulating Considerations

Incorporation

Troypersperse™ CD1 should be included in the pigment dispersion stage of system manufacture. Adding prior to the addition of the pigments will allow maximum dispersing efficiency.

Use Level

Troypersperse CD1 is normally used at levels ranging from 0.25 – 1.0% based on total formulation weight. The optimum level will depend on the specific formulation.

Regulatory Considerations

Toxicity

No data is available on this product, however, toxicological data is included on the hazardous ingredients. For additional information, contact Troy Chemical Corporation

Acute Oral Effects

Hydrotreated heavy naphtha: LD50 (oral, rat) >5000 mg/kg

Acute Skin Effects

Hydrotreated heavy naphtha: LD50 (dermal, rabbit) >2000 mg/kg; mild irritation

Acute Eye Effects

Hydrotreated heavy naphtha: Slight irritation

Acute Inhalation Effects

No data available

Subchronic Effects and Other Studies

Hydrotreated heavy naphtha: Chronic exposure in workers resulted in eye and CNS effects.

Environmental Effects

No data is available on this product; however, ecotoxicological data is included on the OSHA hazardous ingredients. For additional information, contact Troy Chemical Corporation.

Ecotoxicity

Hydrotreated heavy naphtha: No acute toxicity to aquatic organisms is expected at the maximum water solubility of this material.

LC50 (Fish, 96 hr) > 100 mg/L.

EC50 (Daphnia, 48 hr) > 100 mg/L.

EC50 (Algae, 72 hr) > 100 mg/L.

Environmental Fate

Hydrotreated heavy naphtha: Readily biodegradable. Long term adverse effects to aquatic organisms are not expected.

Chemical Inventories

This product, or its components, are listed on, or are exempt from:

Country	Agency	Number/Sections
United States	TSCA	Listed
Europe	EINECS	Listed
Canada	DSL	Listed
Australia	AICS	Listed
Korea	ECL	Listed
Philippines	PICCS	Listed
China	IECSC	Listed
Japan	MITI,ENCS	Listed
New Zealand	NZIOC	Listed

Labeling

Precautionary Statements: Exposure may cause skin and eye irritation. Overexposure will cause dizziness, drowsiness, headache, nausea and cracking or drying of skin. Avoid contact with skin. Avoid breathing mist or vapor. Wear goggles, face shield or safety glasses, protective clothing and chemical resistant rubber gloves when handling. Wash thoroughly after handling. Do not take internally.

EU Regulations

The preparation is classified as dangerous according to Directive 1999/45/EC and its amendments.

N – Dangerous for the environment

R10 – Flammable

R51/53 – Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment

Handling, Storage, Health And Safety

Avoid contact with skin, eyes, or clothing. Avoid breathing vapor or mist. Wash thoroughly after handling. Keep container tightly closed. Use only with adequate ventilation. "Empty" containers retain product residue (liquid and/or vapor) and can be dangerous. DO NOT PRESSURIZE, CUT, WELD, BRAZE, SOLDER, DRILL, GRIND, OR EXPOSE SUCH CONTAINERS TO HEAT, FLAME, SPARKS, STATIC ELECTRICITY, OR OTHER SOURCES OF IGNITION. THEY MAY EXPLODE AND CAUSE INJURY OR DEATH. Empty drums should be completely drained, properly bunged and promptly returned to a drum reconditioner, or properly disposed of. Store away from incompatible substances in a cool, dry, ventilated area at temperatures below 35°C (95°F). Store in accordance with 29CFR1910.106. Substances with low electroconductivity, which may be ignited by electrostatic sparks, should be stored in containers which meet the bonding and grounding guidelines in NFPA77, Recommended Practice on Static Electricity.

Plastic drums are non-conductive and, appropriate safety measures must be taken to prevent possible ignition when filling or dispensing flammable or combustible liquids. Storage and dispensing operations must comply with appropriate regulations (such as NFPA).

Observe all Federal, State, and Local regulations when storing or disposing of this substance.

Shelf Life: 36 Months

Emergency Overview: Troysperse™ CD1 is a viscous amber liquid with a solvent odor. Combustible liquid. May cause eye, skin, and respiratory irritation. If swallowed, aspiration into the lungs can cause lung damage.

Shipping And Packaging

Troysperse CD1 is packaged in:

Shipping Container	Net Weight
Pail	40 lb./18 kg
Drums	420 lb./191 kg
Drums	99 lb./45 kg
Totes	1984 lbs./900 kg

DOT

Shipping Name: Non-hazardous additive/compound
 Labels Required: None

DOT (Bulk Only)

Shipping Name: UN1993 Flammable liquid, n.o.s.
 (contains Hydrotreated heavy naphtha)
 3, PG III, ERG# 128
 Labels Required: Flammable liquid

IATA

Shipping Name: UN1993 Flammable liquid, n.o.s.
 (contains Hydrotreated heavy naphtha)
 3, PG III, ERG# 3L
 Labels Required: Flammable liquid

IMDG

Shipping Name: UN1993 Flammable liquid, n.o.s.
 (contains Hydrotreated heavy naphtha)
 3, PG III, FP >40°C (>105°F), EMS# F-E, S-E
 Labels Required: Flammable liquid

For further information visit our website:
www.troycorp.com or call...

United States Tel: 973-443-4200
 Fax: 973-443-0258
 Canada Tel: 905-760-7902
 Fax: 905-760-7904
 Europe Tel: 31-10-592-7494
 Fax: 31-10-592-8877
 Pacific Tel: 66-2-361-4515
 Fax: 66-2-361-4520
 Brasil Tel: 55-115575-0090
 Fax: 55-115575-9080
 Middle East Tel: 44-162-878-1800
 & Africa Fax: 44-162-867-6600

No warranty is made, whether expressed or implied, including warranties of merchantability or of fitness for a particular purpose for these products. No statements or recommendations contained herein are to be construed as inducements to infringe any relevant patent, now or hereafter in existence. Under no circumstances shall TROY Corporation or its affiliates be liable for incidental, consequential or other damages from alleged negligence, breach of warranty, strict liability or any other theory arising out of the use or handling of these products. The sole liability of TROY Corporation and its affiliates for any claims arising out of the manufacture, use or sale of its product shall be for the buyer's purchase price. Neither Troy Corporation nor any affiliates assumes any obligation or liability for the information in this document or the results obtained. The information in this document is provided without warranty and is to be utilized by customers of the products at the customer's sole risk. Customers should conduct their own tests in actual use conditions before commercial use of the products.

Polyphase[®], MERGAL[®], Troysan[®], Troykyd[®], Troythix[®], Troysol[™], Troymax[™], Troysperse[™], Powdermate[®], Troyshield[®] and TroyGuard[™] are Trademarks of Troy © 2008 Troy Corporation



FICHA TECNICA SECANTE METALICO OCTOATO DE ZIRCONIO 18%

1.- Características

%Metálicos	18.0 % ± 0.2 %
%Sólidos	65.0 % apróx.
Densidad (gr/ cm ³)	0.97 ± 0.03
Color	Amarillo Limón, con leve turbidez.
Solvente	Aguarrás
Contenido de Plomo	2 ppm

2.-Usos Principales

- Pinturas
- Barnices
- Tintas

3.- Producto Chileno

Nota: Los datos arriba consignados se han obtenido de ensayos realizados en nuestro laboratorio. Los mismos son altamente confiables, pero declinamos toda responsabilidad respecto al uso que se haga de ellos.

PRODUCT DATA



Ashland Specialty Ingredients
ashland.com

Page 1 of 1

NUMBER 4170-5 (Supersedes 4170-4)

Natrosol™ B hydroxyethylcellulose Nonionic Water-Soluble Cellulose Ether

Natrosol B hydroxyethylcellulose (HEC), a nonionic water-soluble polymer, is a white, free-flowing granular powder. Natrosol is insoluble in organic solvents, yet it is easily dispersed in cold and hot water to give solutions of varying viscosities. Chemically, it is cellulose that has been etherified with hydroxyethyl groups to give the desired properties. The "B" designation indicates Ashland's proprietary process for manufacturing grades with improved resistance to microbiological degradation caused by enzyme contamination.

Natrosol B HEC is Ashland's recommended product for latex paint thickening. It not only provides superior resistance to biodegradation, but also provides the same ease of incorporation, thickening efficiency, color acceptance, open time, and in-can stability that regular grades of Natrosol impart.

Natrosol 250 HEC is used as a thickener, protective colloid, binder, stabilizer, and suspending agent, particularly in applications where a nonionic material is desired. The HH type is the most efficient enzyme resistant nonionic thickener available. All viscosity types are obtainable in easy-dispersing form, designated R (e.g., 250 HHBR). All "R" materials have been treated to delay hydration of the particle and thus prevent lumping as the dry powder is added to water.

Typical Properties

Viscosity Type	Solution Viscosity (Brookfield at 25°C, cps)	
	1%	2%
250 HHBR	3,300 - 5,500	-
250 H4BR	2,600 - 3,300	-
250 HBR	1,500 - 2,600	-
250 MHBR	800 - 1,500	-
250 MBR	-	4,500 - 6,500

All Natrosol B HEC viscosity types have the following typical properties^(a):

Moisture content, %, max	5
Ash content (calculated as Na ₂ SO ₄), %, max	5.5
Color	white to light tan
Hydration time at pH 8.0, minutes	4 - 25
Density, lb/gal	11.5
g/mL	1.38
Solution pH (1%)	6.0 - 8.5
Particle size	
Through U.S. 40 mesh, %, min	90

^(a)Values shown are averages and are not to be construed as specifications.

Product Safety

Read and understand the Safety Data Sheets (SDSs) before using these products.



All statements, information, and data presented herein are believed to be accurate and reliable, but are not to be taken as a guarantee, an express warranty, or an implied warranty of merchantability or fitness for a particular purpose, or representation, express or implied, for which Ashland assumes legal responsibility. ®Registered trademark, Ashland or its subsidiaries, registered in various countries. ™Trademark owned by a third party. © 2011, 2012, 2013, 2016 Ashland.
Rev. 05-2016

ANEXO F.
ESPECIFICACIONES CORRIENTES DIAGRAMAS PFD

Especificaciones para Esmalte horneable blanco lámpara según diagrama PFD

En la Tabla, se encuentra los balances de masa y volumen de cada corriente para el esmalte horneable según proceso que desarrollado por la propuesta.

Lista de corrientes de PFD del esmalte horneable blanco lámpara según propuesta.

Lista de corrientes					
Corriente	Fase	Composición	Masa (Kg)	Volumen (Galón)	T(°C)
M1	Humectación y dispersión	Resina, Aditivos, Solvente	186,15	56,4	20
M2	Humectación y dispersión	Pigmento	266,7	19,5	20
M3	Humectación y dispersión	Compuestos Volátiles, Partículas de polvo, Desperdicios.	451,4	75,9	20
M4	Estabilización	Mezcla de resina, aditivos, Cargas	1,5	0,06	20
M5	Estabilización	Resina, Aditivos, Solvente, Pigmento	6,72	0,06	20
M6	Estabilización	Compuestos Volátiles, Partículas de polvo, Desperdicios.	1224,7	298	20
M7	Filtrado	Pintura antes del filtrado	1224,8 1	298,9	20
M8	Filtrado y envasado	Pintura	780,1	223,74	20

En la tabla encuentran los equipos que componen el PFD para la producción del esmalte horneable con sus correspondientes características y potencias utilizadas en este.

Lista de equipos para el PDF del esmalte horneable blanco lámpara.

Lista de equipamiento				
Equipo	Descripción	Max capacidad (Caudal)	Potencia (rpm)	Material
B1	Tanque de agitación	300 gal	1100	Acero inoxidable
B2	Tanque de agitación	300 gal	1100	Acero inoxidable
B4	Filtro de malla	200 g	N/A	Nylón

Especificaciones para Esmalte anticorrosivo blanco según diagrama PFD

En la Tabla, se encuentra los balances de masa y volumen aportado de cada corriente para el esmalte anticorrosivo según proceso descrito en la empresa, para una base de producción de 300 galones.

Lista de corrientes de PFD del esmalte anticorrosivo blanco según propuesta parte

Lista de corrientes					
Corriente	Fase	Composición	Masa (Kg)	Volumen (Galón)	T(°C)
M1	Humectación y Dispersión	Resina, aditivos, Cargas	487,8	112	20
M2	Humectación y Dispersión	Resina, aditivos, Cargas	487,8	112	20
M3	Humectación y Dispersión	Compuestos Volátiles, Partículas de polvo, Desperdicios.	1,5	0,06	20
M4	Humectación y Dispersión	Compuestos Volátiles, Partículas de polvo, Desperdicios.	1,5	0,06	20
M5	Estabilización	Mezcla de resina, aditivos, Cargas	486,3	111,96	20
M6	Estabilización	Mezcla de resina, aditivos, Cargas	486,3	111,96	20
M7	Estabilización	Mezcla de resina, aditivos, Cargas	972,6	223,9	20
M8	Estabilización	Compuestos Volátiles, Partículas de polvo, Desperdicios.	3,2	0,056	20
M9	Filtrado	Pintura antes del filtrado	1607,9	297,3	20
M10	Estabilización	Resina, aditivos, solvente	639,5	184,2	20
M11	Filtrado y Envasado	Pintura	1608,9	297	20

En la tabla, se encuentran los equipos que componen el PFD para la producción del esmalte anticorrosivo con sus correspondientes características y potencias utilizadas en este.

Lista de equipos para el PDF del esmalte anticorrosivo blanco parte 2.

Lista de equipamiento				
Equipo	Descripción	Max capacidad (Caudal)	Potencia (rpm)	Material
B1	Tanque de agitación	300 gal	1100	Acero inoxidable
B2	Tanque de agitación	300 gal	1100	Acero inoxidable
B3	Tanque de agitación	300 gal	1100	Acero inoxidable

B4	Filtro de malla	200 g	N/A	Nylón
----	-----------------	-------	-----	-------

Especificaciones para Vinilo lavable blanco blanco según diagrama PFD

En la Tabla, se encuentra los balances de masa y volumen aportado de cada corriente para el vinilo lavable blanco según proceso descrito en la empresa, para una base de producción de 240 galones.

Lista de corrientes de PFD del vinilo lavable blanco según propuesta.

Lista de corrientes					
Corriente	Fase	Composición	Masa (Kg/mes)	Volumen (Galón)	T(°C)
M1	Humectación y Dispersión	Agua, cargas, aditivos, pigmento	1402,5	190,7	20
M2	Humectación y Dispersión	Agua	6,4	0,06	20
M3	Estabilización	Compuestos Volátiles, Partículas de polvo, Desperdicios.	1430,9	244,6	20
M4	Filtrado	Pintura antes del filtrado	1431,04	243,5	20
M5	Filtrado y envasado	Pintura	35	66,1	20

En la tabla, se encuentran los equipos que componen el PFD para la producción del vinilo lavable blanco con sus correspondientes características y potencias utilizadas en este.

Lista de equipos para el PDF del vinilo lavable blanco.

Lista de equipamiento				
Equipo	Descripción	Max capacidad (Caudal)	Potencia (rpm)	Material
B1	Tanque de agitación	300 gal	1100	Acero inoxidable
B2	Filtro de malla	200g	N/A	Nylón

