

**OBTENCIÓN, EVALUACIÓN DE PINTURAS FERROMAGNÉTICAS Y DISEÑO
DE UNA PLANTA A ESCALA SEMI-INDUSTRIAL**

**VIVIANA QUINTERO DALLOS
DIANA CAROLINA PIERUCCINI RAMIREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2006

**OBTENCIÓN, EVALUACIÓN DE PINTURAS FERROMAGNÉTICAS Y DISEÑO
DE UNA PLANTA A ESCALA SEMI-INDUSTRIAL**

**VIVIANA QUINTERO DALLOS
DIANA CAROLINA PIERUCCINI RAMIREZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Químico**

**Director
Ramiro Augusto Salazar La rotta
Ingeniero Químico, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2006

DEDICATORIA

A Jehová Dios porque a lo largo de los años bendijo mi camino.

A mis padres y hermanos porque son el apoyo y la fuerza que tengo para salir adelante.

Y finalmente a mis primos y amigas Zulma, Yeimy, Liliana y Viviana porque sin ellos esta etapa de mi vida no hubiese sido tan satisfactoria

Diana Carolina

DEDICATORIA

Aunque el camino por recorrer es largo, hoy es la oportunidad para agradecer:

A Dios ser supremo quien me regalo la oportunidad de llevar a cabo este sueño

A mis padres quienes emprendieron conmigo esta ilusión y quienes hoy son los dueños de este triunfo.

A mis hermanos Robinson y Lili por ser la inspiración de mi vida

A Zulma, Yeimy, Liliana y Diana porque fueron la fortaleza en los momentos mas difíciles.

Viviana

AGRADECIMIENTOS

Sin lugar a duda este trabajo es el resultado de la formación que recibimos durante cinco años en la Escuela de Ingeniería Química. Gracias a todos los maestros que contribuyeron realmente en nuestra formación, en especial al Doctor Álvaro Ramírez García por todos sus consejos, sus formidables clases, su paciencia y su amistad como persona. Queremos agradecer también a profesores como Jorge Enrique Pulido, Guillermo, Carlos Guerra y Leonardo Acevedo por su apoyo, sus consejos y sugerencias para nuestra formación. Agradecemos profundamente al profesor Ramiro Augusto Salazar la Rota, por su orientación en este proyecto de grado. De la misma forma a Eduardo Carreño y la Escuela de Ingeniería Metalúrgica porque con sus conocimientos y equipos facilitaron la elaboración de este trabajo.

A todas las personas que siempre nos brindaron el apoyo incondicional en esta etapa de nuestras vidas.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 CONCEPTOS BASICOS	3
1.2 MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACION DE PINTURAS, BARNICES Y LACAS	3
1.2.1 Disolventes	4
1.2.2 Aglutinantes	4
1.2.3 Pigmentos	5
1.2.4 Aditivos	6
1.3 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS PINTURAS Y BARNICES	6
1.3.1 Pinturas	6
1.3.2 Barnices	8
1.4 PINTURAS FERROMAGNETICAS	8
1.4.1 Calamina de oxidos de Hierro	9
1.5 EFECTO DE LA VISCOSIDAD EN LA MEZCLA PARA LOS RECUBRIMIENTOS	9
2 DESARROLLO EXPERIMENTAL	11
2.1 REVISION BIBLIOGRAFICA	11
2.2 SELECCIÓN Y PREPARACION DEL MATERIAL FERROMAGNETICO	11
2.2.1 Análisis Cuantitativo por Difracción de Rayos X	12
2.2.2 Preparación del material ferromagnético (molienda, clasificación y separación magnética)	12
2.3 FORMULACION DE LAS MEZCLAS	14
2.3.1 Procedimiento	15
2.3.2 Conffiabilidad en la técnica	16
2.4 ENSAYOS PARA LA CARACTERIZACION Y APLICACIÓN DE LA PINTURA FERROMAGNETICA	17
2.4.1 Pruebas Físicas	18
2.4.2 Prueba de Envejecimiento Acelerado	19
2.4.3 Pruebas Magnéticas	19
2.4.4 Análisis Térmico	20

3.	DISCUSION DE RESULTADOS	21
3.1	PREPARACION DEL MATERIAL FERROMAGNÉTICO	21
3.1.1	Molienda y Tamizado	21
3.2	ANALISIS DE LA VISCOSIDAD	22
3.3	ESTABILIDAD EN LAS MEZCLAS	23
3.3.1	Confiability en la Técnica	23
3.4	RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA CUANTITATIVA DE ESTABILIDAD	25
3.4.1	Resultados de la prueba cuantitativa de estabilidad para la pintura en base disolvente varsol	26
3.4.2	Resultados de la prueba cuantitativa de estabilidad para la pintura en base disolvente agua	27
3.5	CARACTERIZACION DE LA PINTURA FERROMAGNETICA	29
3.5.1	Pruebas Físicas	29
3.5.2	Prueba acelerada de Envejecimiento	31
3.5.3	Pruebas Magnéticas	31
3.5.4	Análisis Termico	32
3.6	DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA A ESCALA SEMI-INDUSTRIAL DE PINTURA FERROMAGNETICA	32
3.7	APLICACIONES DE LA PINTURA FERROMAGNETICA	33
4.	CONCLUSIONES	34
5.	RECOMENDACIONES	35
	BIBLIOGRAFÍA	36
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Materias primas comerciales para la elaboración de pinturas	40
Tabla 2. Tipos de pintura a base agua	40
Tabla 3. Propiedades de los Solventes	41
Tabla 4. Tipos de pigmentos blancos	42
Tabla 5. Pinturas en base a disolventes	42
Tabla 6. Tipos de barnices y sus respectivos componentes	43
Tabla 7. Resultados Obtenidos del Análisis Cuantitativo de la Calamina	12
Tabla 8. Pintura a base disolvente varsol, sin material ferromagnético	15
Tabla 9. Pintura a base disolvente agua, sin material ferromagnético	15
Tabla 10. Viscosidad de las Mezclas con Pintura a Base Disolvente Varsol	51
Tabla 11. Viscosidad de las Mezclas con Pintura a Base Disolvente Agua (Vinílica Tipo I)	51
Tabla 12. Presentación de los datos obtenidos en la determinación cuantitativa de la estabilidad de las mezclas para la pintura a base disolvente varsol	52
Tabla 13. Presentación de los datos obtenidos en la determinación cuantitativa de la estabilidad de las mezclas para la pintura a base disolvente Agua	53
Tabla 14. Resultado del análisis del tamizado	21
Tabla 15. Margen de error resultante para la pintura ferromagnética a base disolvente varsol	24
Tabla 16. Margen de error resultante para la pintura ferromagnética a base disolvente agua	25
Tabla 17. Resultado de la prueba de estabilidad cuantitativa para la pintura en base disolvente varsol	54
Tabla 18. Resultado de la prueba de estabilidad cuantitativa para la pintura en base disolvente agua	55
Tabla 19. Datos obtenidos para la determinación del espesor de la película	109
Tabla 20. Datos obtenidos para la prueba de adhesión magnética	109
Tabla 21. Formulación de las primeras veinte mezclas para la pintura a base disolvente varsol	50
Tabla 22. Formulación de las primeras veinte mezclas para la Pintura a base Agua	50

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 1.	Fotografía del material ferromagnético (Calamina)	9
Figura 2.	Diagrama del procedimiento para la Selección y Preparación del material Ferromagnético	56
Figura 3.	Mecanismo del Separador Magnético	14
Figura 4.	Diagrama del procedimiento para la Formulación de las Mezclas	57
Figura 5.	Diagrama del procedimiento para el Análisis de Estabilidad de las Mezclas	58
Figura 6.	Diagrama del procedimiento para la Caracterización y Aplicación de las Pinturas Ferromagnéticas	59
Figura 7.	Fracción de Masa vs Tiempo de Molienda	21
Figura 8.	Comparación entre la viscosidad de las primeras veinte muestras en base disolvente varsol con respecto a la viscosidad del barniz comercial	22
Figura 9.	Comparación entre la viscosidad de las primeras veinte muestras en base disolvente agua con respecto a la viscosidad de la pintura vinílica tipo I comercial	23
Figura 10.	Margen de error para la pintura ferromagnética en base disolvente varsol	24
Figura 11.	Margen de error para la pintura ferromagnética en base disolvente agua	25
Figura 12.	Análisis de Estabilidad para las mezclas preparadas de la pintura en base disolvente varsol	26
Figura 13.	Análisis de Estabilidad para las mezclas preparadas de la pintura en base disolvente Agua	27
Figura 14.	diagrama triangular de la pintura ferromagnética en base disolvente varsol	28
Figura 15.	diagrama triangular de la pintura ferromagnética en base disolvente agua	29
Figura 16.	Análisis de TGA de la pintura vinílica ferromagnética con la composición escogida	49
Figura 17.	Viscosímetro Brookfield Programable modelo DV-III + Rheometer.	60
Figura 18.	Agitador	60
Figura 19.	Microscopio LABOPHOT-2 marca NIKON modelo M088E.	60
Figura 20.	Analizador termogravimétrico TGA 2050.	60
Figura 21.	Molino de bolas	61
Figura 22.	Juego de tamices de la serie Tyler	61
Figura 23.	Separador magnético	61

Figura 24.	Horno de convección forzada	61
Figura 25.	Aspecto de las probetas antes de pasar por el Horno convectivo: A. Pintura base vinílica tipo I; B. Pintura ferromagnética + pintura vinílica base; C. pintura ferromagnética	62
Figura 26.	Aspecto de las probetas después de pasar por el Horno convectivo: A. Pintura base vinílica tipo I; B. Pintura ferromagnética + pintura vinílica base; C. pintura ferromagnética	62
Figura 27.	Homogeneidad superficial de la pintura vinílica ferromagnética seleccionada	63
Figura 28.	Fotografía de la toma de la densidad a la pintura vinílica ferromagnética	105
Figura 29.	Fotografía de la toma del pH a la pintura vinílica ferromagnética	105
Figura 30.	Ficha técnica de la resina utilizada para la elaboración de la pintura ferromagnética	111
Figura 31.	Ficha técnica del antioxidante utilizado para la elaboración de la pintura ferromagnética	112
Figura 32.	Resultado gráfico del ensayo para la determinación del espesor de la película	30
Figura 33.	Análisis de TGA para el estabilizante CMC utilizado en la elaboración de la pintura ferromagnética en base agua	47
Figura 34.	Análisis de TGA para la pintura patrón en base disolvente varsol	47
Figura 35.	Análisis de TGA para la pintura patrón en base disolvente agua	48
Figura 36.	Análisis de TGA para el estabilizante aerosil utilizado en la elaboración de la pintura ferromagnética en base disolvente varsol	48
Figura 37.	Imagen de aplicación de la pintura ferromagnética (vista frontal y lateral)	107
Figura 38.	Imagen de aplicación de la pintura ferromagnética (sosteniendo un cuadro)	102
Figura 39.	Imagen de aplicación de la pintura ferromagnética (sosteniendo artículos de oficina)	102

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A. Objetivos	39
Anexo B. Tablas de las Características para los Barnices y Pinturas Vinílicas	40
Anexo C. Diagrama General de las Etapas Metodológicas para la Elaboración de la Pintura Ferromagnética	44
Anexo D. Resultado del Análisis Cuantitativo por Difracción de Rayos X (Calamina)	45
Anexo E. Resultado del Análisis Termogravimétrico (TGA) realizado a la pintura Vinílica Tipo I, al Barniz, junto con los estabilizantes Aerosil y CMC	47
Anexo F. Tablas de Datos Obtenidos en el Análisis Cuantitativo de los dos tipos de Pintura Ferromagnética	50
Anexo G. Diagrama Secuencial de los Procedimientos para las Etapas metodológicas	56
Anexo H. Equipos Utilizados para las Pruebas de Obtención de la Pintura Ferromagnética	60
Anexo I. Registro Fotográfico del resultado de la prueba de envejecimiento realizado en el horno de convección forzada a tres probetas con pintura vinílica ferromagnética	62
Anexo J. Registro Fotográfico de la Homogeneidad Superficial de la Pintura Ferromagnética	63
Anexo K. Tratamiento de Datos	64 67
Anexo L. Generalidades para el Diseño de la Planta de Pinturas Ferromagnéticas a Escala Semi industrial	
Anexo M. Estudio de Mercado	71
Anexo N. Estudio Técnico (diagramas para la planta de producción de pintura vinílica ferromagnética)	86
Anexo O. Diseño, Identificación y Descripción de las Operaciones Principales para la Planta	88
Anexo P. Especificaciones de los Equipos	92
Anexo Q. Análisis Económico	96
Anexo R. Registro fotográfico de la toma de densidad y pH a la pintura vinílica ferromagnética.	105
Anexo S. Aplicaciones	107
Anexo T. Tablas de resultados de las pruebas de aplicación para la pintura ferromagnética en base agua	109
Anexo U. Ficha Técnica del los componentes Resina y Antioxidante utilizados	111

RESÚMEN

TÍTULO: OBTENCIÓN, EVALUACIÓN DE PINTURA FERROMAGNÉTICA Y DISEÑO DE UNA PLANTA A ESCALA SEMI-INDUSTRIAL.*

AUTOR(ES): DIANA CAROLINA PIERUCCINI RAMIREZ.
VIVIANA QUINTERO DALLOS.**

PALABRAS CLAVES: Óxidos de hierro, material ferromagnético, pintura ferromagnética.

DESCRIPCIÓN

En el presente trabajo se estudió la posibilidad de obtener una pintura con propiedades ferromagnéticas, como alternativa nueva, práctica y rentable en la industria y la vida cotidiana, de esta forma se analizaron y se compararon dos tipos de pintura una en base disolvente varsol y otra en base Agua; de acuerdo con la facilidad y la demanda en el mercado.

Como carga ferromagnética se utilizó un compuesto conocido como calamina formado principalmente por minerales como hematita, magnetita, entre otros, el cual posee propiedades magnéticas y presenta buena relación calidad-precio, disponibilidad comercial y facilidad de reducción de tamaño, por otro lado se encontró que el tamaño de partícula más adecuado para incorporarlo en la mezcla y mantener la estabilidad en ella es por debajo de 37 micras.

Mediante el ensayo propuesto para la estabilidad de la mezcla se tomó como mejor opción de formulación la presentada al incorporar a la mezcla 41% de óxidos de hierro para la pintura en base agua y 37,7% de óxidos de hierro para la pintura en base disolvente varsol, a partir de este resultado, se encontró una pintura ferromagnética que con los requerimientos de una pintura comercial y además proporciona propiedades magnéticas, finalmente se diseñó una planta para su producción a escala semi-industrial y se demostró su viabilidad económica.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Ingeniería Química. Director: Ramiro Augusto Salazar Larota, Ingeniero Químico, Ph.D.

SUMMARY

TITLE: OBTENTION, EVALUATION OF FERROMAGNETIC PAINT AND DESIGN PLANTS TO SCALE SEMI-INDUSTRIAL.*

**AUTHORS: DIANA CAROLINA PIERUCCINI RAMIREZ.
VIVIANA QUINTERO DALLOS.****

KEY WORDS: oxides of iron, ferromagnetic material, ferromagnetic paint.

DESCRIPTION

In the present work there was studied the possibility of obtaining a painting with properties ferromagnetic, as new, practical and profitable alternative in the industry and the daily life, of this form they were analyzed and two types of painting were compared one in dissolvent base varsol and different in base It Waters down; in agreement with the facility and the demand on the market.

Since load ferromagnetic was in use a compound known like calamina formed principally for minerals as hematita, lodestone, between others, which possesses magnetic properties and good relation presents quality - price, commercial availability and facility of reduction of size, on the other hand one found that the size of particle most adapted to incorporate it in the mixture and to support the stability in her is below 37 microns.

By means of the essay proposed for the stability of the mixture the presented one took as a better option of formulation on having incorporated into the mixture 41 % of oxides of iron for the painting in base it waters down and 37,7 % of oxides of iron for the painting in dissolvent base varsol, from this result, a painting was ferromagnetic that with the requirements of a commercial painting and besides it provides magnetic properties, finally a plant was designed for his production to semi-industrial scale and his economic viability was demonstrated.

* Work of Degree.

** Faculty(power) of Engineerings Físicoquímicas. Chemical engineering. The director: Ramiro Augusto Salazar La rota, Chemical Engineer, Ph. D.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo en la industria de pinturas, barnices y lacas ha estado vinculado a la evolución de algunos sectores industriales y al de construcción. Estos productos son indispensables para la preservación y decoración de todo tipo de estructuras arquitectónicas e industriales.

En la actualidad, debido al problema económico y ambiental (obligatoriedad del cumplimiento de las leyes ambientales) que genera la disposición final de los residuos industriales; las industrias y la academia, redoblan esfuerzos y orientan sus investigaciones hacia el cómo reutilizar los residuos para no contaminar y a la vez darle valor agregado, mediante su uso como componente o materia prima para la obtención de un producto de interés comercial. Es entonces, donde el reciclaje surge como alternativa de solución para evitar la acumulación de residuos industriales, bien sea para el mismo proceso o para otros donde su reutilización genera ganancias. Dichas investigaciones encuentran diversas aplicaciones en la vida cotidiana. Por ser dicha problemática una consecuencia de los procesos industriales y relacionados con el que hacer del ingeniero químico, es su deber plantear alternativas de solución que estén relacionadas con su ejercicio.

La propuesta que se presenta a continuación, tiene las anteriores connotaciones y su temática de investigación radica en la profundización de los conocimientos acerca de la obtención y estabilidad de las de pinturas ferromagnéticas. Partiendo de aspectos tales como; una distribución de tamaños de micropartículas inferiores a los 37 micrómetros de material ferromagnético, influencia de los nanocomponentes de la mezcla mas relevantes en la estabilidad de la pintura como la resina, disolvente y estabilizante.

El siguiente trabajo, presenta cuatro aspectos en su desarrollo; en la primera parte, se hace una exposición resumida de los conceptos teóricos fundamentales en la industria de los recubrimientos, los cuales constituyen puntos estratégicos para el planteamiento experimental; en la segunda parte, se presenta el desarrollo experimental enfocado en etapas metodológicas que describen en detalle el procedimiento utilizado para la obtención de la pintura ferromagnética; la tercera parte, corresponde a los resultados obtenidos en el desarrollo experimental; en la última fase se presenta un diseño preliminar de una planta a escala semi-industrial para la producción del producto, con base a los resultados encontrados experimentalmente.

1. MARCO TEORICO

A Continuación se presentan los conceptos fundamentales de los recubrimientos para desarrollar y obtener una pintura ferromagnética, así como también, las propiedades y características que influyen en la estabilidad de dicha mezcla al agregar el material ferromagnético, que en este caso actúa a la vez como pigmento.

1.1 CONCEPTOS BASICOS

Los productos de recubrimiento como las pinturas, lacas y barnices sirven para proteger todo tipo de estructuras arquitectónicas de la inflexibilidad de los años. Conociendo la aplicación particular, los recubrimientos deben cumplir con requisitos como poder de ocultamiento, color, resistencia al clima, capacidad de ser lavada, brillo, propiedades anti-corrosivas en los metales y consistencia, según sea su forma de aplicación (con brocha, rodillo o por aspersion); estos requerimientos dependen de la elección de pigmentos, diluyentes y vehículos por el formulador de pinturas.

Existen dos grandes categorías: los recubrimientos arquitectónicos y los industriales; este último, elaborado a partir de los mismos elementos que componen las pinturas pero utilizan resinas específicas que suministran resistencias superiores. En la escala arquitectónica se encuentran todas aquellas pinturas, lacas y barnices empleados para recubrir edificaciones, muebles y similares.

1.2 MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACION DE PINTURAS, BARNICES Y LACAS

Genéricamente, los materiales o sustancias utilizadas en la elaboración de pinturas, barnices y lacas pueden agruparse en cuatro categorías: pigmentos, aglutinantes, disolventes y aditivos menores. En el **anexo B** (tabla 1) se ilustra las materias primas más utilizadas en su fabricación.

1.2.1 Disolventes. Los disolventes son líquidos que se agregan al vehículo con el fin de aumentar el grado de fluidez. Los disolventes se evaporan dejando un residuo de pigmentos y aglomerantes que forman películas decorativas y protectoras mediante diferentes procesos de secado y endurecimiento. Se han establecido diversos métodos de clasificación de los disolventes, por su composición química, procedencia, características generales y propiedades físicas; sin embargo, a causa del amplio margen de propiedades superpuestas es muy difícil, encontrar una clasificación que se acomode a todas las exigencias, por tanto, según la naturaleza química, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- **Agua.** Es el disolvente más común que existe y se utiliza principalmente para pinturas al temple, pinturas plásticas, pinturas a la cal, al cemento o silicato, algunos tipos de pinturas epoxi, esmaltes acrílicos, etc. Se usa solo y en combinación con alcoholes, eter-alcohol.

- **Hidrocarburos¹.** Comercialmente los hidrocarburos encontrados en los disolventes se pueden dividir en tres clases:

Hidrocarburos cíclicos no saturados: Donde se encuentra hidrocarburos aromáticos de la serie del benceno tales como tolueno, xileno (orto, meta, para) etil benceno, y otros derivados alquídicos del benceno como el metil, propil y butil benceno.

Hidrocarburos cíclicos saturados: (naftalenos) tales como el ciclopentano, ciclohexano, y sus derivados, principalmente el de di-y trimetilo, etilo y butilo.

Hidrocarburos saturados de cadena abierta:(parafinas o alifáticos) tales como hexano, heptano, nonato, undecano, dodecano y sus isómeros.

1.2.2 Aglutinantes. Son sustancias normalmente orgánicas, cuya función principal es dar protección; se pueden utilizar en forma sólida, disueltos o dispersos en solventes orgánicos volátiles, en solución acuosa o emulsionados en agua. Estas sustancias comprenden los aceites secantes, resinas naturales y resinas sintéticas. Entre los aceites secantes, el más utilizado es el aceite de linaza. Las resinas naturales en su

¹ Ver **Anexo B** (Tabla No.3 Propiedades de los solventes. Fuente: Saint and Barniz Manufacture).

mayoría son de origen vegetal, con excepción de la goma laca; actualmente, su uso ha declinado considerablemente debido al desarrollo de un gran número de resinas sintéticas. Entre las resinas sintéticas más utilizadas se encuentran las resinas alquídicas, acrílicas, fenólicas, vinílicas, epóxicas, de caucho clorado, de poliuretano y de silicona. De todas éstas, la primera es la más utilizada. El principal productor de resinas es la compañía Unión Carbide, aunque, en Colombia, algunos fabricantes de pintura o sus subsidiarias los producen. Ejemplos de este último podrían ser los casos de Lumitón el cual se auto-abastece y Pintuco el cual las produce a través de Andercol, su subsidiaria. En el **anexo U** se presenta la ficha técnica de la resina utilizada para la elaboración de la pintura vinilica ferromagnética (figura 30).

1.2.3 Pigmentos. Los pigmentos son productos minerales u orgánicos finamente divididos, insolubles por sí solos en el medio líquido de la pintura; dentro de sus propiedades se encuentran: dar color a la pintura, aumentar la dureza, adhesión, durabilidad, de la película; mejorar la resistencia de la capa de pintura a los efectos del medio ambiente; reducir el brillo; modificar las propiedades de flujo y aplicación. Se clasifican de acuerdo a su origen en pigmentos naturales o minerales, pigmentos artificiales y pigmentos orgánicos y de acuerdo a su color en pigmentos blancos y pigmentos amarillos.

1.2.3.1 Mezcla de Pigmentos. En la industria de pinturas los colores se obtienen por mezcla de pigmentos, para tal efecto se utilizan molinos generalmente de bolas que producen polvos suficientemente homogéneos. No se deben olvidar las incompatibilidades químicas o técnicas de los constituyentes.

1.2.3.2 Pigmentos de Relleno. Es común utilizar en todas las pinturas aparte del pigmento base que da el color, otros pigmentos llamados cargas o extendedores, que son sustancias inertes de bajo poder colorante u opacificante incorporadas a las pinturas por razones técnicas y económicas.

1.2.4 Aditivos. Son materiales empleados, por regla general en pequeñas proporciones para modificar las características generales de diferentes maneras. Debe indicarse que un aditivo específico tiene diferentes grados de efectividad, dependiendo de la fórmula a la cual pertenece. Las propiedades a tener en cuenta para la escogencia de los aditivos son: la dispersión, la estratificación y flotación, la suspensión del pigmento, el aumento y disminución de la viscosidad, el incremento y disminución de la fluidez, el aumento y disminución del brillo, inhibición de formación de pieles, pérdida de secado y fungicida.

1.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PINTURAS Y BARNICES

1.3.1 Pinturas. Las pinturas se pueden definir como recubrimientos sólidos y opacos, que sirven para la aplicación de capas delgadas. Esta compuesta de dos partes principales: pigmento y vehículo. El pigmento se encuentra adecuadamente disperso en un líquido compuesto por una resina o aceite y un solvente generalmente volátil; este líquido es el denominado vehículo². Los aceites cumplen la función de ayudar a formar una película protectora y plastificada que permite que los pigmentos queden fijos en la superficie donde se aplicaron. Para alcanzar las propiedades específicas en un tipo de pintura se requiere escoger apropiadamente la combinación de pigmentos, difusores y vehículos siguiendo lo que se conoce como volumen de concentración del pigmento (PVC)³, es decir, la participación del volumen del pigmento en el volumen total de la pintura. En gran medida este indicador sirve para controlar factores como brillo, reflejo, durabilidad, y comportamiento frente al lavado.

Según el uso específico de las pinturas se pueden citar los siguientes tipos más comunes en el mercado:

1.3.1.1 Pinturas en base agua. Estas pinturas generalmente están compuestas de agua, pigmentos, extensores de tiempo de secado (sustancias secantes), agentes

²Austin George, Shreve's Chemical Process Industries, McGraw-Hill International Editions.

³ Pigment Volume Concentration = Volume of pigment in paint / (volume of pigment in paint + volume of non volatile vehicle constituents in paint).

dispersantes, preservantes, amoníaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina. La elaboración de esta pintura se inicia con la adición de agua, amoníaco y agentes dispersantes a un estanque de premezcla. Posteriormente, se adicionan los pigmentos y agentes extensores. Una vez realizada la premezcla, y dependiendo del tipo de pigmento, el material pasa a través de un equipo especial de molienda, donde ocurre la dispersión y luego se transfiere a un estanque de mezclamiento con agitación. En éste se incorporan las resinas y los plastificantes, seguidos de preservantes, antiespumantes y finalmente la emulsión de resina. Por último, se agrega el agua necesaria para lograr la consistencia deseada. Luego de mezclar todos los ingredientes, el producto obtenido es filtrado para remover pigmentos no dispersos (mayores a 10 µm), siendo posteriormente envasado en tarros y embalado.

En el **anexo B** (tabla 2) se muestran los diferentes tipos de pinturas en base agua, presentes en el mercado, con sus respectivas composiciones.

1.3.1.2 Pinturas en base a disolventes. Las pinturas basadas en disolventes incluyen un disolvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes. En el **anexo B** se encuentra la tabla No. 5 Tipos de Pinturas en base a disolventes.

Los pasos en la elaboración de pinturas cuyo vehículo es un disolvente son similares a los descritos anteriormente. Una vez que se ha completado la mezcla, el material se transfiere a un segundo estanque de mezclamiento, en donde se adicionan tintes y solventes. Obtenida la consistencia deseada, la pintura se filtra, envasa y almacena. Cabe hacer notar que en este proceso también es posible usar un estanque de premezcla y un molino en lugar del mezclador de alta velocidad.

Otros aditivos, usados con propósitos especiales, en ambos tipos de pinturas son las sustancias antibacterianas, estabilizantes, tensoactivos y agentes para ajuste de pH.

1.3.2 Barnices. Los barnices son dispersiones coloidales incoloras, constituidas por una solución de resinas sintéticas o naturales mezcladas en aceites o thinner. Se caracterizan por ser incoloros, por lo que tienen menor resistencia a la luz que las pinturas, pero su película transparente permite acentuar la textura de la superficie recubierta. Las resinas utilizadas como materia prima en la fabricación de barnices tienen un origen natural como es el caso de resinas provenientes de diferentes variedades de pinos y de fósiles, o son resinas sintéticas como las acrílicas, epóxicas, nitrocelulósicas y fenólicas.

Los tipos principales de barnices con sus constituyentes se encuentran en la tabla No. 6 Pinturas en base a disolventes del **anexo B**.

1.4 PINTURAS FERROMAGNETICAS

La idea de crear una pintura con propiedades ferromagnéticas surge debido a la necesidad de crear materiales líquidos que no posean esta propiedad.

Consisten en micropartículas con propiedades ferromagnéticas (Hierro, óxidos de hierro, etc.), que se encuentran suspendidas o dispersas de forma estable ("estabilidad" con respecto al tiempo de almacenamiento, debido principalmente al tamaño de las partículas, cantidad de estabilizante usado, viscosidad de la mezcla, entre otros factores) en una pintura a base de agua u otros disolventes orgánicos; Se adiciona a esta mezcla tensoactivos con cargas, los cuales hacen que interactúen las partículas como si fueran esferas duras, formándose en la solución una red entre las cargas, la cual estabiliza los coloides (compuestos formados en la pintura), que además de poseer las energías características de todo fluido (energía de presión, energía cinética y energía gravitacional), al interactuar con un campo magnético externo presenta una atracción. De esta manera, la combinación de estas energías permite una serie de útiles aplicaciones. Por ejemplo, la interacción entre magnetismo y presión puede ser utilizada para diseñar un tapón magnético en un tubo que une los recipientes con gas a distintas presiones. Un tapón hecho con fluido normal se

movería hasta que las presiones quedaran equilibradas. Un ferrofluido se mantiene en su posición enfocando un campo magnético, ya que si el tapón se mueve un poco hacia la región de baja energía, la fuerza magnética lo detendrá. Al ser la energía cinética y gravitacional constantes, el decremento de la energía debido a la presión debe ser compensado por un aumento de energía magnética y viceversa.⁴

1.4.1 Calamina de Óxidos de Hierro. Compuesto formado principalmente por Fe_3O_4 , Fe_2O_3 y FeO . Se presenta en masas densas, frágiles y de color oscuro, lo mismo el trazo que produce, con brillo metálico, densidad $3,067 \text{ g/cm}^3$. En la figura No.1 se observa la calamina de óxidos de hierro la cual posee propiedades magnéticas y la variedad que suministra los mejores imanes naturales. Suele presentarse en forma de esquirlas, y en algunos casos como residuos de las industrias siderúrgicas de nuestro país.

Para nuestro caso, la calamina de óxidos de hierro se considera como el pigmento de las pinturas ferromagnéticas a elaborar.

Figura 1 Fotografía del material ferromagnético (calamina)



1.5 EFECTO DE LA VISCOSIDAD EN LA MEZCLA PARA LOS RECUBRIMIENTOS

La formulación de la mezcla, se basa en el estudio de la proporción de las cargas que intervienen en esta; así como en el control de sus propiedades (color, durabilidad, brillo, viscosidad, etc). Cuando una pintura está en reposo tiene un aspecto

⁴ Salazar Ramiro. Chaparro Leydy. OBTENCIÓN, CARACTERIZACION Y APLICACION DE PINTURAS MAGNETICAS. Tesis de Grado UIS.2002

gelatinoso; si se somete a agitación las partículas se separan y disminuye la viscosidad. Luego se puede hablar de dos rangos de viscosidad: uno alto cuando está en reposo y uno bajo cuando se agita. Si la floculación tiene lugar lentamente, la viscosidad medida a bajos grados de esfuerzo cortante, aumenta con el tiempo durante el período de reposo después de una agitación adecuada. Cuando esto sucede se dice que la pintura es **tixotrópica**. Si no hay dependencia con el tiempo o con el tratamiento previo de la pintura, y si la viscosidad disminuye al aumentar el esfuerzo cortante, entonces se dice que la pintura es **pseudoplástica**. Si se requiere un esfuerzo umbral antes de que la pintura fluya, el comportamiento de la viscosidad se dice que es **plástico**. Todos estos comportamientos, son contrarios al comportamiento newtoniano, y por ello se agrupan bajo la denominación de **viscosidad no Newtoniana**. Presentando de esta forma, una facilidad de aplicación ya que la viscosidad sube tan pronto la pintura se inmoviliza sobre el objeto al que cubre; normalmente al incrementar la superficie del área a pigmentar, la estructura y la concentración aumentan la viscosidad del recubrimiento. Una viscosidad no Newtoniana en la pintura se conseguirá con un elevado nivel de pigmentos. Existe un fenómeno llamado **dilatancia** que se produce cuando se sedimentan los pigmentos y que consiste en el aumento de fluidez en el reposo y el ascenso de la viscosidad; lo que representa un problema cuando se agita llegando a solidificar la pintura.⁵

Se finaliza este capítulo con la estabilidad de la mezcla; pretendiendo encontrar ésta en cada ensayo. Teniendo en cuenta lo anterior se da paso al desarrollo experimental del presente trabajo de grado.

⁵ Columbian Chemicals Company. World headquarters Marietta, Georgia USA

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Partiendo de la formulación de la mezcla patrón obtenida de la literatura, se realizó un análisis con diferentes experimentos, en el cual se cuantificaron las cantidades de componentes para la obtención de la mezcla final y se realizó la caracterización de la misma.

A continuación, la explicación de las etapas metodológicas⁶ que se llevaron a cabo para la obtención de la pintura ferromagnética óptima:

2.1 REVISION BIBLIOGRAFICA

Esta etapa se dedica a la búsqueda de conceptos teóricos que fundamenten el desarrollo experimental que se propone. De esta manera se analizan los diferentes tipos de pinturas, partiendo de factores como el grado de interacción, la toxicidad, afinidad del componente magnético agregado, el precio, agentes influyentes en la estabilidad de la mezcla (resina, disolvente y estabilizantes), uso en el mercado y precios. Por otra parte se discuten los diferentes tipos de materiales ferromagnéticos sus ventajas y desventajas para utilizarlo como un agregado. También se realiza un estudio explorativo sobre el impacto del producto en el mercado y de esta forma realizar un diseño preliminar de una planta a escala semi-industrial para una determinada producción de la pintura ferromagnética con base a la información recopilada.

2.2 SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL FERROMAGNETICO

Teniendo en cuenta la posibilidad de utilizar un producto ferromagnético que actualmente se encuentre en grandes cantidades en el mercado y partiendo de factores como propiedades magnéticas aceptables, bajo costo y facilidad en la

⁶ Anexo C (Diagrama de flujo de las etapas metodológicas)

reducción de tamaño se escogió los óxidos de hierro; residuo resultante de las industrias siderúrgicas. Posteriormente, se realiza un análisis cuantitativo por difracción de rayos X, para determinar su composición. En el **anexo G** se encuentra el diagrama del procedimiento para la selección y preparación del material ferromagnético (Figura 2).

2.2.1 Análisis Cuantitativo por difracción de rayos X. Mediante la técnica instrumental por difracción de rayos-X⁷; se obtiene la caracterización de de los residuos de óxidos de hierro empleados. A continuación se presenta los resultados obtenidos.

Tabla No. 7 Resultados Obtenidos del análisis cuantitativo de los residuos de óxidos de hierro empleados.

FASE	No. TARJETA PDF-2	NOMBRE	CUANTITATIVO	
Cristalinos	Fe ₃ O ₄	89-4319	Magnetita	13.61%
	Fe ₉₆₃₀ O	74-1882	WPlustita	21.92%
	Fe ₂ O ₃	89-2810	Hematita	3.15%
	Si O ₂	85-1780	Cuarzo	-
	Fe O	89-687	Wuestita	-
	Amorfos		61.32%	

Los resultados reportados corresponden a las fases que mostraron mayor coincidencia con el centro de las bandas. No se reporta las proporciones de cuarzo, y wuestita debido a que sus reflexiones más intensas no aparecen bien definidas en el difractograma, lo cual dificulta su cuantificación.

2.2.2 Preparación del material ferromagnético (Molienda, clasificación y separación Magnética). El material ferromagnético (residuos de óxidos de hierro), presenta forma de esquirlas, por lo que es necesario realizar una preparación teniendo en cuenta, el tamaño de partícula que se necesita y la presencia de sólo material ferromagnético.

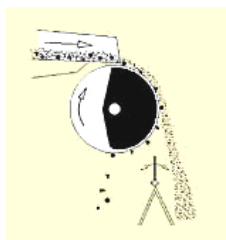
2.2.2.1 Molienda. Se utilizó el molino de bolas de la escuela de ingeniería Química (Ver **anexo H**, Figura 21); en el cual la mayor parte de la reducción se

⁷ Anexo D (Resultados del análisis cuantitativo por difracción de rayos X)

produce por impacto de la caída de las bolas desde cerca de la parte superior; cuenta con una capacidad de 2 kg, empleando una velocidad estándar de 46 rpm; los cuerpos moledores constituyeron 35 bolas de acero en tres diferentes tamaños (con diámetros de: $\frac{3}{4}$ pulgada, 1 pulgada y $1 \frac{9}{16}$ pulgada) para garantizar una mejor homogenización del material. Operando con un 1kg del material, se pretende determinar el tiempo necesario, para llevarlo al tamaño de partícula deseado; este tiempo comprende también la carga, descarga y acomodamiento del material. Para determinar el tiempo del trabajo del molino, se hacen corridas en intervalos de dos horas, tomando una muestra representativa de cada corrida, dichas muestras se pesan y se pasan por el tamiz, calculando el porcentaje de material inferior a la malla 400, con respecto al peso de la muestra tomada. De esta manera, se puede calcular el tiempo requerido por el molino para obtener el mayor porcentaje de material con tamaño inferior a 37micras.

2.2.2.2 Separación Magnética. Para garantizar que el material a trabajar contenga sólo elementos que suministren la propiedad ferromagnética se realiza una separación utilizando un separador Magnético (marca DAWAO. Ver **anexo H**. Figura No.23 Escuela de Metalúrgica). Este equipo, trabaja en discontinuo, a base seca, consta de una tolva, una banda transportadora que funciona de forma vibratoria, un rodillo giratorio el cual dispone de un circuito magnético fijo, formado por un banco de imanes de ferrita en circuito de alto gradiente, y regulable mediante el soporte contrario al accionamiento y de una envolvente giratoria accionada directamente por el eje de accionamiento. El producto se deposita o cae sobre la envolvente del tambor. Este procedimiento se realizó mediante dos pruebas; en la primera se hace la separación magnética antes de su reducción y la segunda se realiza después de molerlo; esto con el fin de encontrar la mayor eficiencia de la separación. Sin embargo se observó que no hay una diferencia significativa en las dos formas de separación del material.

Figura No. 3 Mecanismo del separador Magnético



2.2.2.3 Clasificación. El tamizado se basa en la separación selectiva de los materiales irregularmente granulados por tamices con mallas redondas o cuadradas. Se maneja un tamiz malla 400 que equivale a un tamaño de partícula de $37 \mu m$. (Ver **Anexo H**. Figura No.22). De esta forma, se tamizó 400 gramos de óxidos de hierro, en intervalos quivalentes a 70 gramos, debido a las características de la malla y el material utilizado; teniendo en cuenta que el tiempo por corrida es de una hora. Se etiquetaron bolsas con cierre hermético para almacenar los óxidos de hierro en polvo y distinguir el material retenido por la malla 400 y la cantidad de material acumulado inferior a $37 \mu m$. Se seleccionó el material que pasó por la malla 400. La muestra que no cumplió con los requisitos de tamaño anteriormente expuestos se llevó nuevamente al molino de bolas, durante un tiempo aproximado de 1 hora y después se hizo la clasificación de las partículas para seleccionar las que pasaban la malla mencionada. Este procedimiento se llevó a cabo en varias oportunidades hasta convertir la mayor cantidad de calamina en polvo.

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica; se eligieron dos tipos de pintura: La primera es un barniz que utiliza como disolvente Varsol y la segunda es una pintura a base agua tipo I.

2.3. FORMULACION DE LAS MEZCLAS

Para fijar una mezcla que se caracterice por presentar además de un buen intervalo de estabilidad; una cantidad considerable de material ferromagnético; se prepararon mezclas con diferentes proporciones de resina, disolvente y material ferromagnético,

que posteriormente fueron agregadas a una cantidad estándar de 30ml de pintura comercial; adicionalmente, a estas mezclas se les agregó el 1%, de estabilizante, con respecto a la cantidad de material ferromagnético agregado; empleando así para la pintura en base disolvente varsol, Aerosil y para la pintura en base agua tipo I, se utilizó el CMC. Esto con el fin de mantener las partículas en suspensión. En el **anexo F** se presentan las formulaciones de las primeras veinte mezclas preparadas para cada tipo de pintura (tabla 21 y tabla 22).

Tabla 8. Pintura a base disolvente (varsol), sin material ferromagnético

Temperatura Utilizada en la mufla (°C)	Tiempo de residencia	Cantidad residual de la pintura (mg)
450	3horas	0.07611

Tabla 9. Pintura en base agua, sin material ferromagnético

Temperatura Utilizada en la mufla (°C)	Tiempo de residencia	Cantidad residual de la pintura (mg)
550	4horas	11.32

Los estabilizantes y antioxidantes utilizados no presentan gran incidencia en el peso residual de la pintura, ya que del análisis termogravimétrico realizado a estos dos componentes, se muestra que a la temperatura de trabajo la cantidad presente es mínima.

2.3.1 Procedimiento. Se vierte cierta cantidad de cada mezcla en diferentes crisoles previamente pesados; se introducen en la mufla a las condiciones establecidas. Transcurrido el tiempo de residencia, las mezclas son nuevamente pesadas y de esta forma se puede calcular la cantidad de óxidos de hierro presente en la muestra. En el **anexo F** (tabla 17 y tabla 18) se presenta en forma tabulada los datos relacionados con el procedimiento descrito.

La ecuación (1) representa la cantidad material ferromagnético presente en la muestra líquida.

$$C_{M.F.M.L} = \frac{P_{ML} * P_{CT}}{P_{MT}} \quad (1)$$

Donde

$C_{M.F.M.L}$ = Cantidad de material ferromagnético presente en la muestra líquida (antes de introducirse en la mufla).

P_{ML} = Peso de la muestra líquida

P_{CT} = Peso del material ferromagnético en la mezcla total

P_{MT} = Peso de la mezcla total

La ecuación (2) representa la cantidad material ferromagnético presente en la muestra seca.

$$C_{M.F.M.S.} = P_{MS} - P_{ERB} \quad (2)$$

Donde

$C_{M.F.M.S.}$ = Cantidad de material ferromagnético presente en la muestra seca, (después de salir de la mufla)

P_{MS} = Peso de la muestra seca

P_{ERB} = Peso estándar de la cantidad residual de pintura base

Para el criterio de "estabilidad" en las muestras de pintura ferromagnética, se tomó un tiempo de dos semanas (en reposo) y en la metodología se tuvo en cuenta la confiabilidad del ensayo (porcentaje de error o de reproducibilidad).

2.3.2 Confiabilidad en la técnica. Se selecciona aleatoriamente una mezcla de cada pintura analizada; muestra No. 5 (tabla 9) para la pintura en base agua tipo I y muestra No. 4 (tabla 8) para la pintura en base disolvente varsol (ver tablas en el **anexo F**).

De cada mezcla seleccionada se toman cinco muestras de igual peso (5 gramos) y se realiza el procedimiento descrito anteriormente. Con el resultado arrojado se

puede calcular el porcentaje de error, el cual se toma como criterio para la estabilidad en las mezclas (ecuación (3)).

$$\%Error = \frac{C_{cala\ min\ aML} - C_{cala\ min\ aMS}}{C_{cala\ min\ aML}} * 100 \quad (3)$$

Para determinar la "estabilidad" en las mezclas de pintura ferromagnética, **el porcentaje de desviación** de material ferromagnético encontrado en ellas, se calcula con la misma fórmula utilizada para calcular el porcentaje de error de la técnica, salvo que el ensayo (llevarla a la mufla) no se realiza inmediatamente después de ser agitada la mezcla, sino en función del tiempo de reposo o para un determinado tiempo de almacenamiento (después del cual se tendría que mezclar o agitar la pintura ferromagnética para volverla a homogenizar o "estabilizarla" durante el mismo tiempo de almacenamiento). Es de anotar que el término estabilidad implica el no cambio de las propiedades a través del tiempo, es por ello que para un determinado tiempo de almacenamiento se utiliza el término estable entre comillas.

2.4 ENSAYOS PARA LA CARACTERIZACION Y APLICACIÓN DE LA PINTURA FERROMAGNETICA:

Para la realización de los siguientes ensayos se escoge la pintura vinílica; puesto que presenta mayor incidencia en el mercado y es la utilizada en el diseño de la planta a escala semi-industrial. La mezcla escogida es aquella que presenta las mejores características de "estabilidad" y propiedad ferromagnética. En el **anexo G** se encuentra el esquema de este procedimiento (Figura 6).

2.4.1 Pruebas físicas.

2.4.1.1 Determinación del espesor de la película. El espesor del recubrimiento es una variable importante en la calidad del producto. La medición de espesores de película puede ser hecha con muchos instrumentos diferentes. La técnica

utilizada para la medición de la pintura es la medición gravimétrica (masa); que consiste en medir la masa y el área del recubrimiento. Una vez que se ha determinado el área y la masa, el espesor es calculado usando la siguiente ecuación⁸:

$$T = m \times 10 / A \times d \quad (4)$$

donde T es el espesor en micrómetros, m es la masa del recubrimiento en miligramos, A es el área de prueba en centímetros cuadrados (25cm²), y d es la densidad de la pintura vinílica ferromagnética escogida (1,54 g/ cm³). Se debe tener en cuenta que la base no puede ser rugosa o el recubrimiento disperejo.

2.4.1.2 Determinación de la densidad. Teniendo en cuenta los parámetros del método estándar para la determinación de la densidad en las pinturas, lacas y barnices; se realiza el ensayo utilizando la técnica del picnómetro;⁹ en condiciones de presión y temperaturas normales.

2.4.1.3 Determinación de pH. Una de las dificultades en el control microbiológico de las pinturas radica principalmente en que los medios alcalinos inhiben el crecimiento de los mohos y ácidos de las bacterias. Es así como la pintura final se debe ajustar a un pH alcalino. Para realizar esta prueba se utiliza el papel universal (peachimetro) ya que, debido a las características de la mezcla no se puede utilizar un medidor como el Schott Gerate.

2.4.1.4 Homogeneidad superficial. El análisis morfológico se hizo mediante la utilización de un microscopio, en el cual se pudo observar la distribución de las fases a nivel macro, para determinar en forma cualitativa el ordenamiento de las partículas del material ferromagnético en la mezcla (pintura-material ferromagnético).

⁸ Tomado de: www.llogsa.com/servicios/aplicaciones_archivos/medición_de_espesores_recubrimientos.pdf

⁹ ASTM D 1475-98 Standard Test Method For Density of Liquid Coatings, Inks, and Related Products

- **Microscopía óptica.** Con esta técnica se puede observar la homogeneidad de la mezcla, mediante la forma de la distribución de las partículas (material ferromagnético) en la pintura, sus posibles aglomeraciones o separación de fases entre la pintura y el material ferromagnético si esto último se llega a presentar. Se utilizó un microscopio LABOPHOT-2 marca NIKON modelo M088E de la Escuela de Ingeniería Química (Ver **Anexo H** figura 19, Registro fotográfico del equipo). Se agregó una cierta cantidad de pintura ferromagnética en un porta muestra de vidrio formando una película delgada y se hizo pasar a través del microscopio para ver su estructura interfacial.

2.4.2 Prueba de envejecimiento acelerado. El envejecimiento acelerado es aquel que se realiza a unas condiciones tales que la duración de vida útil se acorta. Esta prueba es artificial, en la cual se controlan las condiciones de exposición que se mantienen constantes o varían según ciclos simples o regulares. La prueba de envejecimiento acelerada se realiza en un horno convectivo, al cual se le acondiciona una lámpara halogenada con rejillas especulares para simular la luz solar, se escoge una temperatura de 120°C, la cual sobrepasa las condiciones normales de exposición de la pintura con el ambiente y se escoge un periodo de 10 días, no continuo. Las muestras se revisan todos los días, observando cambios en aspectos como textura y color. En el **anexo H** se encuentra el registro fotográfico de este equipo (figura 24).

2.4.3 Prueba magnética.

2.4.3.1 Determinación de la adhesividad magnética.

Mediante un procedimiento sencillo, y teniendo en cuenta que:

$$\text{Fuerza (F)} = \text{masa (m)} * \text{aceleración debida a la gravedad (g)}$$

Tomando:

$$F[\text{Newton}], m[\text{Kg}], g [\text{m/s}^2]$$

Se puede determinar la fuerza o peso capaz de soportar una determinada área de pintura ferromagnética después de aplicada y curada. La fuerza aplicada es debido a pesos que se le colocan a un imán, el cual está colocado en una superficie paralela (vertical) o perpendicular (horizontal) con respecto a la dirección de la gravedad. Dependiendo de la posición de la superficie (horizontal, vertical, inclinada), se pueden determinar diferentes esfuerzos, entre los cuales se hallan los esfuerzos cortantes y normales. Para esto se agregan pesos al imán que se encuentra pegado al objeto, hasta que se desprenda el imán de la pared, de esta forma se determina el esfuerzo máximo que puede soportar el sistema imán/pintura. En la práctica para determinar la capacidad de adhesión ferromagnética de la pintura, la prueba consiste en pegar un objeto (cuadro, carteles, accesorios, etc), a un imán de neodimio de área y espesor determinado; se coloca el imán a una superficie (normal o paralela a la dirección de la gravedad), la cual se encuentra impregnada con pintura ferromagnética de un determinado espesor (número de capas o manos).

2.4.4 Análisis térmico.

2.6.4.1 Análisis termogravimétrico (TGA). En este análisis se mide el cambio de peso de una muestra bajo condiciones isotermas o bajo calentamiento o enfriamiento programado, usualmente en forma lineal. La deflexión de la escala de la balanza se compensa automáticamente por medio de una unidad moduladora eléctrica, y utilizando sensores adecuados se logra que la señal eléctrica sea directamente proporcional a la variación en peso de la muestra. En el **anexo H** se encuentra el registro fotográfico de este equipo (figura 20).

En este capítulo se expuso la metodología utilizada en la parte experimental y a su vez se referencia los equipos utilizados para las mediciones respectivas de donde se generan los datos utilizados en los capítulos siguientes.

3. DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se consignan y discuten los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados. También se muestra la influencia de cada una de las variables manejadas para la obtención de la pintura ferromagnética.

3.1 PREPARACION DEL MATERIAL FERROMAGNETICO

3.1.1 Molienda y tamizado. En la preparación del material, el tiempo para la reducción de tamaño constituye un factor relevante, considerando la posibilidad del diseño de una planta a escala semi-industrial. La siguiente tabla, muestra la cantidad de material retenido y acumulado inferior a la malla 400 a diferentes intervalos de tiempo:

Tabla 14. Resultado del Análisis del Tamizado

Tiempo de molienda (horas)	Fracción de masa retenida por el tamiz	Fracción de masa acumulada con tamaño inferior al $D_p=37$ micras
0	1.00	0.00
2	0.8236	0.1976
4	0.6267	0.3733
6	0.4722	0.5277
8	0.2325	0.7674
10	0.0854	0.9146

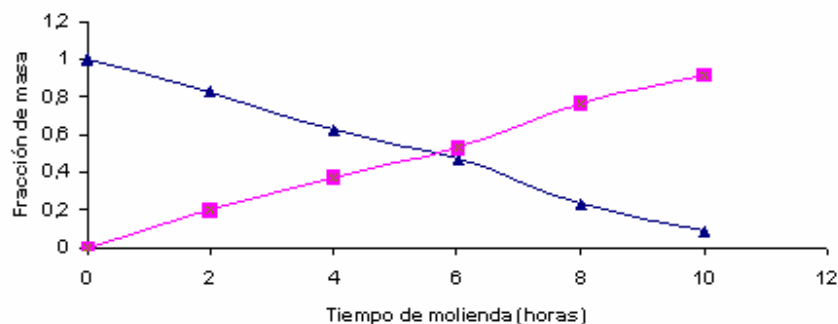


Figura 7. Fracción de masa vs tiempo de molienda. La línea de tendencia de color azul oscuro representa la fracción de masa retenida por el tamiz (superior a 37 micras) y la de color rosa representa la fracción acumulativa inferior a $D_p=37$ micras.

De la tabla No. 14 y la figura No. 7 se demuestra que, para la eficiencia del molino de bolas utilizado, se requiere alrededor de 10 horas, tiempo en el cual se logra un 90% de material ferromagnético con diámetro de partícula deseado (menores de 37 micras).

3.2 ANALISIS DE LA VISCOSIDAD

Durante la determinación de la viscosidad para las muestras de pintura ferromagnética se observó que para valores altos de viscosidad, existe mayor tendencia al atrape de burbujas dentro de la mezcla; por el contrario, las muestras de pintura que presentaron baja viscosidad y que además fueron sometidas a altas revoluciones tienen tendencia a la formación de espuma.

A continuación las figuras presentan una comparación entre la pintura comercial y cada muestra preparada.

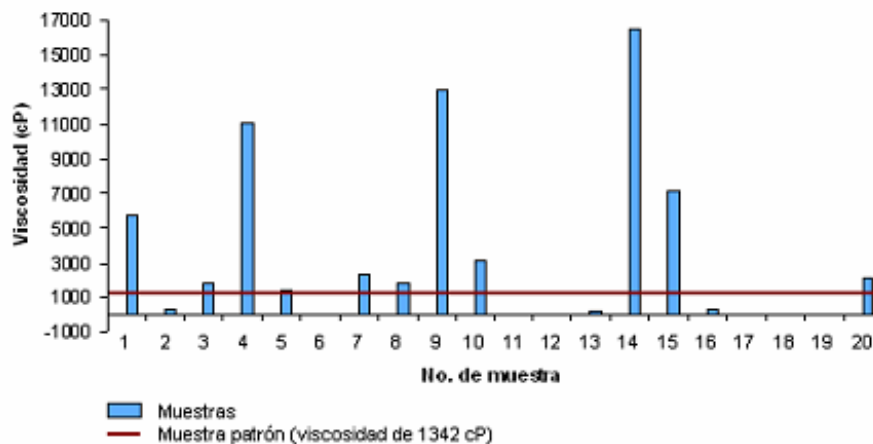


Figura 8 Comparación entre la viscosidad de las primeras veinte mezclas en base disolvente Varsol con respecto a la viscosidad de la pintura comercial

Los valores de las viscosidades observados en las diferentes figuras (8 y 9), para las composiciones de pintura ferromagnética se encuentran por debajo y por arriba del valor de la viscosidad de la pintura base comercial utilizada, esto es

debido a las cantidades de material ferromagnético, disolvente y pintura comercial empleados en la preparación de las mezclas.

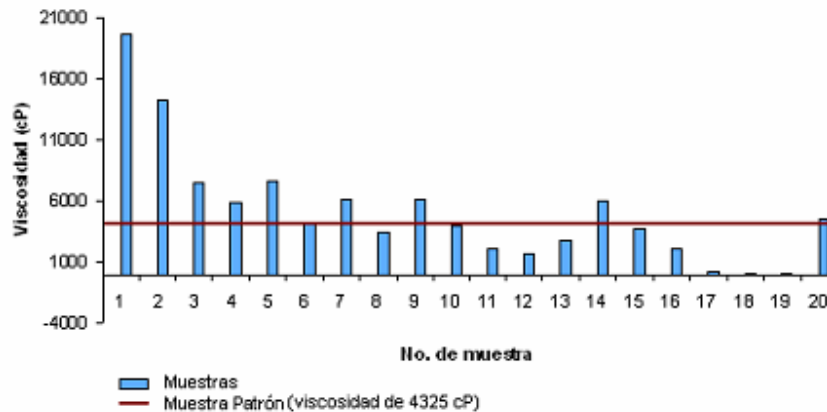


Figura 9 Comparación entre la viscosidad de las muestras en base disolvente Agua con respecto a la viscosidad de la pintura vinílica tipo I comercial

Para determinar cual sería la viscosidad mas adecuada en la composición de pintura ferromagnética, ésta debe cumplir con determinados criterios, tales como el intervalo de aplicación (no debe ser ni muy espesa ni muy diluida), propiedad ferromagnética de acuerdo a la aplicación o uso y cumplir con el criterio de "estabilidad", los cuales se discutirá mas adelante en este capítulo.

En el **anexo F** se presentan las tablas donde se encuentran las viscosidades para cada tipo de pintura ferromagnética (tabla 10 y tabla 11).

3.3 ESTABILIDAD EN LAS MEZCLAS

3.3.1 Confiabilidad en la técnica. Uno de los objetivos de este ensayo es establecer un porcentaje de error que represente un criterio para establecer la estabilidad en las mezclas.

A continuación se presenta el margen de error o de reproducibilidad, resultante de la metodología empleada para cada clase de pintura analizada. Partiendo de una mezcla madre inicial, se extrajeron cinco muestras a las cuales se determinó sus respectivos porcentajes de desviación de material ferromagnético, con respecto a la composición de la mezcla madre inicial (con que fue preparada).

3.3.1.1 Margen de error resultante para la pintura ferromagnética base disolvente Varsol

Tabla No. 15 Margen de Error resultante para la pintura ferromagnética a base disolvente varsol

Hlo. Muestra	Cantidad de muestra agregada (g)	Cant. de óxidos de hierro en la muestra líquida (g)	Cant. de óxidos de hierro en la muestra seca (g)	Porcentaje de Error (%)
1	4.910	1.798	1.750	2.56
2	4.98	1.823	1.774	2.71
3	5.01	1.834	1.788	2.49
4	4.94	1.809	1.757	2.84
5	5.0	1.830	1.785	2.44

Donde la media del error y la desviación estándar son las siguientes:

$$\overline{X}_{Error} = 2.608\%$$

$$\delta = 0.1648$$

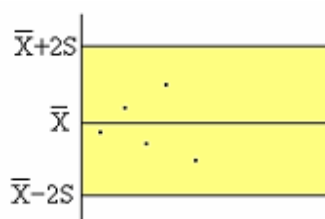


Figura 10. Margen de error para la pintura ferromagnética en base disolvente varsol

Por lo tanto, de la tabla No. 15 y la figura 10 el porcentaje de error en la técnica o metodología empleada para este tipo de pintura es del 3%.

3.3.1.2 Margen de error resultante para la pintura ferromagnética en base Agua.

Tabla No 16. Margen de Error resultante para la pintura ferromagnética a base disolvente agua

Hno. Muestra	Cantidad de muestra agregada (g)	Cant. de óxidos de hierro en la muestra líquida (g)	Cant. de óxidos de hierro en la muestra seca (g)	Porcentaje de Error (%)
1	5.0	1.458	1.421	2.53
2	4.92	1.434	1.401	2.30
3	4.97	1.448	1.427	1.45
4	5.0	1.458	1.433	1.72
5	4.94	1.440	1.418	1.53

Donde la media del error y la desviación estándar son las siguientes:

$$\bar{X}_{Error} = 1,906\%$$

$$\delta = 0,4817$$

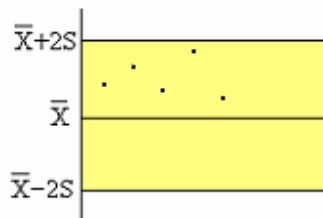


Figura 11. Margen de error para la pintura ferromagnética en base disolvente agua

Por lo tanto, de la tabla No. 16 y la figura 11 se concluye que el porcentaje de error arrojado en la técnica o metodología para la pintura ferromagnética en base agua es del 2%.

Una vez determinado el porcentaje de error en la técnica para los dos tipos de pintura se toman estos valores como criterio para fijar la estabilidad en las mezclas preparadas.

3.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA CUANTITATIVA DE ESTABILIDAD

Del resultado de este ensayo, se dedujo que a mayor cantidad de cargas presentes en la muestra, la cantidad de material ferromagnético aceptada es baja; por esta razón, la pintura a base disolvente varsol, soporta mayor cantidad de material ferromagnético que la pintura en base agua, ya que la primera posee menos cargas en su composición.

Los intervalos de manejo en la cantidad de material ferromagnético que se agrega a cada pintura son reducidos, ya que el peso de los óxidos de hierro influye en la estabilidad de la mezcla. Ver **anexo F** (En las tablas 12 y 13 se presentan los datos obtenidos de este ensayo; y en las tablas 17 y 18 se reportan los resultados obtenidos para la determinación cuantitativa realizada a cada mezcla preparada).

3.4.1. Resultado de la prueba cuantitativa de estabilidad para la pintura en base disolvente varsol. En la figura No.12 se puede apreciar que cada mezcla posee un porcentaje de desviación, el cual se compara con el porcentaje de error o confiabilidad de la técnica, calculado para cada tipo de pintura. Por tanto, mezclas con valores de desviación inferiores a este criterio se consideran estables; y con valor superior se consideran inestables. De igual forma, se realizó el mismo análisis para la pintura Ferromagnética en base agua.

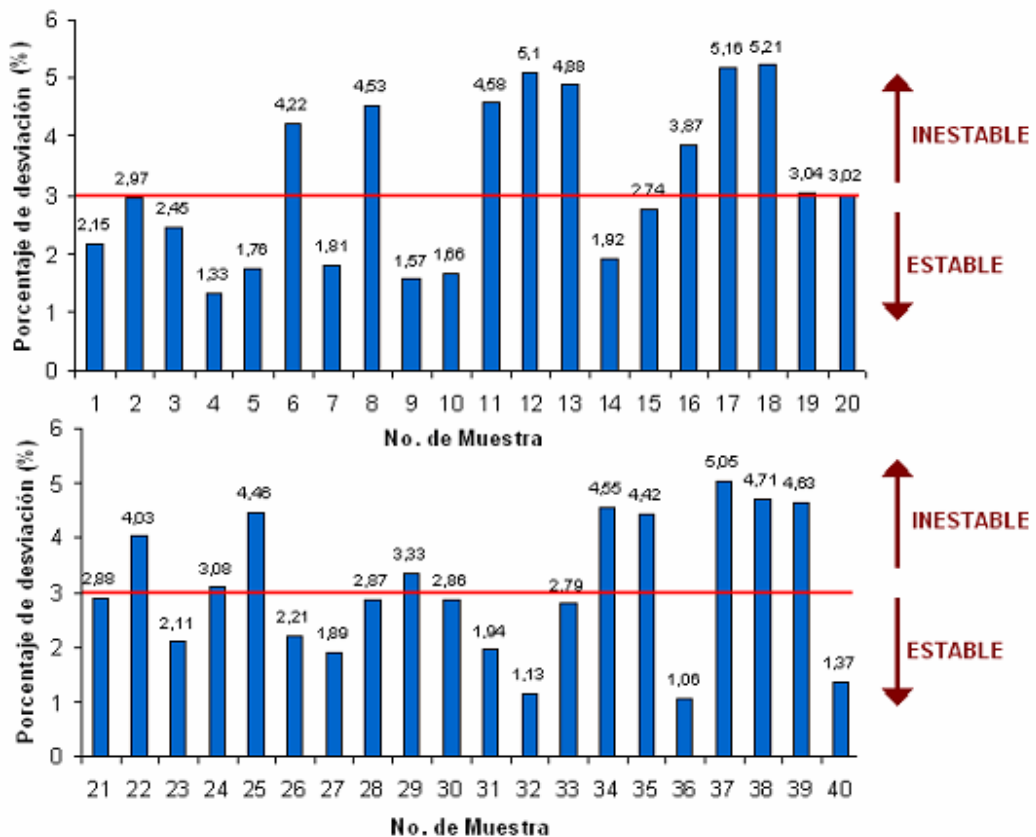


Figura 12. Análisis de estabilidad para las cuarenta mezclas preparadas de la pintura ferromagnética en base disolvente varsol.

3.4.2. Resultado de la prueba cuantitativa de estabilidad para la pintura en base disolvente Agua

En la figura 13 se puede visualizar una zona estable y una inestable, de acuerdo con el criterio de estabilidad propuesto.

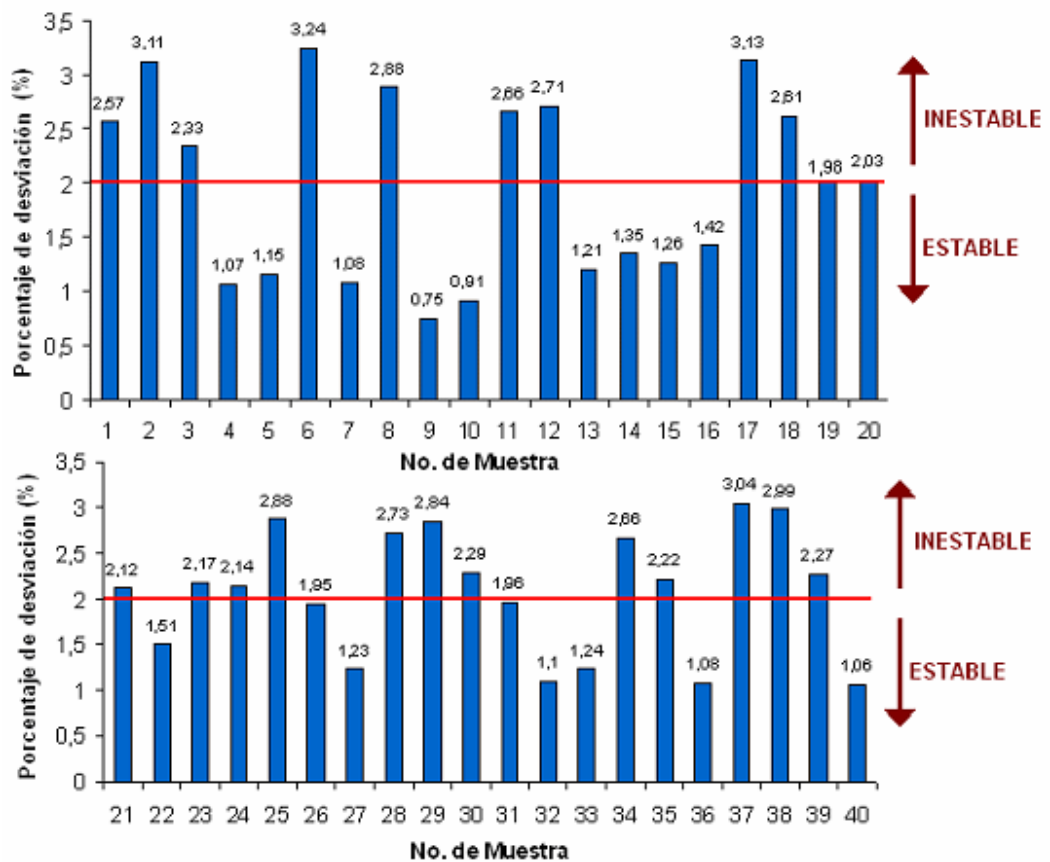


Figura No. 13 Análisis de estabilidad para las cuarenta mezclas preparadas de la pintura en base disolvente agua.

Esta demarcación de “estabilidad” y la mejor composición de material ferromagnético, permitió elegir entre las muestras estables una mezcla óptima frente a las demás. Es así como para la pintura ferromagnética en base disolvente agua, se escoge la mezcla No 4 con un contenido de óxidos de hierro de 35 gramos, 42,63gramos de resina, 22,13 gramos de disolvente, 1,52gramos de

estabilizante, 0.7 gramos de antioxidante y 18,08gramos que corresponden a las otras cargas como el dióxido de titanio, talcos, antibactericidas, etc; esto para un total de 120,06gramos de la mezcla. Para la pintura ferromagnética que utiliza como disolvente varsol se escoge la mezcla No 3 con un contenido de óxidos de hierro de 42gramos, 30,61gramos de resina, 19,88gramos de disolvente, 0,42gramos de aerosil y 2,67gramos que corresponden a diversas cargas como secantes, antinatas, etc; para un total de 95,585gramos de la mezcla.

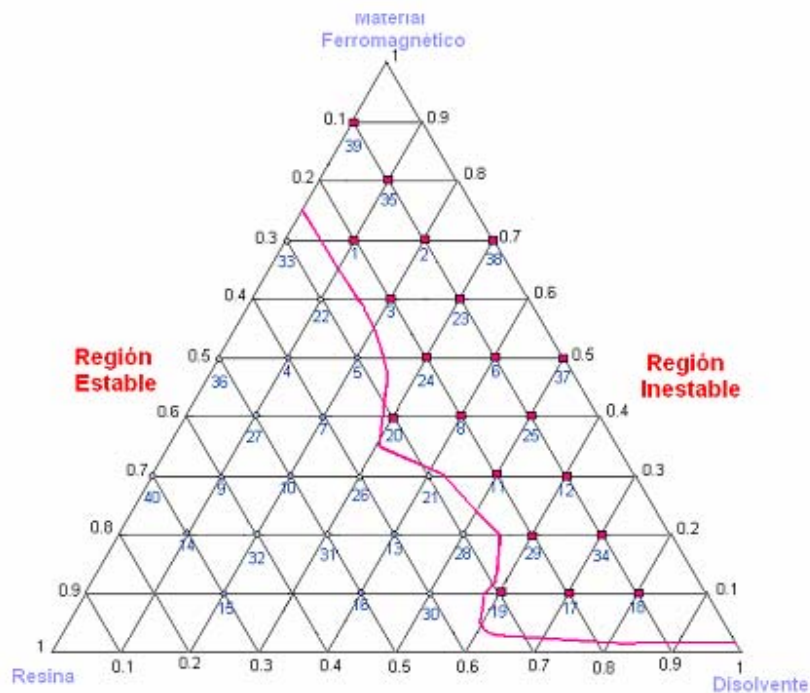


Figura 14 Diagrama triangular para la pintura Ferromagnética en base disolvente varsol utilizando para las mezclas un tiempo de reposo o almacenamiento de dos semanas.

Cada uno de estos diagramas triangulares permite observar la composición porcentual de preparación para cada uno de los tipos de pintura Ferromagnética. De igual forma, resalta la zona estable e inestable de cada mezcla preparada. De igual manera, permiten visualizar con mayor claridad que las muestras con un alto porcentaje de material Ferromagnético no necesariamente implican la mejor mezcla, puesto que, con el tiempo se hace inestable (por ejemplo muestras 2, 23 y 35 de la figura 15 y muestras 2, 3 y 24 figura 14). Sin embargo, algunas muestras

que se encuentran cerca de la línea que marca la distinción de las zonas (por ejemplo muestras 13, 16 20 y 21 de la figura 15 y muestras 3, 20 y 24 de la figura 14) se pueden volver estables con un cambio en la composición, ya sea de resina o disolvente, manteniendo constante la composición de material ferromagnético. Por esta razón, podemos considerar preparar nuevas mezclas partiendo de estas composiciones, con la seguridad que podrán ser estables (siempre que se encuentren dentro de la zona de estabilidad).

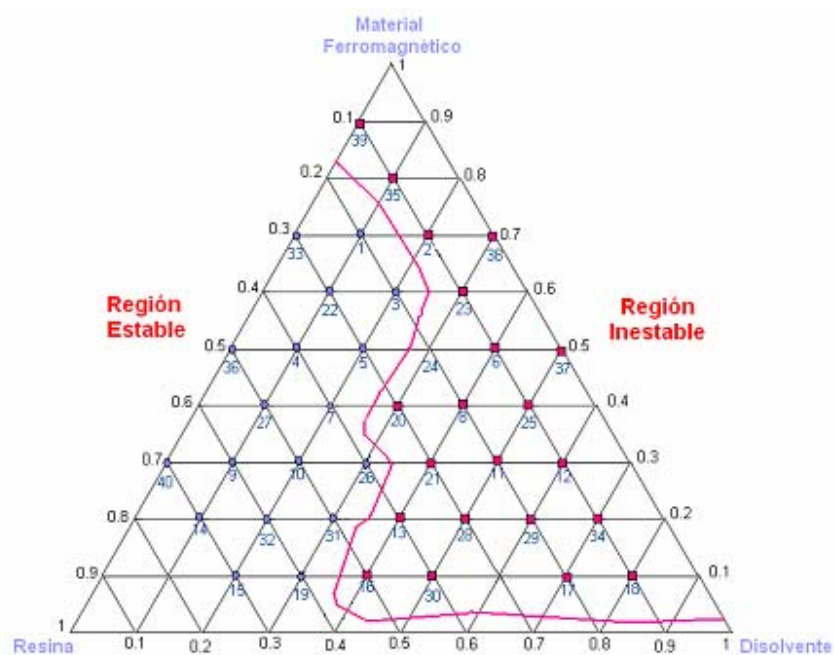


Figura 15 Diagrama triangular para la pintura Ferromagnética en base disolvente agua utilizando para las mezclas un tiempo de reposo o almacenamiento de dos semanas.

3.5 CARACTERIZACION DE LA PINTURA FERROMAGNETICA

3.5.1 Pruebas físicas.

3.5.1.1 Determinación del espesor de la película. El ensayo se realizó utilizando un área de contacto (pintura-imán) de $0,0673 \text{ m}^2$ y un imán con espesor constante

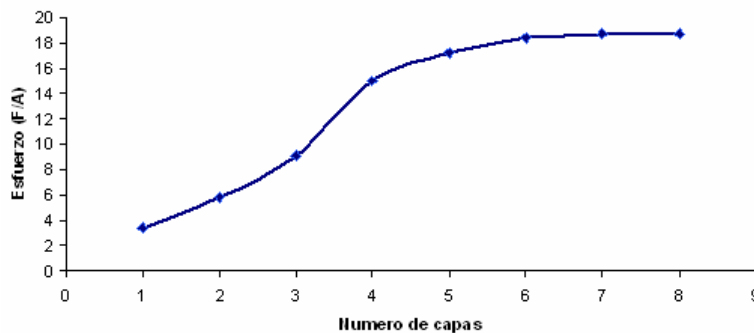


Figura 32. Resultado gráfico del ensayo para la determinación del esfuerzo de acuerdo al espesor de la película seca, para la pintura vinílica ferromagnética (mezcla número cuatro).

La figura 32. representa el esfuerzo cortante máximo que puede soportar en función del número de capas (manos de pintura). Cabe anotar que, la fuerza de adhesión entre el imán y los óxidos de hierro tiene un valor límite con respecto al número de capas empleadas; lo cual implica que, habrá un peso máximo que soporte el imán de neodimio utilizado. Por esta razón, a partir de la capa número cinco el esfuerzo comienza a hacerse constante, ya que por encima de este valor el imán se despega del área de exposición.

De igual manera, se observó que demasiadas capas en el área establecida, ocasionaba un cuarteamiento de la pintura. Esto se ve reflejado con la sobresaturación de la pared. Por esta razón, se concluyó que, de 4 a 5 capas de pintura ferromagnética, posee además de un esfuerzo considerable, una permanencia y durabilidad de aplicación aceptable. Con el número de capas se determinó que el espesor de la película es de 2,07 micrómetros valor que se encuentra en el intervalo para pinturas comerciales. En el **anexo T**. (tabla 19) se encuentra los datos obtenidos por este ensayo (determinación del esfuerzo y espesor de la película).

3.5.1.2 Determinación de la densidad. El ensayo para la determinación de la densidad se realizó teniendo en cuenta el procedimiento, sujeto a la norma citada

en el capítulo anterior. Para esto se utilizó un picnómetro de 5ml, a temperatura ambiente, y de esta forma se obtuvo que la densidad para la pintura ferromagnética en base agua escogida (mezcla número 4) es de $\rho = 1540 \text{ Kg/m}^3$. Este valor de viscosidad se encuentra en el intervalo del valor de la densidad del material ferromagnético (3067 Kg/m^3) y la densidad de la pintura vinílica tipo I comercial (1250 Kg/m^3) En el **anexo R** se encuentra un registro fotográfico de este ensayo (figura 28).

3.5.1.3 Determinación del pH. De acuerdo con las especificaciones del papel utilizado, la pintura ferromagnética en base agua escogida (mezcla número 4) presenta un pH de 8, lo que indica un medio alcalino. Por medio del **anexo R**, se verifica el resultado del ensayo realizado (figura 29).

3.5.1.4 Microscopia Óptica. Las fotografías se tomaron a la mezcla de pintura vinílica con la composición escogida, observando la forma de dispersión del material ferromagnético dentro de la pintura. (Ver **Anexo J**, registro fotográfico del análisis superficial (figura 27). De esta forma se pueden resaltar algunas zonas negras o tonalidades más oscuras donde las partículas de material ferromagnético se aglomeran o se unen formando una especie de núcleos.

$\rho =$

3.5.2 Prueba de envejecimiento acelerado. Las probetas expuestas a esta prueba presentan un aspecto amarillento como consecuencia de las condiciones extremas como calor, luz y humedad a las que fueron sometidas. El amarillamiento ocurre cuando se forma en el interior del material polimérico solo productos que absorben preferiblemente la radiación azulada es decir absorben las radiaciones de longitud de onda. (Ver **anexo I** figura 25 y figura 26).

3.5.3 Pruebas Magnéticas. A partir del resultado de la determinación del espesor de la película (3.5.1.1). Se tomó un área de exposición de iguales dimensiones que la de dicho ensayo, y se determinó que el peso máximo que podría soportar la

pintura ferromagnética en base agua, soportada ésta con un imán de neodimio de 13,636 gramos es de 112 gramos. En el **anexo T**. (Tabla 20) se encuentra la tabla que reporta dicho resultado.

3.5.4 Análisis Térmico.

3.5.4.1 Análisis Termogravimétrico. Mediante el análisis termogravimétrico (ver **anexo E**, figura16), se observa que el residuo de material ferromagnético y material inerte fue del 72,24%, del cual el 29,13 % corresponde al material ferromagnético y el porcentaje restante a las cargas de la pintura, con lo cual se puede concluir que los óxidos de hierro se comportan como un material inerte y no influye en la degradación térmica de la pintura, permaneciendo el peso de los óxidos de hierro invariante en este intervalo de temperatura.

3.6 DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA A ESCALA SEMI-INDUSTRIAL DE PINTURA FERROMAGNETICA

A partir de la formulación obtenida a través de los ensayos de laboratorio; se realizó el diseño preliminar de una planta de producción de pintura vinílica ferromagnética a escala semi-industrial. Para llevar a cabo este estudio fue necesario tener en cuenta factores como la población afectada, el contexto geográfico y socio-económico, la macro y micro localización entre otros (ver **anexo L**), esto con el fin de tener un conocimiento global que permita definir parámetros que centralicen la idea propuesta. Ahora, para determinar la producción mensual se hizo un estudio de mercados basado en la necesidad del consumidor, el cual arrojó un volumen de producción de 3000 galones mensuales del producto (ver **Anexo M**). Para realizar el paso de la etapa laboratorio a la planta se realizó el diseño de los equipos más influyentes en la planta en este caso el molino de volteo, y el ciclón (ver **anexo O**), se calcularon las dimensiones

y capacidades de los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso de producción (ver **Anexo P**) y se elaboraron los diagramas de bloques del proceso, flujo del proceso y distribución en planta (ver **Anexo N**), finalmente se elaboró la respectiva evaluación económica para verificar la viabilidad de la puesta en marcha de la planta (ver **Anexo Q**).

3.7 APLICACIONES DE LA PINTURA VINILICA FERROMAGNETICA

La pintura ferromagnética; ofrece la facilidad de cambiar de lugar los distintos objetos colgados en la pared, basta con moverlo de un lado a otro. Además proporciona beneficios a la hora de decorar, ya que el producto protege las paredes de los clásicos agujeros, fisuras, y rayones que se hacen al clavar o bien del peligro del uso del taladro. Los lugares más comunes, para el uso de la pintura vinílica ferromagnética son los colegios y las habitaciones de los niños, ya que permite colgar y retirar carteles sin dañar la pared. Otros lugares donde se puede utilizar esta pintura es el negocio, el taller o incluso en la cocina, porque permite pegar cuadros, carteles, señales, planos, recetas, etc; sin tener que usar uñas, tornillos, tachuelas o cintas adhesivas. En el **anexo S** se presenta un registro fotográfico con las diversas aplicaciones.

CONCLUSIONES

1. Se logró obtener la composición de dos pinturas ferromagnéticas, una en base agua y otra en base disolvente orgánico (varsol), "estables" para un periodo de tiempo de almacenamiento inferior a dos semanas.
2. Aunque la pintura en base varsol, acepta mayor cantidad de material ferromagnético; se eligió pintura vinílica, teniendo en cuenta su utilidad y la incidencia del varsol como disolvente respecto a la situación ambiental.
3. Se logró cuantificar la "estabilidad" de del material ferromagnético en las diferentes composiciones de las mezclas utilizadas en la preparación de la pintura ferromagnética, mediante una metodología con un alto grado de confiabilidad (menor al 3% de error).
4. La propuesta de ofrecer la pintura ferromagnética en el mercado y el diseño de una planta a escala semi-industrial, para su elaboración representa un proyecto no solamente viable económicamente, sino una alternativa hacia un enfoque de la investigación.

RECOMENDACIONES

1. El tiempo para la reducción de tamaño del material ferromagnético, se puede disminuir sustituyendo el molino de bolas utilizado en el laboratorio por molinos ultrafinos, tales como molino de martillo de alta velocidad, provisto de un sistema de clasificación interna o externa y con molino de chorro que utiliza la energía del fluido.
2. Aunque el ensayo escogido para la prueba de estabilidad ofrece resultados confiables, se recomienda comparar este estudio con un análisis de microscopía óptica a cada mezcla, en el mismo lapso de tiempo efectuado por la prueba de estabilidad cuantitativa. Con el fin de verificar los resultados que se reportan en este proyecto.
3. Teniendo en cuenta que el estudio realizado en el presente trabajo constituye un análisis explorativo, se sugiere efectuar un estudio detallado de la interacción de cada una de las variables que intervienen en la estabilidad de la mezcla.
4. se sugiere para trabajos posteriores utilizar herramientas como el diseño de experimentos en la formulación de las mezclas, con el fin de disminuir el número de ensayos y de analizar por métodos estadísticos el comportamiento de las variables más influyentes.

BIBLIOGRAFIA

1. Austin T. George, Manual de Procesos Químicos en la Industria. Tomo II. Mac Graw Hill, 1988, México.
2. BOX, George y HUNTER, William. Estadística para Investigadores: Introducción al Diseño de Experimentos, Análisis de Datos y Construcción de Modelos. Editorial Reverté S.A. Barcelona, 1989.
3. CAMPINS, Antonio. Tecnología Química de los Barnices y Pinturas. Barcelona: Reverté, 1951.
4. DOUGLAS A. Skoog, DONALD M. West. Química Analítica. Editoral Mc Graw Hill, sexta edición 1995
5. FOUST, Alan y otros. Principios de Operaciones Unitarias. Octava edición. Compañía Editorial Continental.
6. GUIA PARA EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL. INDUSTRIA ELABORADORA DE PINTURAS. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - REGIÓN METROPOLITANA. SANTIAGO AGOSTO DE 1998
7. HONDA, S; MODINE, F; A meidrum. Magneti-óptica effects from nonophase a-Fe and Fe₃O₄ precipitales formed in y trium.
8. HENAO. Paola Andrea. HERRERA Yulieth. PEREZ Luis Ernesto. Factibilidad para la creación de una empresa preparadora y comercializadora de mezclas técnicas de pinturas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2004

9. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Adhesivos de acetato de polivinilo para madera. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1981-12-02. NTC1703
- _____, . Toma de muestras Bogotá D.C.: ICONTEC, NTC 5004.
- _____, Métodos de ensayo para la determinación de la viscosidad. Bogotá D.C.: ICONTEC, NTC 2790.
- _____, Normas Colombianas para la presentación de trabajos de Investigación, Quinta actualización, Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. NTC 1486
10. KENT, James. Manual de Riegel de Química Industrial. Editorial Continental S.A. México, 1984.
11. Manual de Laboratorio de Resistencia de Materiales. Ediciones UIS. Bucaramanga.
12. ORTUETA, Ramón. Materiales Magnéticos: Teoría, Metalurgia y Aplicaciones. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1955.
13. PALACIOS. Jorge, PALACIOS. Alvario Ivan. Estudio de la factibilidad y montaje de una fábrica de pinturas en la ciudad de Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 1979.
14. Petroquímica -Pinturas, barnices y lacas. Acoplásticos (1995) Pintuco S.A. Medio Siglo de una Empresa Líder, en: Plásticos en Colombia, Santafé de Bogotá.
15. PERRY, Robert. Manual del Ingeniero Químico. Sexta edición. Editorial McGraw-Hill. México, 1992.
16. ROSENZWEI, R. MAGNETIC FLUID, *Scientific American* 246, 1215 (1982)

17. SERRANO, Sandra, CIFUENTES. Alvaro. Diseño de un banco de pruebas para el estudio de envejecimiento de asfaltos colombianos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.1998.
18. SMITH, WILLIAM f. Fundamentos De la ciencia de materiales. Madrid: Mc Graw Hill, 1998.
19. SMITH, William. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Editorial Mc Graw-Hill. México D.F, 1988.
20. www.ecohabitar.org/articulos/bioconstruccion/pinturas1.html
21. www.sater.org.ar/articulos_tecnicos.htm

ANEXO A. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Obtener, evaluar pinturas ferromagnéticas y realizar un diseño preliminar a escala semi-industrial.

Objetivo Específico:

- Plantear mecanismos de suspensión o dispersión del material ferromagnético en las pinturas manteniendo la estabilidad de la mezcla.
- Evaluar la influencia de los aditivos y el material ferromagnético en la viscosidad de la mezcla.
- Obtener una pintura ferromagnética mediante la mezcla de una pintura adecuada (base agua y solventes orgánicos) y un material ferromagnético de residuo industrial.
- Determinar las propiedades de la pintura ferromagnética obtenida en el laboratorio en diferentes superficies teniendo en cuenta el área, espesor, viscosidad y cantidad aplicada.
- Vislumbrar posibles aplicaciones de las pinturas ferromagnéticas obtenidas.

ANEXO B.
TABLAS DE CARACTERISTICAS PARA LOS BARNICES Y LAS PINTURAS
VINILICAS

Tabla No. 1 Materias Primas Comerciales para la elaboración de pinturas¹⁰

USOS %		
Pigmentos	Dióxido de Titanio	65
	Inorgánicos	33
	Orgánicos	2
Disolventes	Aromáticos	30
	Alifáticos	27
	Cetonas	17
	Alcoholes	12
	Otros	14
Resinas	Alquídicas	33
	Acrílicas	19
	Vinílicas	19
	Otras	29
Aditivos	Aceites secantes	41
	Plastificantes	18
	Otros	41
Extendedores	Carbonato de	31
	Calcio	25
	Talco	23
	Arcilla	21
	Otros	

Tabla No.2 Tipos de pintura a base agua

TIPO	COMPOSICION	% EN PESO
Tipo I (Viniltex)	Aditivos	7.14
	Resina	25
	Carga	28.57
	Agua	39.29
Tipo II (Intervinilo)	Aditivos	7.14
	Resina	35.71
	Carga	8.93
	Agua	48.21
Tipo III (Pinturama)	Aditivos	7.14
	Resina	0.8
	Carga	42.86
	Agua	47.14

¹⁰ Guides to Pollution Prevention. EPA. Environmental Protection Agency.

Tabla No. 3 Propiedades de los solventes

SOLVENTE	SOLVENCIA	PARAMETRO DE SOLUBILIDAD	VISCOSIDAD A 20°C	PUNTO DE EBULLICION	PUNTO DE INFLAMACION
AGUA	III	23.4	1.002	100	-
HIDROCARBUROS ALIFATICOS					
Ciclo-hexano	I	8.2	0.89	81	36
White spirit	I	6.9	-	180-207	130
Dipenteno	I	8.5	0.975	175-190	90
Turpentina	I	8.1	1.26	150-170	93
Aceite de pino	I	8.6	6.26	195-220	165
HIDROCARBUROS AROMATICOS					
Benceno	I	9.2	0.654	80	11
Tolueno	I	8.9	0.55	111	40
Xileno	I	8.8	0.586	138-144	80
Stireno	I	9.3	0.77	146	88
Vinio-tolueno	I	-	-	164-170	90
ALCOHOLES					
Metanol	III	14.5	0.547	65	54-57
Etanol	III	12.7	1.200	78	57
n-propanol	III	11.9	2.25	97	99
iso-propanol	III	11.5	2.15	82	53
n-butanol	III	11.4	2.948	118	95
iso-butanol	III	-	3.9	108	77
sec-butanol	III	10.8	3.15	1.00	75
ciclo-hexanol	III	11.4	81	162	154
etilen-glicol	III	14.2	17	198	232
glicerol	III	16.5	494	290	320
ESTERES					
Metil acetato	II	9.6	0.38	57	15
Acetato de etilo	II	9.1	0.455	77	24
Acetato butilo	II	8.5	0.671	127	74
CETONAS					
Acetona	II	10.0	0.316	56	0
Metil etil cetona	II	9.3	0.423	80	25
Metil iso-butil cetona	II	8.4	0.546	116	60
Ciclo hexanona	II	9.9	1.94	157	117
Metil ciclo-hexanona	II	9.3	1.75	165-175	118

Fuente: Paint and barniz manufacture. Turner C.P.A. Introduction to Saint chemistry E.d.

Tabla No. 4 Tipos de Pigmentos blancos¹¹

PIGMENTOS CUBRIENTES	CARGAS
Pigmentos de Titanio	Carbonato de Calcio
Pigmentos de Oxido de Zinc	Silicato de magnesio
Pigmentos de Plomo	Sílice
Pigmentos de Sulfuro de Zinc	Caolín
Oxido de Antimonio	Sulfato de bario, sulfato cálcico, Mica

Tabla No.5 Pinturas en base a disolventes

Tipo de Pintura	Vehículo Sólido	Disolvente	Tipo de Pigmentos	Usos
Aquídicas de secado al aire	Resina gliceroftálica con aceites secantes	Agurarrás	Amarillo de cromo Rojo molibdeno Amarillo zinc	Decoración Anticorrosivo
Alquídicas de secado al horno	R. oleo-gliceroftálica + melamino-formol	Tolueno-xileno Butanol	Amarillo cromo Rojo Molibdeno	Automotriz Electrodomésticos
Vinílicas	Polivinil-butiral	Tolueno	Amarillo zinc	Anticorrosivos
Celulósicas (lacas)	Nitrocelulosa modificada con resinas y plastificante	Acetato de etilo Ciclohexanona Etiletilcetona	Amarillo cromo Rojo molibdeno	Decoración de muebles, automotriz
Cloro-caucho	Caucho clorado	Xileno Tolueno	Amarillo de zinc	Pinturas ignifugas Rev. Antiácidos, antiherrumbe
Poliuretano	Poliéster y	Cetonas,	Amarillo	Pinturas marinas y

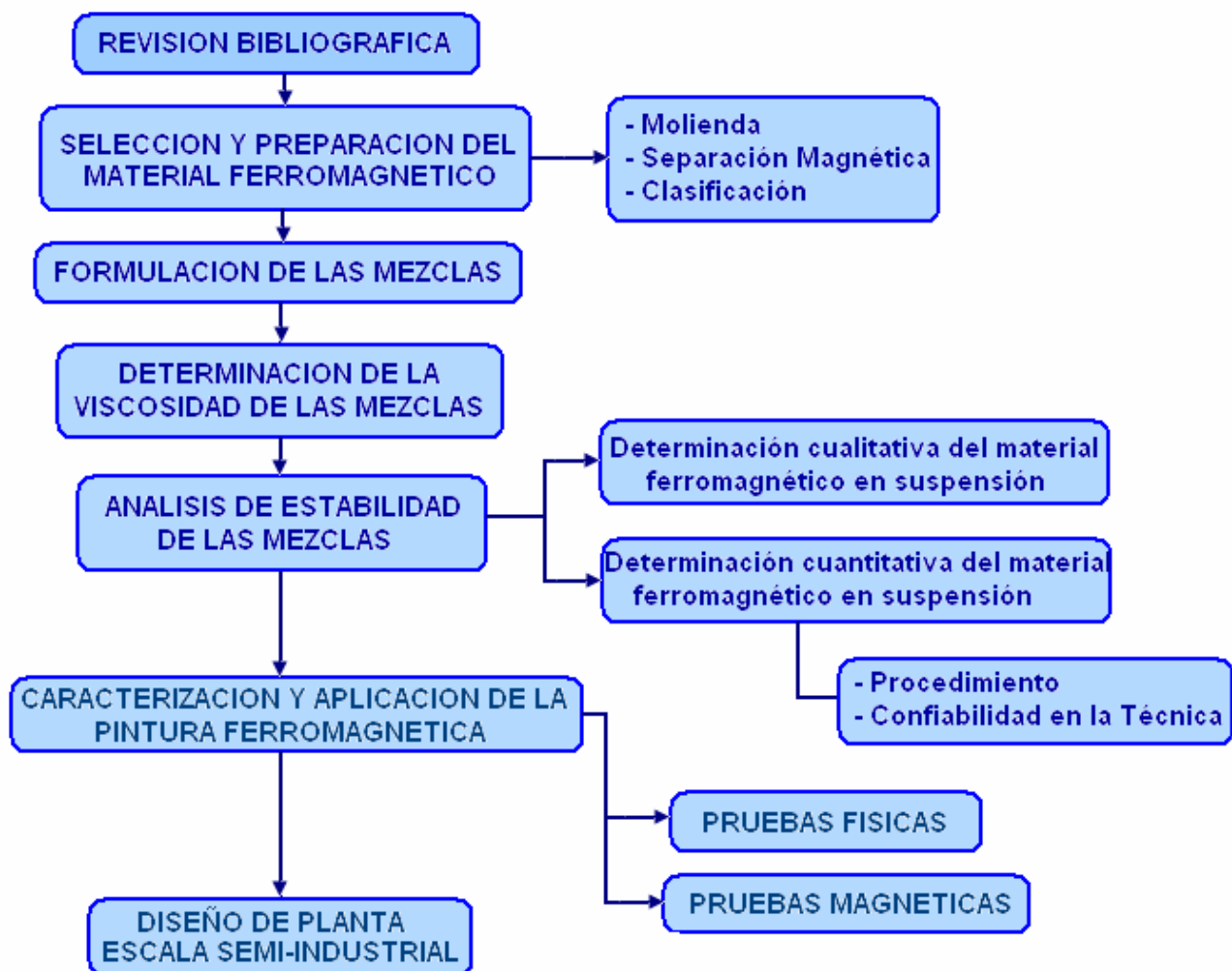
¹¹ Tecnología de los recubrimientos de superficies. Dean H. Parker. Ediciones Urmo. Bilbao, 1978

	poliisocianato	acetatos de etilglicol, acetato de butilo	de cromo Rojo molibdeno Amarillo zinc	para hormigón, protectoras de hierro y aluminio
Epóxicas	Poliamida y poliamina con resina	Esteres, cetonas, alcoholes, glicoles		Pinturas marinas, revest. Estanques

Tabla No. 6 Tipos de Barnices y sus respectivos componentes

Tipo de Barniz	Componentes
Barnices grasos	Resina natural ó sintética Aceite secante Disolvente volátil
Barnices Nitrocelulósicos	Esteres de celulosa Solvente adecuado Resinas endurecedores de la película plastificantes, para evitar resquebrajamiento de la película
Barnices sin aceite	Resinas Disolvente, utilizando esencia de trementina ó alcohol; al evaporarse deja únicamente la película de resina.

ANEXO C.
DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ETAPAS METODOLOGICAS PARA LA
ELABORACION DE LA PINTURA FERROMAGNETICA



ANEXO D.
RESULTADOS DEL ANALISIS CUANTITATIVO POR DIFRACCION DE
RAYOS X

METODOLOGÍA

1. Preparación y Montaje de las muestras

Las muestras fueron pulverizadas en un mortero de ágata y llevadas a un tamaño de 25 μm (500 mesh). El espécimen seleccionado de la muestra fue montado en un portamuestra de aluminio mediante la técnica de llenado lateral.

2. Toma de datos de difracción

Se realizó en un difractómetro de polvo marca RIGAKU modelo D/MAX IIIB bajo las siguientes condiciones:

Voltaje		40(kV)
Corriente		20(mA)
Rendijas (Slits)	DS	1.0°
	RS	0.3mm
	SS	1.0°
Muestreo		0.02° 2theta
Rango de Medición		2-70° 2theta
Radiación		CuK α 1
Monocromador		Grafito

Identificación de fases

Tipo de barrido	continuo
Velocidad de Barrido	1.2°/min

3. Análisis por Difracción de Rayos-X

Identificación de fases

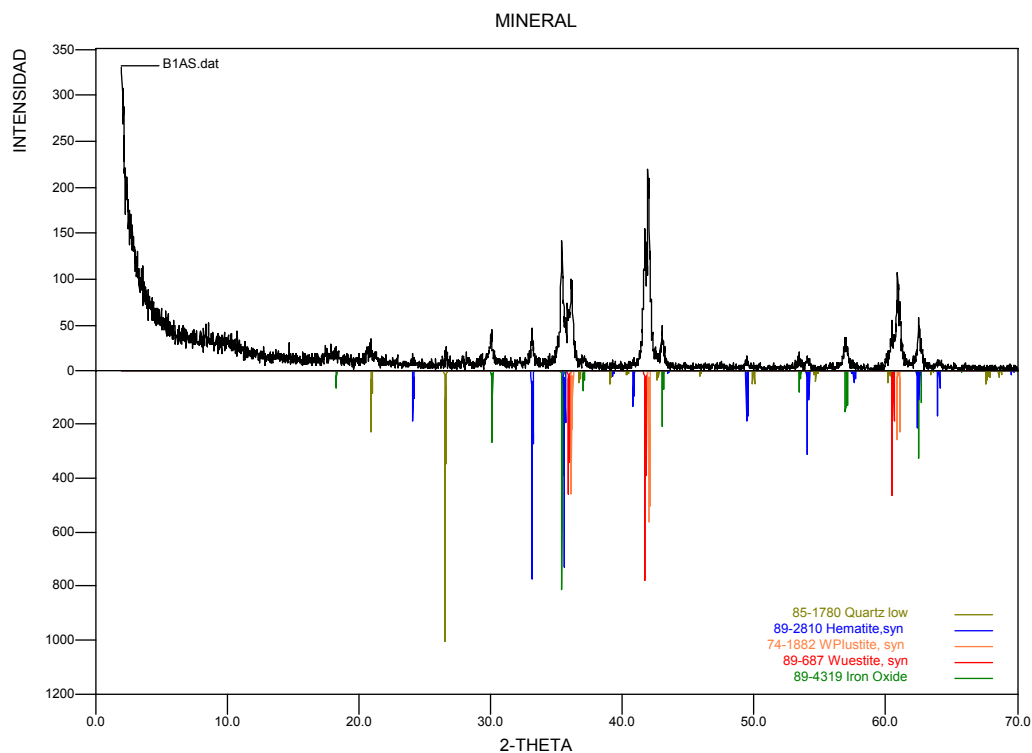
El análisis cualitativo de las fases presentes en la muestra se realizó mediante comparación del perfil observado con los perfiles de difracción reportados en la base de datos PDF-2 del International Centre for Diffraction data (ICDD).

Cuantificación de fases

El análisis cuantitativo de las fases encontradas se realizó mediante el refinamiento por el Método de Rietveld del perfil observado habiéndole agregado a la muestra una cantidad conocida de un estándar interno (Aluminum oxide, -100mesh, 99%. Corundum, α -phase. Aldrich No. 23,474-5) correspondiente al 20%.

OBSERVACIONES:

- En la muestra se observa bandas anchas que indican la presencia de material amorfo. Los resultados reportados corresponden a las fases que mostraron mayor coincidencia con el centro de las bandas.
- No se reporta las proporciones de cuarzo, y wuestita debido a que sus reflexiones más intensas no aparecen bien definidas en el difractograma, lo cual dificulta su cuantificación.



♦ Los resultados se relacionan únicamente con las muestras analizadas.

ANEXO E.

RESULTADOS DEL ANALISIS TERMOGRAVIMÉTRICO (TGA) REALIZADO A LA PINTURA VINILICA TIPO I Y A LA PINTURA EN BASE DISOLVENTE VARSOL, JUNTO CON LOS ESTABILIZANTES AEROSIL Y CMC.

Figura 33. Análisis de TGA para el Estabilizante CMC utilizado en la elaboración de la pintura ferromagnética en base agua

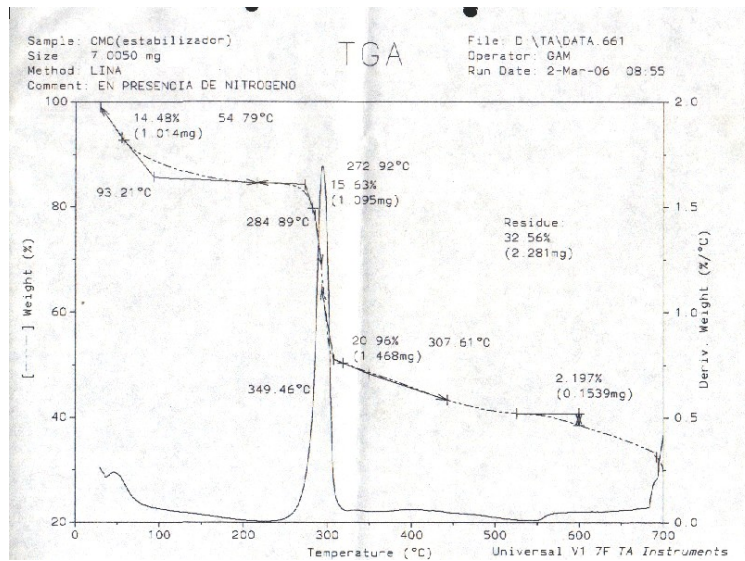


Figura 34. Análisis de TGA para la pintura patrón en base disolvente varsol

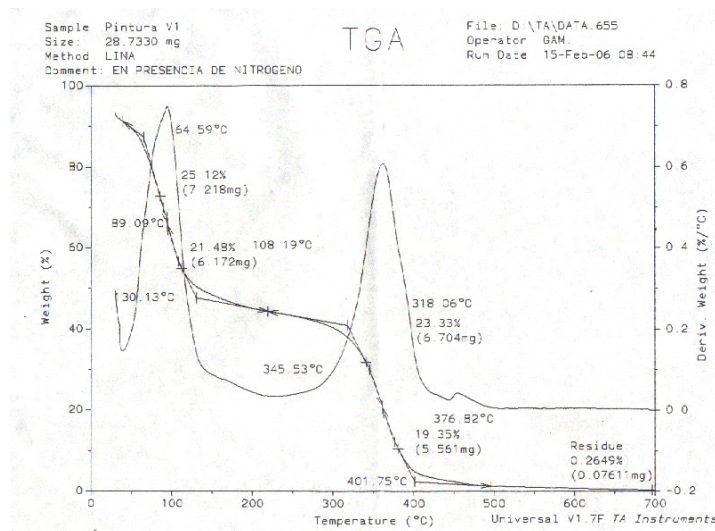


Figura 35. Análisis de TGA para la pintura patrón en base disolvente agua

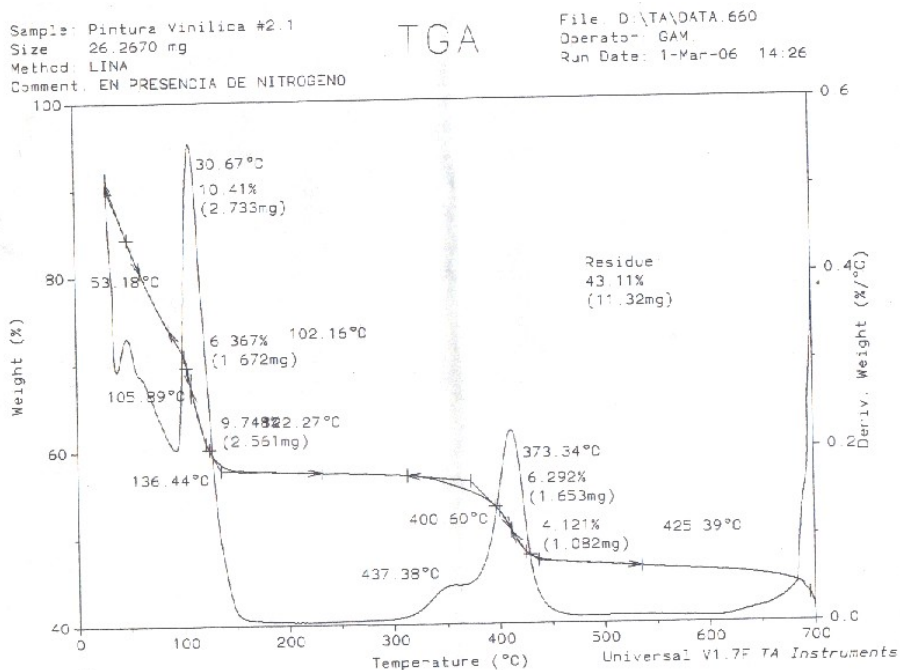


Figura 36. Análisis de TGA para el estabilizante aerosil utilizado en la elaboración de pintura ferromagnética en base disolvente varsol

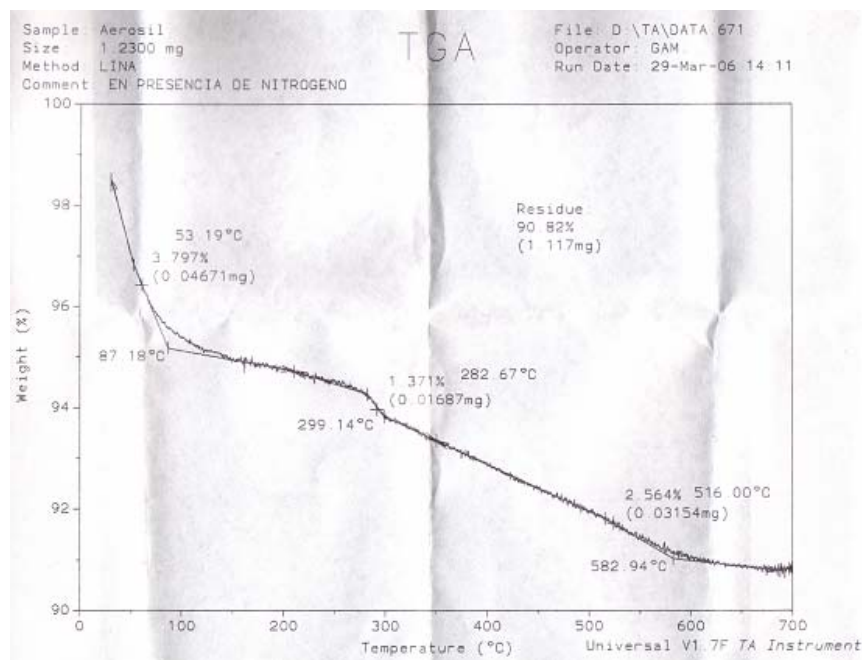
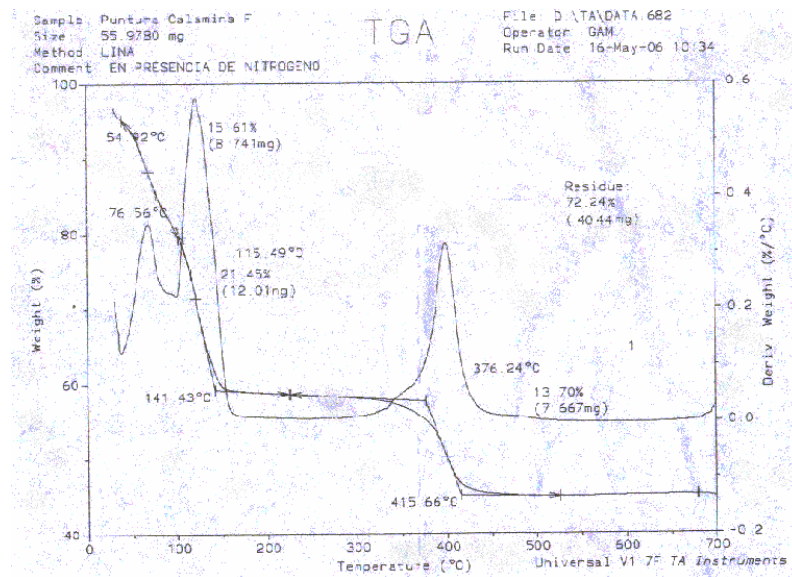


Figura 16. Análisis de TGA de la pintura vinílica ferromagnética con la composición escogida



ANEXO F.

TABLAS DE DATOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS CUANTITATIVO PARA LOS DOS TIPOS DE PINTURA FERROMAGNETICA

Tabla 21. Formulación de las primeras 20 mezclas para la pintura ferromagnética a base disolvente varsol

No. MEZCLA	ÓXIDOS DE HIERRO (g)	RESINA (g)	DISOLVENTE (g)	AEROSIL (g)
1	49	30.61	12.88	0.49
2	49	23.61	19.88	0.49
3	42	30.61	19.88	0.42
4	35	44.61	12.88	0.35
5	35	37.61	19.88	0.35
6	35	23.61	33.88	0.35
7	28	44.61	19.88	0.28
8	28	30.61	33.88	0.28
9	21	58.61	12.88	0.21
10	21	51.61	19.88	0.21
11	21	30.61	40.88	0.21
12	21	23.61	47.88	0.21
13	14	44.61	33.88	0.14
14	14	65.61	12.88	0.14
15	7	65.61	19.88	0.07
16	7	51.61	33.88	0.07
17	7	30.61	54.88	0.07
18	7	23.61	61.88	0.07
19	7	58.61	26.88	0.07
20	28	37.61	26.88	0.28

Tabla 22. Formulación de las primeras 20 mezclas para la pintura ferromagnética en base disolvente agua

No. MEZCLA	ÓXIDOS DE HIERRO (g)	RESINA (g)	DISOLVENTE (g)	CMC (g)	ANTIOXIDANTE (g)
1	49	28.63	22.13	1.66	0.98
2	49	21.63	29.13	1.66	0.98
3	42	28.63	29.13	1.59	0.84
4	35	42.63	22.13	1.52	0.7
5	35	35.63	29.13	1.52	0.7
6	35	21.63	43.13	1.52	0.7
7	28	42.63	29.13	1.45	0.56
8	28	28.63	43.13	1.45	0.56
9	21	56.63	22.13	1.38	0.42
10	21	49.63	29.13	1.38	0.42
11	21	28.63	50.13	1.38	0.42

12	21	42.63	57.13	1.38	0.42
13	14	42.63	43.13	1.31	0.28
14	14	63.63	22.13	1.31	0.28
15	7	63.63	29.13	1.24	0.14
16	7	35.63	43.13	1.24	0.14
17	7	28.63	64.13	1.24	0.14
18	7	21.63	71.13	1.24	0.14
19	7	35.63	57.13	1.24	0.14
20	28	35.63	36.13	1.45	0.56

Tabla 10. Viscosidad de las mezclas con pintura a base disolvente varsol

No. MEZCLA	Aguja No.	Velocidad (rpm)	Viscosidad (cP)	No. MEZCLA	Aguja No.	Velocidad (rpm)	Viscosidad (cP)
0 (patrón)	34	60	1342	21	00	60	75.21
1	16	60	5739	22	34	60	1955
2	34	60	373.3	23	34	60	1718
3	34	60	1833	24	00	60	38.77
4	16	60	11072	25	16	60	1761
5	34	60	1461	26	16	60	2916
6	00	60	15.9	27	34	60	2350
7	34	60	2261	28	18	60	146.22
8	16	60	1888.3	29	18	60	121.01
9	16	60	12949	30	00	60	26.11
10	16	60	3157	31	18	60	234.16
11	00	60	31.15	32	16	60	14822
12	00	60	25.6	33	16	60	6908
13	18	60	168.0	34	18	60	111.33
14	16	60	16512	35	16	60	6626
15	16	60	7125	36	16	60	13771
16	18	60	356.3	37	00	60	10.70
17	00	60	9.05	38	34	60	686.23
18	00	60	4.76	39	16	60	10601
19	00	60	8.11	40	16	60	13892
20	18	60	2121	-	-	-	-

Tabla 11. Viscosidad de las mezclas con pintura vinílica tipo I en base agua

No. MEZCLA	Aguja No.	Velocidad (rpm)	Viscosidad (cP)	No. MEZCLA	Aguja No.	Velocidad (rpm)	Viscosidad (cP)
0 (patrón)	16	60	4325	21	34	60	3421
1	16	60	19627	22	16	60	8102
2	16	60	14187	23	16	60	5260
3	16	60	7509	24	16	60	5117
4	16	60	5888	25	16	60	2263
5	16	60	7616	26	16	60	3211
6	16	60	4160	27	16	60	7785
7	16	60	6059	28	34	60	1633
8	16	60	3349	29	34	60	1247
9	16	60	6080	30	34	60	1786
10	16	60	4011	31	16	60	4816

11	34	60	2133	32	16	60	5249
12	34	60	1643	33	16	60	20776
13	34	60	2773	34	34	60	986.05
14	16	60	5973	35	16	60	15121
15	16	60	3691	36	16	60	7883
16	34	60	2059	37	16	60	3645
17	18	60	186.1	38	16	60	12977
18	18	60	131.2	39	16	60	16894
19	18	60	127.5	40	16	60	7866
20	16	60	4485	-	-	-	-

Tabla No.12. Presentación de los datos obtenidos en la determinación cuantitativa de la estabilidad de las mezclas para la pintura a base disolvente varsol

No. MEZCLA	Peso Crisol (g)	Peso crisol+muestra líquida (g)	Peso muestra líquida (g)	Peso crisol+muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	37.092	39.915	2.823	38.50	1.410
2	52.79	54.17	1.38	53.47	0.684
3	44.42	48.66	4.24	46.23	1.809
4	54.25	58.22	3.97	55.68	1.428
5	48.22	49.36	1.14	48.63	0.409
6	40.44	43.38	2.94	41.47	1.027
7	50.81	54.41	3.6	51.84	1.031
8	57.35	60.36	3.41	58.30	0.949
9	60.22	63.77	3.55	60.98	0.765
10	57.25	60.78	3.53	58.01	0.760
11	56.11	57.87	1.76	56.48	0.368
12	36.71	38.05	1.34	36.98	0.279
13	53.64	60.10	6.46	54.54	0.897
14	57.02	62.23	5.21	57.76	0.745
15	59.67	66.47	6.8	60.15	0.483
16	52.60	56.59	3.99	52.88	0.280
17	50.11	53.10	2.99	50.32	0.208
18	40.17	42.40	2.23	40.32	0.154
19	60.21	62.52	2.31	60.37	0.164
20	53.65	56.66	3.01	54.50	0.851
21	37.09	39,342	2,25	37.57	0.480
22	52.79	54,09	1,30	53.34	0.549
23	44.42	46,53	2,11	45.33	0.908
24	54.25	56,20	1,95	54.94	0.693
25	48.22	51,63	3,41	49.17	0.954
26	40.44	43,32	2,88	41.06	0.620
27	50.81	52,57	1,76	51.32	0.506
28	57.35	61,36	4,01	57.91	0.571
29	60.22	62,67	2,45	60.57	0.347
30	57.25	60,36	3,11	57.47	0.221
31	56.11	57,27	1,16	56.27	0.167
32	36.71	37,79	1,08	36.86	0.157
33	53.64	56,78	3,14	55.21	1.566

34	57.02	58,99	1,97	57.30	0.276
35	59.67	62,11	2,44	61.04	1.367
36	52.60	54,31	1,71	53.22	0.620
37	50.11	52,29	2,18	50.86	0.758
38	40.17	42,00	1,83	41.06	0.895
39	60.21	61,57	1,36	61.06	0.855
40	53.65	54,98	1,33	53.94	0.289

Tabla No. 13. Presentación de los datos obtenidos en la determinación cuantitativa de la estabilidad de las mezclas para la pintura a base disolvente Agua

No. MEZCLA	Peso Crisol (g)	Peso crisol+muestra líquida (g)	Peso muestra líquida (g)	Peso crisol+muestra seca (g)	Peso muestra seca (g)
1	52.79	54.95	2.16	54.27	1.484
2	40.44	42.77	2.33	42.03	1.591
3	52.60	54.38	1.78	53.63	1.054
4	40.17	43.48	3.31	41.82	1.648
5	48.22	50.19	1.97	49.20	0.985
6	57.25	59.89	2.64	58.54	1.288
7	36.71	38.82	2.11	37.56	0.846
8	59.67	61.30	1.63	60.31	0.644
9	44.15	46.63	2.48	44.90	0.749
10	53.64	56.86	3.22	54.61	0.968
11	47.77	49.23	1.46	48.21	0.437
12	50.35	51.9	1.55	50.81	0.463
13	52.19	54.73	2.54	52.70	0.508
14	36.73	39.32	2.59	37.25	0.522
15	40.13	42.51	2.38	40.37	0.246
16	57.40	59.17	1.77	57.58	0.185
17	44.42	46.68	2.26	44.65	0.230
18	60.22	63.26	3.04	60.53	0.307
19	36.75	39.92	3.17	36.98	0.237
20	40.14	42.8	2.66	40.91	0.770
21	52.79	55,43	2,64	54.20	1.411
22	40.44	42.40	1,96	41.11	0.673
23	52.60	8.83	3,23	54.41	1.808
24	40.17	41.95	1,78	41.59	1.427
25	48.22	49.44	1,22	48.64	0.418
26	57.25	59.91	2,66	58.27	1.016
27	36.71	39.12	2,41	37.84	1.130
28	59.67	61.50	1,83	60.52	0.846
29	44.15	45.52	1,37	47.71	0.561
30	53.64	57.19	3,55	54.40	0.762
31	47.77	51.30	3,53	48.23	0.463
32	50.35	52.11	1,76	50.72	0.376
33	52.19	53.33	1,34	53.18	0.992
34	36.73	43.19	6,46	37.37	0.641
35	40.13	45.34	5,21	41.01	0.883
36	57.40	59.24	1,84	57.78	0.381

37	44.42	48.49	4,07	44.82	0.404
38	60.22	64.19	3,97	60.77	0.550
39	36.75	37.89	1,14	37.12	0.368
40	40.14	43.07	2,93	41.09	0.950

Tabla No.17 Resultado de la prueba de estabilidad cuantitativa para la pintura en base disolvente varsol

No. Muestra	Peso de la muestra Liquida (g)	Peso de la muestra seca (g)	Cantidad de óxidos de hierro en la muestra liquida (g)	Cantidad de óxidos de hierro en la muestra seca (g)	Remanente correspondiente a los óxidos de hierro (%)	Estabilidad
1	2.823	1.410	1.440	1.409	2.15	estable
2	1.38	0.684	0.704	0.683	2.97	estable
3	4.24	1.809	1.854	1.808	2.45	estable
4	3.97	1.428	1.447	1.427	1.33	estable
5	1.14	0.409	0.415	0.408	1.76	estable
6	2.94	1.027	1.071	1.026	4.22	inestable
7	3.6	1.031	1.049	1.030	1.81	estable
8	3.41	0.949	0.994	0.948	4.53	inestable
9	3.55	0.765	0.776	0.764	1.57	estable
10	3.53	0.760	0.772	0.759	1.66	estable
11	1.76	0.368	0.385	0.367	4.58	inestable
12	1.34	0.279	0.293	0.278	5.10	inestable
13	6.46	0.897	0.942	0.896	4.88	inestable
14	5.21	0.745	0.759	0.744	1.92	estable
15	6.8	0.483	0.496	0.482	2.74	estable
16	3.99	0.280	0.291	0.279	3.87	inestable
17	2.99	0.208	0.218	0.207	5.16	inestable
18	2.23	0.154	0.162	0.153	5.21	inestable
19	2.31	0.164	0.168	0.163	3.04	inestable
20	3.01	0.851	0.877	0.850	3.02	inestable
21	2,25	0.480	0.494	0.479	2.88	estable
22	1,30	0.549	0.571	0.548	4.03	estable
23	2,11	0.908	0.927	0.907	2.11	Inestable
24	1,95	0.693	0.714	0.692	3.08	Inestable
25	3,41	0.954	0.998	0.953	4.46	Inestable
26	2,88	0.620	0.633	0.619	2.21	estable
27	1,76	0.506	0.515	0.505	1.89	estable
28	4,01	0.571	0.587	0.570	2.87	estable
29	2,45	0.347	0.358	0.346	3.33	Inestable
30	3,11	0.221	0.227	0.220	2.86	estable
31	1,16	0.167	0.169	0.166	1.94	estable
32	1,08	0.157	0.158	0.156	1.13	estable
33	3,14	1.566	1.610	1.565	2.79	estable
34	1,97	0.276	0.288	0.275	4.55	Inestable
35	2,44	1.367	1.429	1.366	4.42	Inestable
36	1,71	0.620	0.626	0.619	1.06	estable
37	2,18	0.758	0.798	0.757	5.05	inestable
38	1,83	0.895	0.938	0.894	4.71	inestable

39	1,36	0.855	0.896	0.854	4.63	inestable
40	1,33	0.289	0.292	0.288	1.37	estable

Tabla No. 18 Resultado de la prueba de estabilidad cuantitativa para la pintura en base disolvente agua

No. Muestra	Peso de la muestra Líquida (g)	Peso de la muestra seca (g)	Cantidad de óxidos de hierro en la muestra líquida (g)	Cantidad de óxidos de hierro en la muestra seca (g)	Remanente correspondiente a los óxidos de hierro (%)	Estabilidad
1	2.16	1.484	1.512	1.473	2.57	Inestable
2	2.33	1.591	1.631	1.580	3.11	Inestable
3	1.78	1.054	1.068	1.043	2.33	Inestable
4	3.31	1.648	1.655	1.637	1.07	Estable
5	1.97	0.985	0.985	0.974	1.15	Estable
6	2.64	1.288	1.320	1.277	3.24	Inestable
7	2.11	0.846	0.844	0.835	1.08	Estable
8	1.63	0.644	0.652	0.633	2.88	Inestable
9	2.48	0.749	0.744	0.738	0.75	Estable
10	3.22	0.968	0.966	0.957	0.91	Estable
11	1.46	0.437	0.438	0.426	2.66	Inestable
12	1.55	0.463	0.465	0.452	2.71	Inestable
13	2.54	0.508	0.508	0.497	1.21	Estable
14	2.59	0.522	0.518	0.511	1.35	Estable
15	2.38	0.246	0.238	0.235	1.26	Estable
16	1.77	0.185	0.177	0.174	1.42	Estable
17	2.26	0.230	0.226	0.219	3.13	Inestable
18	3.04	0.307	0.304	0.296	2.61	Inestable
19	3.17	0.237	0.231	0.226	1.98	Estable
20	2.66	0.770	0.775	0.759	2.03	inestable
21	2.16	1.411	0.378	0.369	2.12	Inestable
22	2.33	0.673	0.815	0.803	1.51	estable
23	1.78	1.808	0.622	0.608	2.17	Inestable
24	3.31	1.427	0.964	0.943	2.14	Inestable
25	1.97	0.418	0.459	0.445	2.88	Inestable
26	2.64	1.016	0.462	0.453	1.95	estable
27	2.11	1.130	0.492	0.486	1.23	estable
28	1.63	0.846	0.190	0.185	2.73	Inestable
29	2.48	0.561	0.289	0.281	2.84	Inestable
30	3.22	0.762	0.187	0.183	2.29	Inestable
31	1.46	0.463	0.170	0.167	1.96	estable
32	1.55	0.376	0.181	0.179	1.10	estable
33	2.54	0.992	1.036	1.023	1.24	estable
34	2.59	0.641	0.302	0.294	2.66	Inestable
35	2.38	0.883	1.110	1.085	2.22	Inestable
36	1.77	0.381	0.516	0.510	1.08	estable
37	2.26	0.404	0.659	0.639	3.04	Inestable
38	3.04	0.550	1.240	1.202	2.99	Inestable
39	3.17	0.368	1.663	1.625	2.27	Inestable
40	2.66	0.950	0.465	0.460	1.06	estable

ANEXO G.
DIAGRAMA SECUENCIAL DE LOS PROCEDIMIENTOS POR LAS ETAPAS
METODOLOGIAS

Figura 2. Diagrama del procedimiento para la Selección y Preparación del Material Ferromagnético

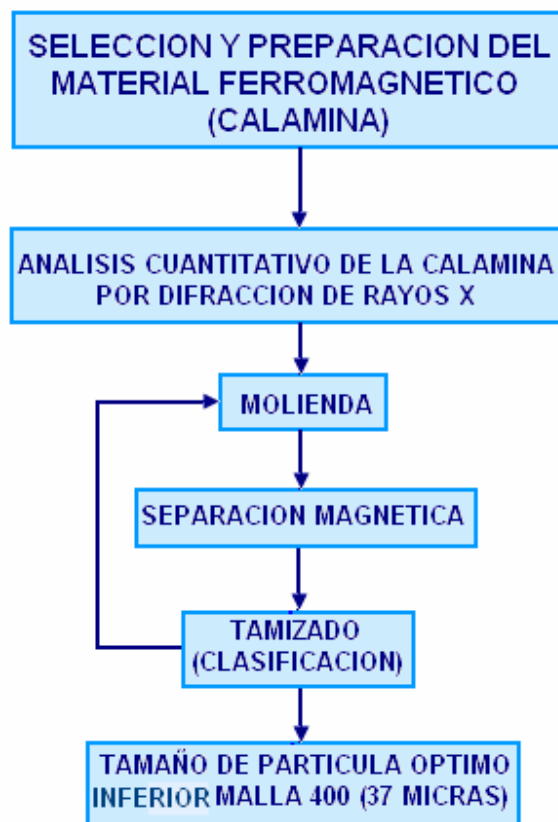


Figura 4. Diagrama del Procedimiento para la Formulación de las Mezclas

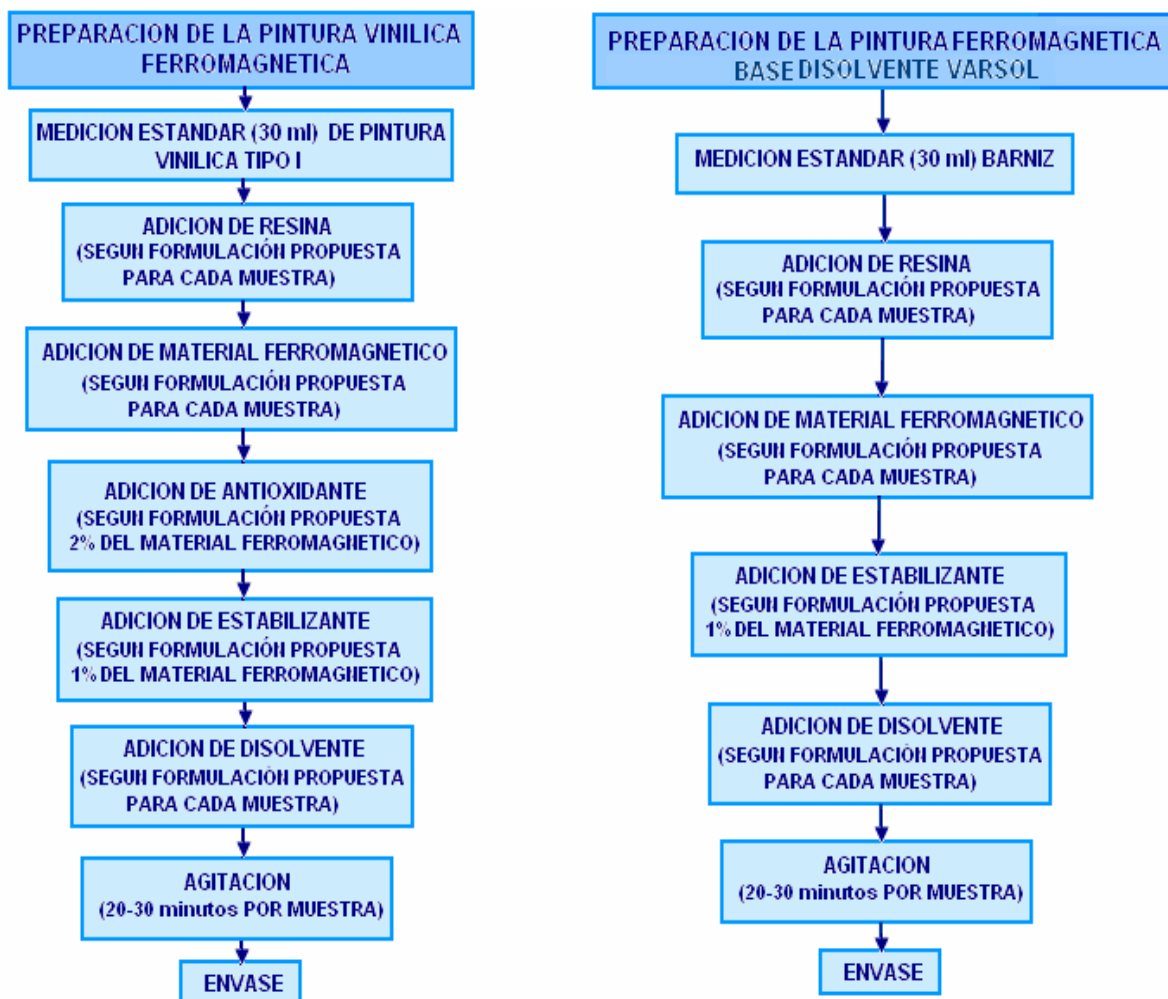


Figura 5. Diagrama del Procedimiento para el Análisis de Estabilidad de las Mezclas

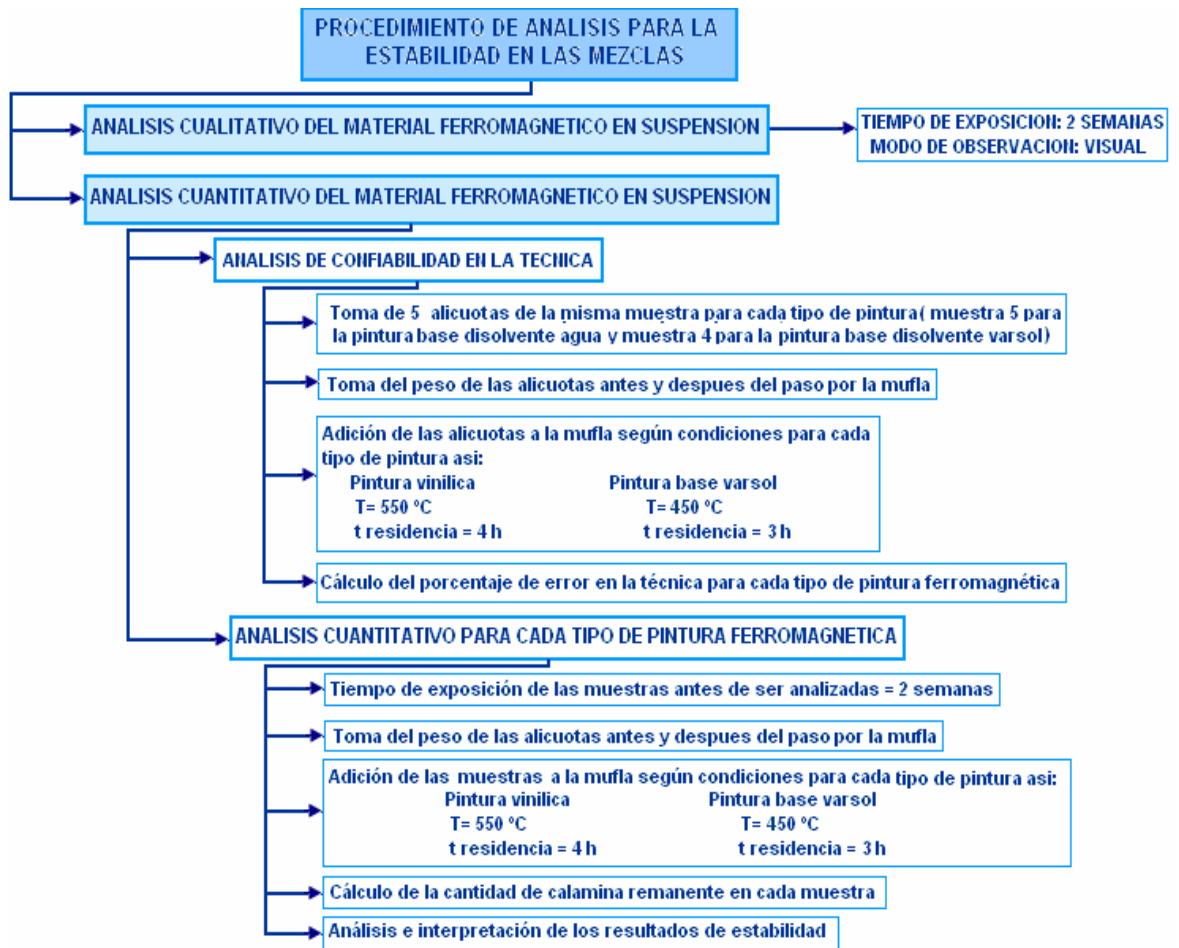
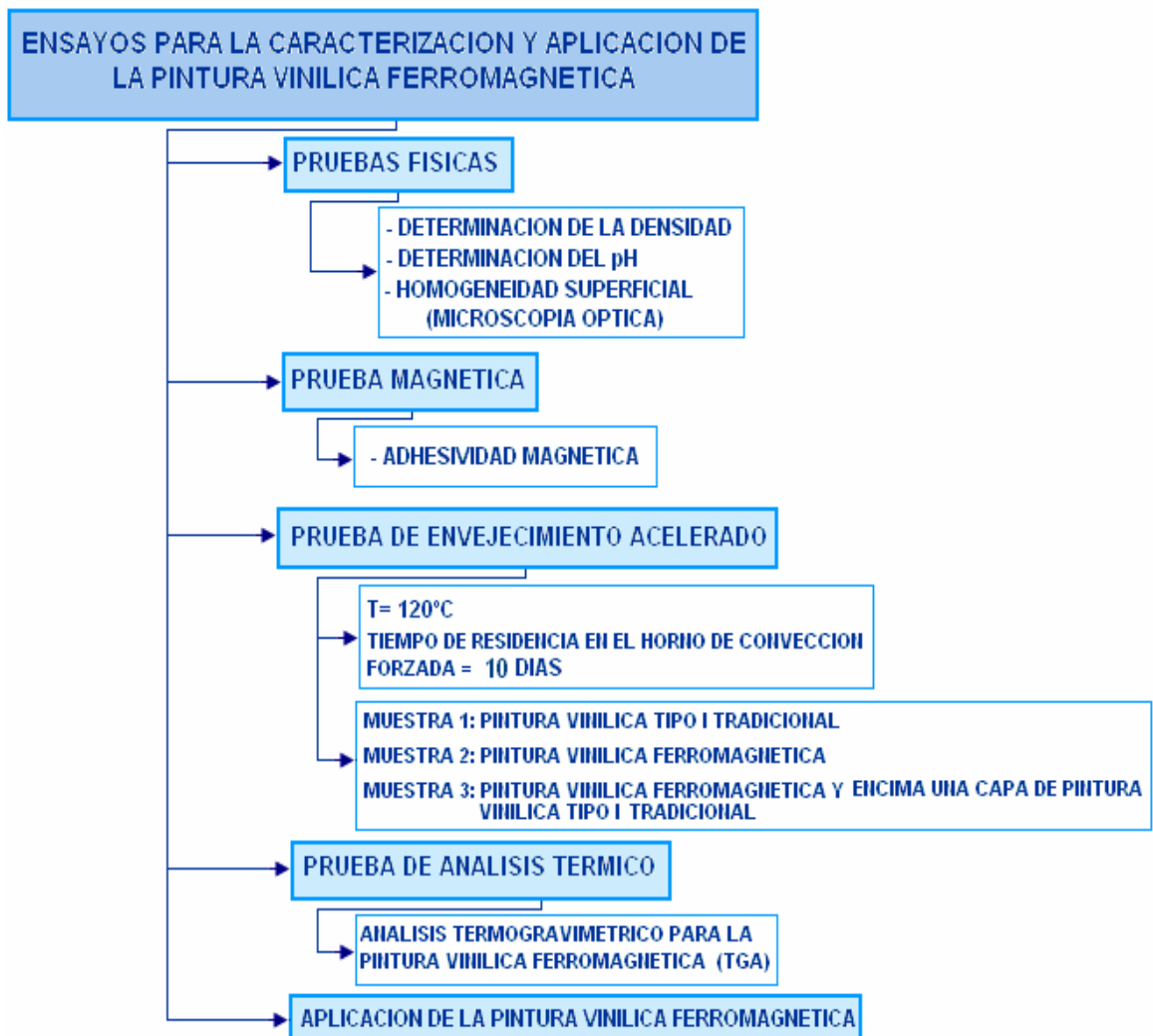


Figura 6. Diagrama del Procedimiento para la Caracterización y Aplicación de las Pinturas Ferromagnéticas



ANEXO H.
**EQUIPOS UTILIZADOS PARA LAS PRUEBAS DE OBTENCION DE LA
PINTURA FERROMAGNETICA**

Figura 17. Viscosímetro Brookfield Programable modelo CV-III Rheometer



Figura 18. Agitador



Figura 19. Microscopio LABOPHOT-2 marca NIKON modelo MO88E

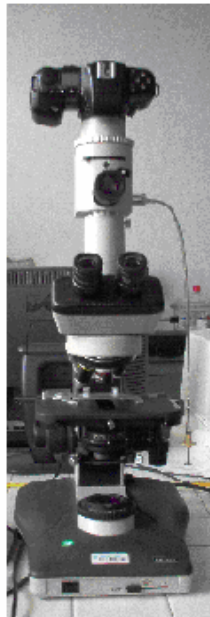


Figura 20. Analizador termogravimétrico TGA 2050



Figura 21. Molino de bolas de acero



Figura 22. Juego de Tamices de la serie Tyler



Figura 23. Separador Magnético



Figura 24. Horno de Convección Forzada



ANEXO I.
REGISTRO FOTOGRAFICO DEL RESULTADO DE LA PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO REALIZADO EN EL HORNO DE CONVECCION FORAZADA A TRES PROBETAS CON PINTURA VINILICA FERROMAGNETICA

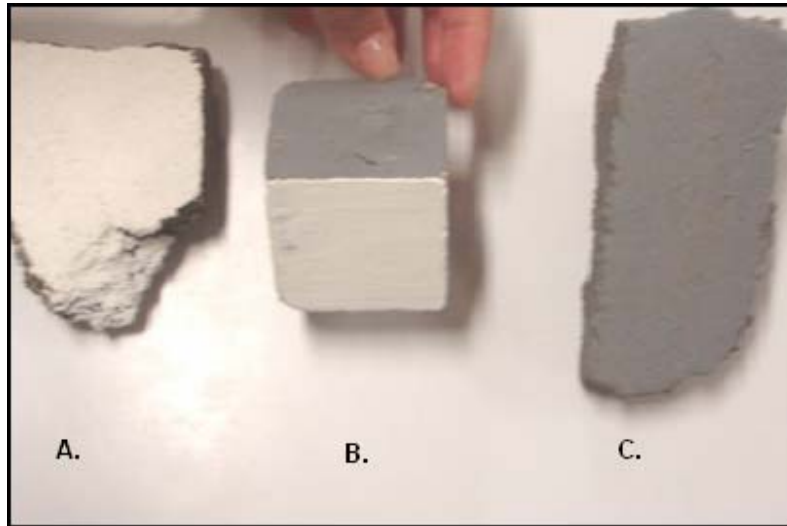
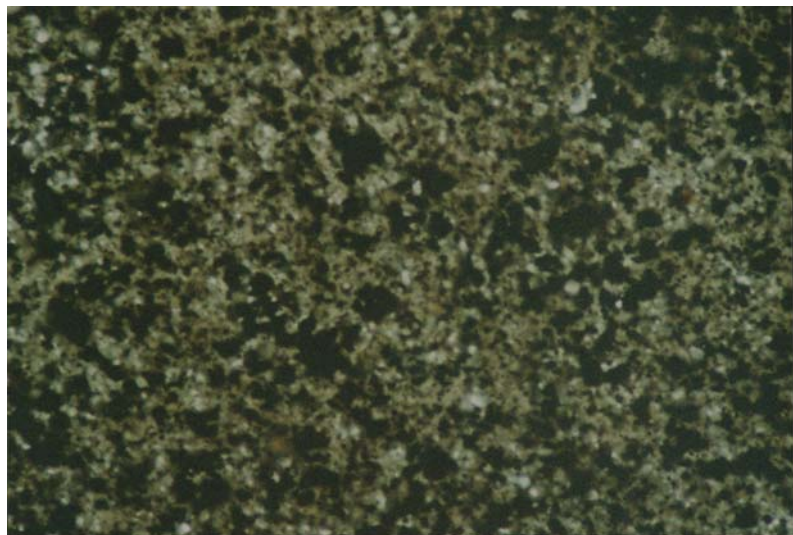
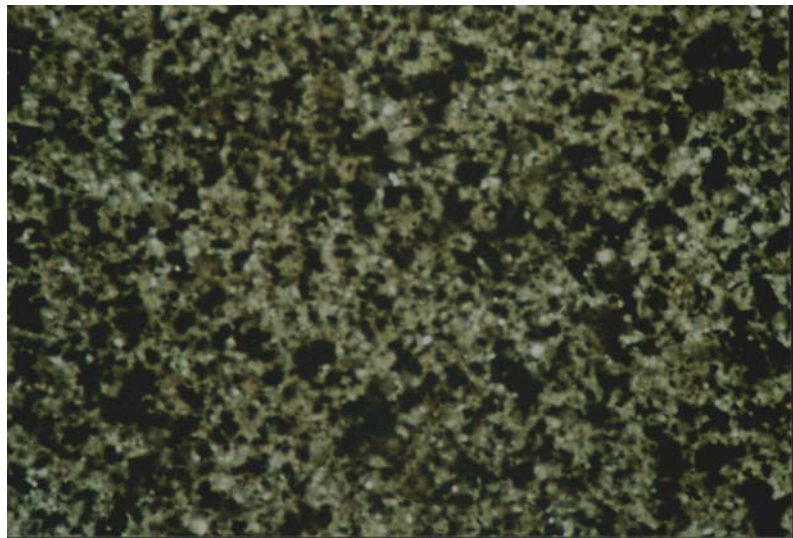


Figura 25. Aspecto de las probetas antes de pasar por el Horno convectivo: A. Pintura base vinílica tipo I; B. Pintura ferromagnética + pintura vinílica base; C. pintura ferromagnética

Figura 26. Aspecto de las probetas después de pasar por el Horno convectivo: A. Pintura base vinílica tipo I; B. Pintura ferromagnética + pintura vinílica base; C. pintura ferromagnética

ANEXO J.
REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA HOMOGENEIDAD SUPERFICIAL DE
PINTURA FERROMAGNETICA

Figura 27. Homogeneidad superficial de la pintura vinílica ferromagnética seleccionada. Fotografía tomada en el microscopio labotophot-2, marca NIKON. Modelo MO88E, con ampliación X40.



ANEXO K. TRATAMIENTO DE DATOS

Cualquier prueba se mide por la similitud de los resultados alcanzados cuando la misma prueba se realiza un cierto número de veces, la confiabilidad de la prueba o de cualquier otro instrumento de medición se ve afectada por la variación casual y por ello no se obtiene resultados exactamente similares. Se necesita mucho tiempo, energía y dinero para hacer un análisis total de una gran masa de datos, por eso para los ensayos se tomó un grupo de datos específicos y una repetibilidad adecuada.

La Muestra. Se define como el conjunto de n observaciones obtenidas de la realidad (normalmente n es relativamente pequeña).

Media de la muestra. La Media aritmética de una serie de cantidades se obtiene sumando los valores de las cantidades y dividiendo el resultado entre el número de ellas. La media aritmética debe considerarse como un valor calculado y no como un valor que existe realmente. Se puede decir que la media aritmética es el valor que tomaría la variable si estuviese uniformemente repartida entre todos los individuos que forman la muestra. Da una medida de la situación de la muestra.

$$\text{Media de la muestra: } \bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Amplitud (o recorrido o campo de variación). Es la diferencia entre los valores mayor y menor observados durante el ensayo. Se le designa por la letra w' . Tiene interés casi exclusivamente para muestras pequeñas, de tamaño no superior a 12.

Varianza muestral. Es la suma de los cuadrados de las diferencias de los valores observados a su media aritmética dividida por el número total de observaciones. Se le designa generalmente por el símbolo S . Da una medida de la dispersión de la muestra.

$$\text{Varianza muestral } S^2 = \sum \frac{(y - \bar{y})^2}{(n-1)}$$

Desviación típica muestral. Es la raíz cuadrada (positiva) de la varianza evidentemente designada por S o δ .

$$S = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{(n-1)}}$$

La variación producida por factores distorsionantes, tanto conocidos como desconocidos, se denomina *error experimental*, normalmente solo una pequeña parte de él puede ser atribuido a error en la medición. Efectos importantes pueden quedar ocultos total o parcialmente por el error experimental y a la inversa a causa del error experimental, el investigador puede equivocarse y creer en efectos que no existan. Todo investigador se enfrenta a dos difíciles tareas:

- Descubrir y entender las complejas relaciones que pueden existir entre varias variables
- Alcanzar este objetivo a pesar de que los datos están contaminados con error experimental

Cuando un experimento o una operación se repite bajo aproximadamente las mismas condiciones los resultados observados no son completamente idénticos. Las fluctuaciones que ocurren de una repetición a otra se denominan ruido, variaciones experimentales, error experimental o simplemente error, se refiere a variaciones que son a menudo inevitables. Muchas fuentes contribuyen al error experimental además de los errores de

medición, análisis y muestreo. Pueden contribuir por ejemplo variables tales como: la temperatura ambiente, destreza y vigilancia del personal, antigüedad y pureza de los reactivos y eficiencia o estado del equipo.*

* **BOX George; HUNTER William y HUNTER J Stuart.** Estadística para investigadores: Introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos. Barcelona: Editorial REVERTE S.A., 1993.

ANEXO L.
**GENERALIDADES PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE PINTURAS
FERROMAGNETICAS A ESCALA SEMI INDUSTRIAL**

1.1. Planteamiento del Problema:

La necesidad de llevar a la industria productos innovadores que satisfagan las necesidades de la sociedad actual, hace que se presente una propuesta en donde se busca mejorar un producto (pinturas) comercialmente viable adicionando la propiedad magnética.

Para el funcionamiento de una planta a escala semi industrial se tendrá que conocer los clientes y la aceptación del producto quienes definirán la producción, precios, servicios y medios publicitarios.

1.2. Población Afectada:

Se escoge la ciudad de Bucaramanga como lugar de montaje para la planta a escala semi industrial; ya que además de contar con los requerimientos necesarios (terreno, servicio público, transporte, facilidad en la adquisición de equipos) es el epicentro de la industria de pinturas a nivel departamental y ocupa un lugar de importancia a nivel nacional.

1.3. Identificación de oportunidades:

La presentación del producto en el mercado puede generar un impacto positivo dependiendo de las estrategias que permitan al consumidor establecer ciertas ventajas en su utilización; dándolo a conocer por su calidad, su fabricación local y su disponibilidad. Además, se cuenta con la ventaja que por el momento ningún fabricante de la región se ha dado a la tarea de producir nuevas o novedosas pinturas para la industria y la mayoría de las grandes corporaciones se concentran en mejorar la calidad de los productos existentes en cualquiera de sus gamas.

De acuerdo a este análisis se puede observar que el desarrollo del sector es positivo ya que ninguna empresa ha cerrado, por el contrario, existen nuevas empresas y las existentes amplían su producción.

1.4. Contexto geográfico y socio económico:

En el plan de desarrollo regional el gobierno busca reanimar la economía a través de la industria de la construcción, lo que afectaría de manera positiva y directa la industria de pinturas ferromagnéticas. Sin embargo, en los últimos años el sector de la construcción presentó un decrecimiento muy marcado, pero el sector de las pinturas no fue víctima de éste fenómeno y se observó un incremento gradual cada año puesto que la demanda de estos productos es constante en la remodelación de viviendas usadas.

1.5. Justificación:

El panorama que ofrece el Tratado de libre Comercio; plantea la búsqueda de nuevas estrategias que lleven al país a ser un ente competitivo frente al mundo y es por eso que la idea de llevar una propuesta de investigación a la industria resulta interesante desde el punto de vista que plantea nuevos horizontes de comercialización y nuevas posibilidades de competencia.

1.6 Investigación general de mercados:

1.6.1 Definición y características del producto:

La pintura Ferromagnética es un producto que está compuesto principalmente por una pintura comercial y un material en este caso calamina al cual se le atribuye la propiedad magnética.

Los principales usos que se pueden dar a este tipo de pintura se citan a continuación:

Institucional: utilizado en: escuelas, universidades, bibliotecas, oficinas, restaurantes, teatros etc.

Residencial: para la decoración de: apartamentos, casas, etc.

Es una pintura cuya aplicación es fácil y rápida. Incluso pasa inadvertida porque se la puede cubrir con el color del dormitorio, la oficina o el lugar donde vaya a ser

colocada. Se puede usar para cubrir las paredes y colocar mensajes o lo que se desee utilizando imanes en vez de clavos o tachuelas.

El resultado es una pared magnética con una prolija terminación, cuyos beneficios a la hora de decorar son muchos, ya que el producto protege las paredes de los clásicos agujeros, fisuras y rayones que se hacen al clavar o bien de los peligros del uso de taladros

1.6.2 Empaque y Rotulado

1.6.2.1 Empaque

Este producto es tan pesado por la cantidad de óxidos de hierro en su contenido, que viene presentado en latas más pequeñas de lo normal, para que sea manejable.

1.6.2.2 Rotulado

La información contenida debe estar en el idioma español, con traducciones a idioma inglés. Las leyendas redactadas deben ser visibles, legibles y deben incluir:

- Nombre y dirección del titular del registro

- Nombre comercial del producto

- Composición garantizada

- Contenido neto en unidades del sistema internacional

- Número de registro del Invima.

- Se debe indicar la fecha de expiración del producto.

1.6.3 Publicidad y Propaganda

El sistema de publicidad utiliza un énfasis informativo, con la intención de posicionar la nueva marca del producto que en este caso coincide con la razón social; es decir, la planta llevará por nombre **Ferro-MagicPaint Ltda** al igual que el producto, y éste a su vez, buscará la demanda entre la población de la ciudad de Bucaramanga.

Como estrategia de comercialización se tendrán medios de publicidad locales como periódicos, emisoras, murales, pancartas y medios electrónicos como página web.

ANEXO M. ESTUDIO DE MERCADO

El tipo de investigación utilizada es de forma descriptiva; manejando una encuesta de opinión en donde se tiene en cuenta puntos estratégicos de la población como distribuidores y clientes en general.

Esto con el fin de identificar las necesidades de los consumidores con respecto al nuevo producto (Pinturas Ferromagnéticas) y así analizar el comportamiento en el mercado y sus canales de comercialización.

2.4.1 Encuesta:

La información se obtuvo a través de encuestas directas teniendo en cuenta aspectos como:

2.4.1.1 Proceso de Muestreo

El método escogido fue el muestreo aleatorio (MAS); obteniendo información sobre la población existente en Bucaramanga de estratos III y IV de forma rápida, económica y eficiente.

2.4.1.2 Definición de la Población

Se escogieron todos los pequeños y medianos distribuidores de materiales de construcción, ferreterías y el consumidor final de estrato III y IV que deseen adquirir los productos y tengan la capacidad económica.

2.4.1.2. Calculo Muestral

Para determinar el tamaño de la muestra, ésta debe ser representativa puesto que de esto depende la objetividad y credibilidad de la información recolectada. Por el contrario, si la muestra es muy grande se percibe desperdicio de recursos que elevan los costos del estudio; de esta manera, se utilizará el muestreo aleatorio simple el cual permite calcular la muestra de manera que todas las unidades que conforman la población, tienen las mismas probabilidades de ser seleccionadas:

$$n = \frac{Z^2 N(p * q)}{e^2 (N - 1) + Z^2 (p * q)}$$

Donde

N = Población

Z = Variable estandarizada para determinar el nivel de confiabilidad del 95%= 1.96

e= Error estimado =6%

p = Probabilidad de uso = 50% = 0.5

q = Probabilidad de no uso =50% = 0.5

n = Muestra

Calculo de la muestra para distribuidores y ferreterías¹³

N = 147

Z = 1.96

e = 6%

p= Probabilidad de 0.5

q= Probabilidad de no uso 0.5

n =?

$$n = \frac{1.96^2 * 147(0.5 * 0.5)}{0.06^2 (147 - 1) + 1.96^2 (0.5 * 0.5)}$$

n= 95 Distribuidoras

Calculo de la Muestra

N = 160 – Hogares en estratos III y IV en Bucaramanga¹⁴

Z = 1.96

e = 6%

p= Probabilidad de 0.5

¹³ Cámara de Comercio de Bucaramanga Agosto de 2002

¹⁴ DANE Proyección 2003

q= Probabilidad de no uso 0.5

n =?

$$n = \frac{1.96^2 * 65.910(0.5 * 0.5)}{0.06^2 (65.910 - 1) + 1.96^2 (0.5 * 0.5)}$$

N= 100 hogares en estratos III y IV.

Planteamiento de la encuesta:

I. ENCUESTA A DISTRIBUIDORES

NOMBRE _____

EMPRESA _____

DIRECCION _____

TELEFONO _____

E-MAIL _____

1. ¿Cuáles son sus proveedores?
2. ¿A que valor promedio compra la pintura vinílica?
 - a. Tipo I
 - b. Tipo II
 - c. Tipo III
3. ¿Cuanta pintura Vinílica compra en el mes?
 - a. Tipo I
 - b. Tipo II
 - c. Tipo III
4. ¿En que época del año compra más pintura vinílica?
 - a. Septiembre-Diciembre
 - b. Enero- Marzo
 - c. Junio-Agosto
 - d. Abril-Mayo
5. ¿Estaría dispuesto comprar una pintura vinílica que además de las características ya conocidas, posea propiedades magnéticas?

- a. Si
- b. No

II. ENCUESTA A CONSUMIDORES FINALES

NOMBRE _____

DIRECCION DE RESIDENCIA _____

BARRIO _____

TELEFONO _____

E-MAIL _____

1. ¿Cada cuanto pinta su sitio de residencia y/o trabajo?
 - a. cada 6 meses
 - b. cada 12 meses
 - c. cada 18 meses
 - d. cada 24 meses

2. ¿Cuántos galones de pintura vinílica compra cada vez que decide decorar?
 - a. de 3 a 6 galones
 - b. de 7 a 10 galones
 - c. de 11 a 14 galones
 - d. de 15 a 18 galones

3. ¿A qué precio compra el galón de pintura vinílica tipo I?
 - a. \$35000-45000
 - b. \$30000-35000

4. ¿Estaría dispuesto a utilizar en su casa o sitio de trabajo una pintura con propiedades ferromagnéticas?
 - a. Si
 - b. No

5. Si se ofrece en el mercado una pintura ferromagnética ¿Cuál sería el valor que pagaría por el?
 - a. 10% por debajo del precio normal de las pinturas vinílicas
 - b. Al mismo precio que las pinturas vinílicas
 - c. Hasta un 20% por encima del precio normal de las pinturas vinílicas
 - d. El precio que se ponga en el mercado. Lo importante son los beneficios del producto

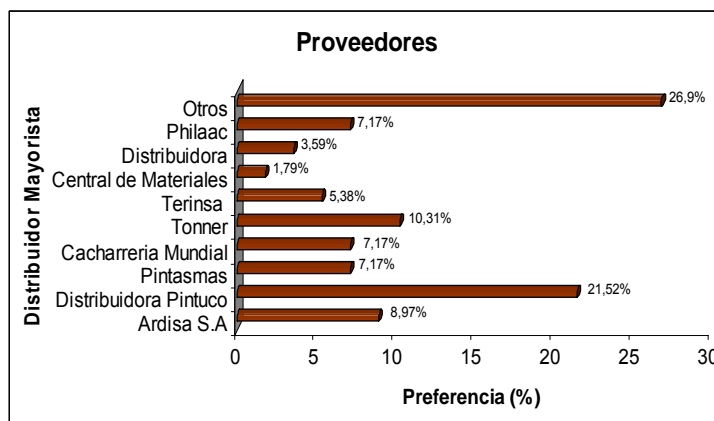
Tabulación y Análisis de los Resultados de la Encuesta:

1. ¿Cuáles son sus proveedores?

Cuadro1. Proveedores

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Ardisa S.A	20	8.97%
Distribuidora Pintuco	48	21.52%
Pintasmas	16	7.17%
Cacharrería Mundial	16	7.17%
Tonner	23	10.31%
Terinsa	12	5.38%
Central de Materiales	4	1.79%
Distribuidora Colombia	8	3.59%
Philaac	16	7.17%
Otros	60	26.90%
Totales	223	100%

Gráfico 1. Proveedores



Se puede constatar que los proveedores de pinturas vinílicas más reconocidos en Bucaramanga, son los distribuidores de Pintuco, Tonner, y Ardisa, los cuales abastecen gran parte de los distribuidores minoristas de la ciudad.

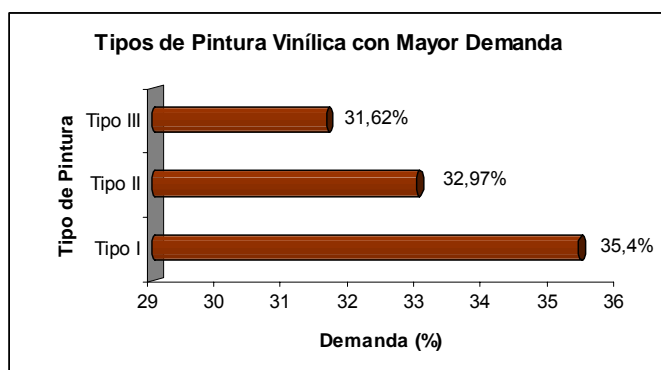
2. ¿Cuanta pintura Vinílica compra en el mes?

Cuadro consolidado de respuestas cantidad promedio porcentaje de compra en galones según presentación mensual por distribuidor.

Cuadro 2. Consolidado de respuestas cantidad promedio y porcentaje de compra en galones de pintura

Respuestas	Cant. promedio de compra mensual en galones por distribuidor	Porcentaje		
		Galón	Cuñete	%
Tipo I	131	75%	25%	35.4%
Tipo II	122	71.5%	28.5%	32.97%
Tipo III	117	62%	38%	31.62%
TOTAL	370			100%

Grafico 2. Tipos de pintura vinílica con mayor demanda



El promedio mensual comprado por los distribuidores de pintura vinílica es de 370 galones comprendido entre los tres tipos mencionados. Es así como se aprecia la preferencia por la pintura tipo I (35.4%) puesto que ofrece mejores características en la durabilidad, terminados, estética y protección; por lo cual se producirá este tipo de pintura vinílica en la planta pues se considera una buena opción para entrar en el mercado. De igual forma se ve reflejado un importante volumen en la compra de los otros dos tipos de pintura ya que a la hora de su venta son preferidos por sus bajos precios. También es

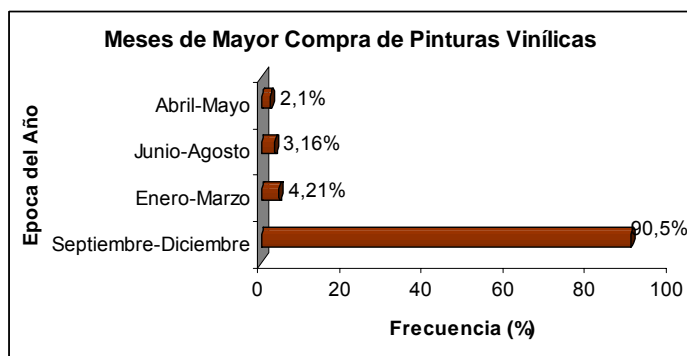
considerable la forma de la presentación de la pintura; viéndose mayor demanda por el galón seguido del cuñete. Esto indica que la nueva fábrica de pinturas debe prepararse para producir y envasar en estas presentaciones.

3. ¿En que época del año compra más pintura vinílica?

Cuadro 3. Meses de mayor compra de pintura vinílica

RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Septiembre-Diciembre	86	90.5%
Enero-Marzo	4	4.21%
Junio-Agosto	3	3.16%
Abril-Mayo	2	2.10%
TOTALES	95	100%

Grafico 3. Meses de Mayor compra de pinturas vinílicas



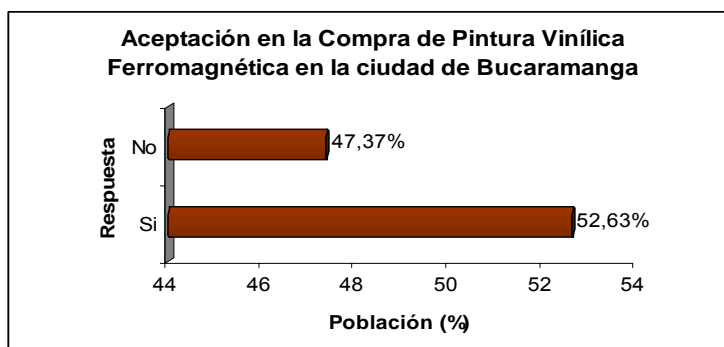
Con lo anterior se puede deducir que se presenta una temporada en la cual la compra de pinturas vinílicas aumenta significativamente (Septiembre-Diciembre), indicando que en estos meses aumenta la cantidad comprada por los ferreteros y almacenes de pintura en Bucaramanga. En los otros meses del año se mantiene una cantidad proporcional de compra por parte de los distribuidores.

4. ¿Estaría dispuesto comprar una pintura vinílica que además de las características ya conocidas, posea propiedades magnéticas?

Cuadro 4. Aceptación por parte de los distribuidores de la pintura vinílica ferromagnética en la Ciudad de Bucaramanga

RESPUESTA	POBLACION	PORCENTAJE
Sí	50	52.63%
No	45	47.37%
Total encuestados	95	100%

Grafico 4. Aceptación en la compra de pintura vinílica ferromagnética fabricada en la ciudad de Bucaramanga



Se tendrá un mercado que ofrece cierta inmersión en la competencia ya que se encuentra un buen ambiente entre los distribuidores encuestados. Además una buena parte argumenta que compraría el producto par conocerlo y para apoyar la industria Santandereana.

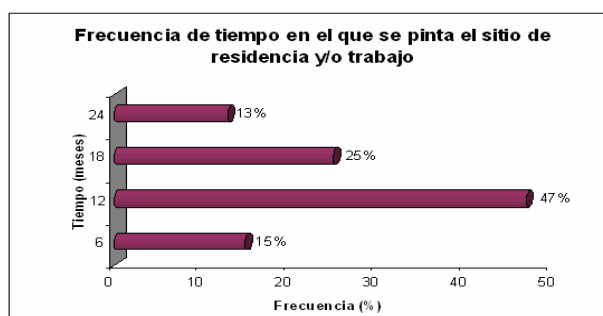
ENCUESTA A CONSUMIDORES FINALES

1. ¿Cada cuanto pinta su sitio de residencia y/o trabajo?

Cuadro 5. Frecuencia de tiempo en el que se pinta el sitio de residencia y/o trabajo

PERIODO DE TIEMPO		PERIODO PROM.	
EN MESES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	MENSUAL
6	15	15%	0.9
12	47	47%	5.64
18	25	25%	4.50
24	13	13%	3.12
Total de encuestados	100	100%	14.16

Grafico 5. Frecuencia de tiempo en el que se pinta el sitio de residencia y/o trabajo



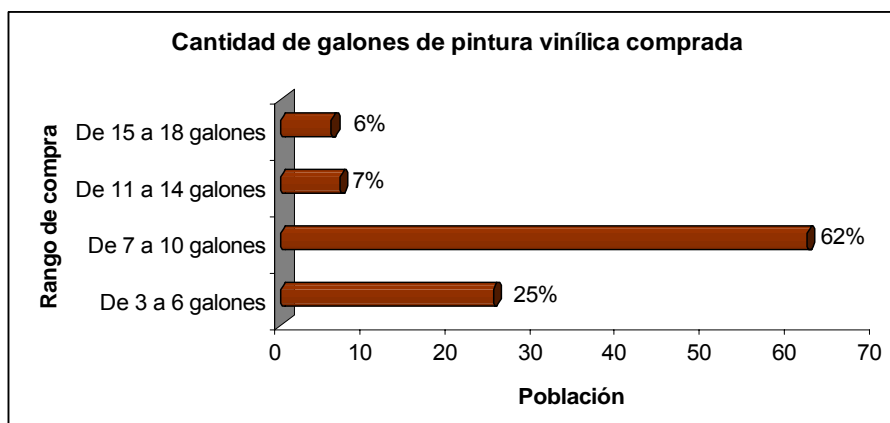
Se observa que un 47% de los encuestados pinta su casa o sus lugares de trabajo cada 12 meses ya que este es el periodo normal de mantenimiento a la estructura física.

2. ¿Cuántos galones de pintura vinílica compra cada vez que decide decorar?

Cuadro 6. Cantidad de Galones de pintura vinílica comprada.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
De 3 a 6 galones	25	25%
De 7 a 10 galones	62	62%
De 11 a 14 galones	7	7%
De 15 a 18 galones	6	6%
Total encuestado	100	100%

Grafico 6. Cantidad de Galones de pintura vinílica comprada



De esta forma el 62% de los encuestados utiliza un promedio de 8.5 galones para pintar diversos lugares que contienen un tamaño promedio referente a estratos III y IV. Hay otra buena proporción de 4.5 galones, esto se debe a lugares más pequeños como oficinas.

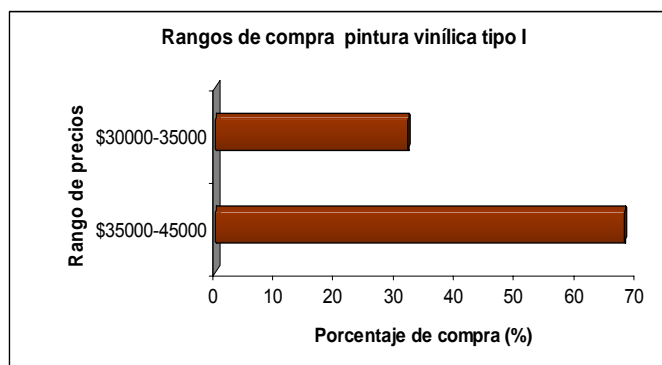
3. ¿A qué precio compra el galón de pintura vinílica tipo I?

Cuadro 7. Precio de compra de la pintura vinílica

RESPUESTAS	RANGO	PRECIO	FRECUENCIA		VALOR PROM. DE COMPRA
		PROMEDIO		%	
Galón de Tipo I	\$35000-45000	37.500	68	68%	40000
	\$30000-35000	32.500	32	32%	

Total encuestados 100

Grafico 7. Rangos de compra pintura vinílica tipo I



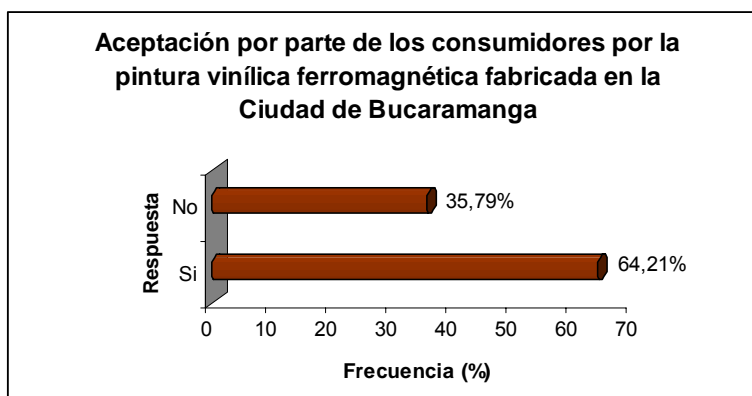
El promedio de los precios calculados sirven de base para relacionar el precio de los productos de marcas reconocidas frente a los productos elaborados en la ciudad; esto permite tener una base real a la hora de asignar el precio al producto que se elaborará en la planta con el fin de competir.

4. ¿Estaría dispuesto a utilizar en su casa o sitio de trabajo una pintura con propiedades ferromagnéticas?

Cuadro 8. Respuestas de aceptación de la pintura ferromagnética

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	61	64.21%
No	34	35.79%
Total encuestados	100	100%

Grafico 8. Respuesta de aceptación de la pintura ferromagnética por parte de los consumidores



Se muestra una tendencia por la aceptación y prueba del producto del 64.21% lo cual indica que es posible que después de conocido el producto este valor aumente considerablemente. Lo que deja ver una oportunidad para la planta de obtener una ventaja competitiva porque estaría resolviendo un inconveniente común en los hogares, ya que en la mayoría de las ocasiones puntillas y demás accesorios resultan dañinos e incómodos en la decoración de las residencias.

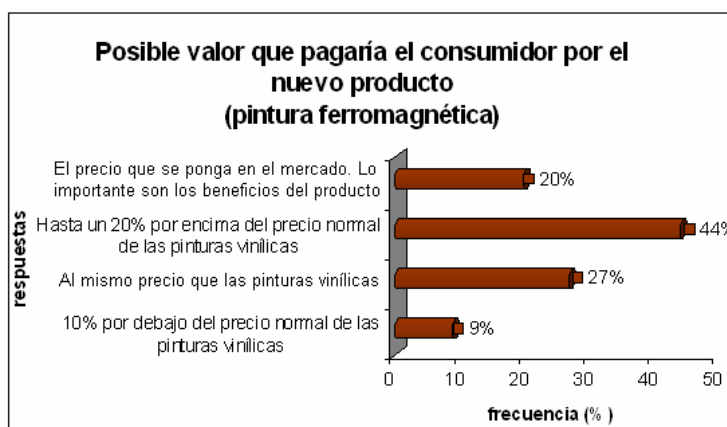
Cabe distinguir el interés y la curiosidad que presentan las personas encuestadas por apoyar la industria local, promoviendo el desarrollo económico de la región.

5. Si se ofrece en el mercado una pintura ferromagnética ¿Cuál sería el valor que pagaría por el?

Cuadro 9. Tendencia por el posible precio que se pagaría por la pintura ferromagnética

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
10% por debajo del precio normal de las pinturas vinílicas	9	9%
Al mismo precio que las pinturas vinílicas	27	27%
Hasta un 20% por encima del precio normal de las pinturas vinílicas	44	44%
El precio que se ponga en el mercado. Lo importante son los beneficios del producto	20	20%
Total encuestados	100	100%

Grafico 9. Posible valor que pagaría el consumidor por el nuevo producto (pintura ferromagnética)



Teniendo en cuenta el precio que actualmente se encuentra en el mercado del galón de pintura vinílica tipo I y que el 44% de los encuestados pagaría un valor superior por la pintura ferromagnética permite tener una base real a la hora de asignar el precio del producto que se elaborará en la planta, puesto que el objetivo es la aceptación del producto en el mercado y creación de la necesidad en la población por la nueva pintura.

2.4.2. Proyección de la Demanda y la Oferta:

La ciudad de Bucaramanga como principal eje de mercados del producto cuenta con diferentes establecimientos comerciales que pueden contarse como potenciales clientes.

2.4.2.1. Proyección de la Demanda:

Se debe tener en cuenta que en la zona metropolitana de Bucaramanga, no existe un registro del comportamiento de las ventas, consumo y la producción de las pinturas vinílicas, ya que la mayoría de los comerciantes no poseen un sistema propio de registro. Por tanto se construirá un modelo que permita conocer de cierta forma el comportamiento de la demanda del producto.

A continuación se calcula la demanda actual con base a la información basada en la encuesta a los distribuidores, (Ver cuadro 3) el cual señala las cantidades que requieren los distribuidores ya sea en galones o cuñetes.

Cuadro 10. Demanda Actual de Galones/ mes por distribuidor

Opciones	Cant. en Galón	Cant. en Cuñete
Tipo I	98.25	32.75
Tipo II	87.23	34.77
Tipo III	72.54	44.46
Total galones	258.02	111.98

De acuerdo con la información anterior, y teniendo en cuenta que para comenzar en el mercado se pretende incursionar basándonos en la pintura vinílica tipo I para la elaboración de la pintura ferromagnética; se pretende elaborar con una proyección de acuerdo con los distribuidores como clientes, alrededor de 500 galones de pintura vinílica ferromagnética mensual.

2.4.2.1. Proyección de la Oferta:

El propósito que se persigue mediante un análisis de la oferta es determinar o medir las condiciones en que la economía coloca a disposición del mercado un producto o servicio.

La oferta al igual que la demanda depende de los precios actuales del producto, el entorno político y social en el que se procede el proyecto y finalmente el producto, entre otros.

Estos aspectos se acentúan más al existir una competencia cada día más fuerte en donde al querer introducir algo nuevo, una empresa se encuentra con muchas barreras que impiden una buena comercialización; así mismo las necesidades y gustos de los consumidores son cada vez más cambiantes y los conflictos dentro de una organización generados por las nuevas propuestas, son muchos. Sin embargo este panorama negativo que se acabó de exponer puede cambiar notablemente si dentro de la planta se siguen algunos pasos que harán que el lanzamiento del producto, involucre todas las áreas de una empresa y se llegue a un resultado totalmente satisfactorio tanto para el consumidor como para la compañía.

2.4.3. Macrolocalización de la planta:

El mercado identificado inicialmente es la ciudad de Bucaramanga, capital del departamento de Santander como eje de organización. Los pueblos aledaños también contarán con la distribución desde la bodega de la fábrica.

2.4.4. Micro- Localización:

La zona de ubicación de la planta es la zona industrial de Bucaramanga (Chimitá)

ANEXO N.
ESTUDIO TECNICO
(DIAGRAMAS PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA VINILICA
FERROMAGNÉTICA)

El alcance del estudio técnico es resolver todo lo relacionado con la localización e instalación de la planta. Este aspecto incluye también, el proceso de producción de fabricación del producto y el diseño de los equipos, esto teniendo en cuenta las especificaciones técnicas que garanticen un eficiente desempeño en cuanto a la contaminación y la garantía de un proceso seguro para los operarios. A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso de fabricación de la pintura ferromagnética.

Diagrama de bloques del proceso

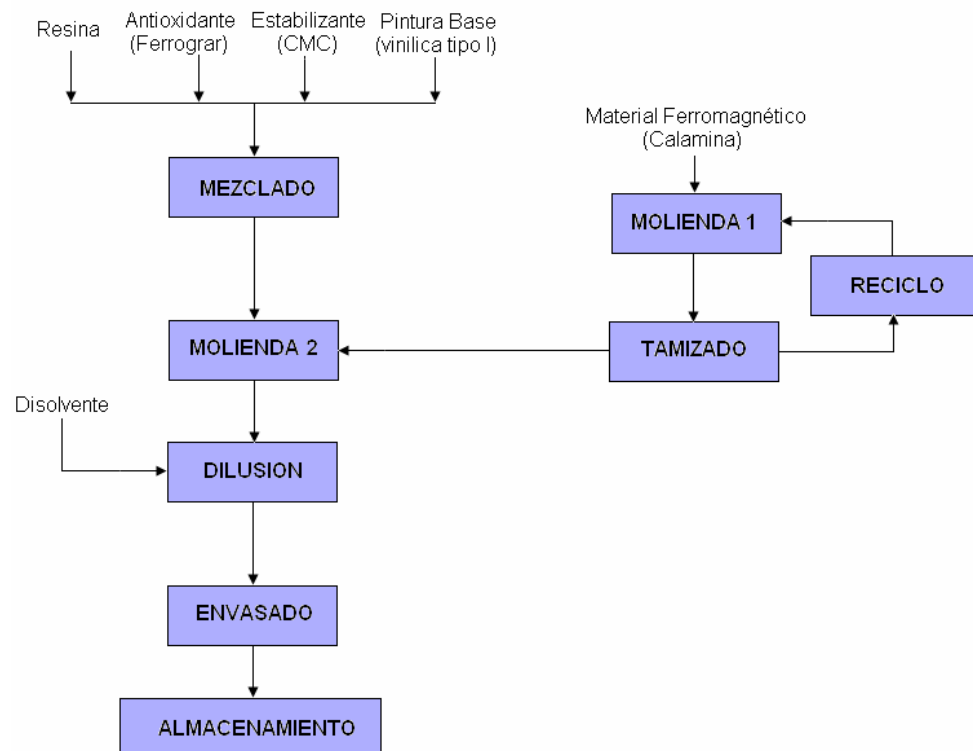
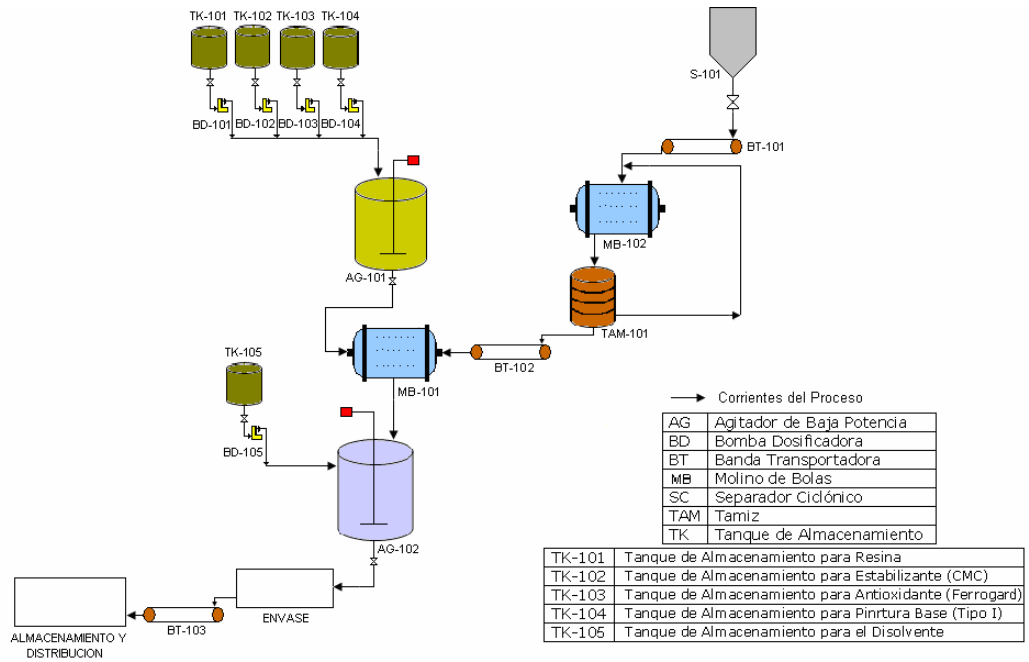
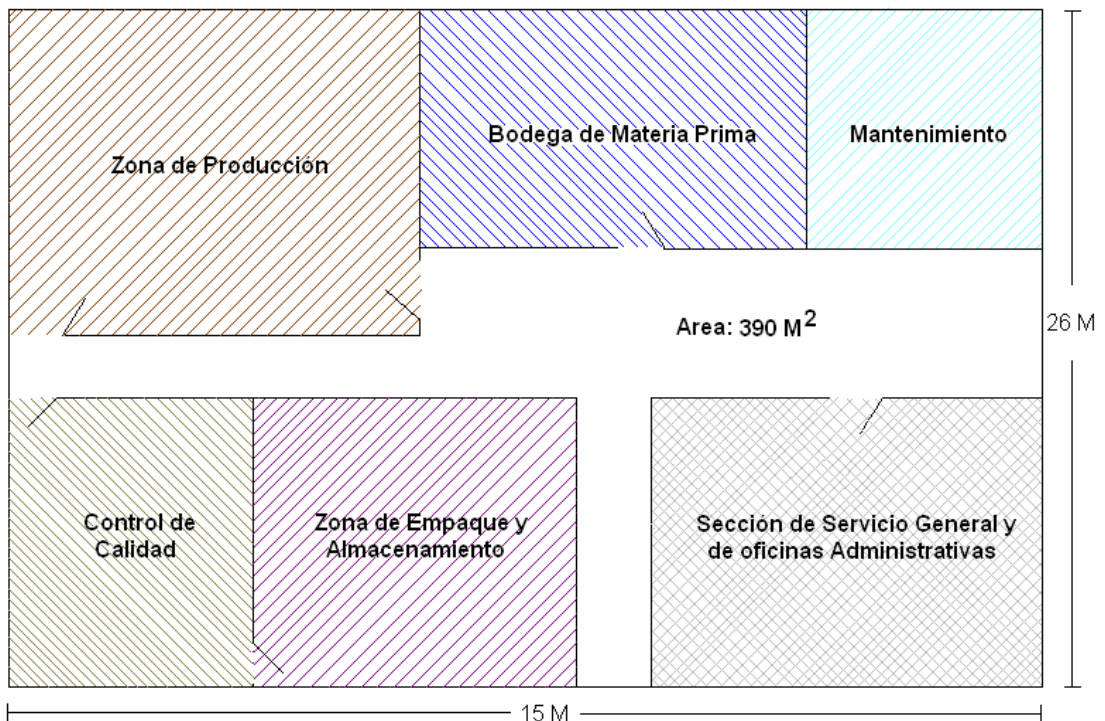


Diagrama de flujo del Proceso



Distribución de la planta



ANEXO O.
DISEÑO, IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES
PRINCIPALES PARA LA PLANTA

En el proceso de elaboración de Pinturas Ferromagnéticas se siguen las siguientes etapas y especificaciones.

3.2.1. Almacenamiento y Premezcla

Se disponen de 5 tanques de almacenamiento respectivamente para la resina, los estabilizantes, el antioxidante, el disolvente y la pintura vinílica tipo I; junto con un tanque provisto de un agitador en donde se homogeniza la mezcla de los componentes citados anteriormente.

Ecuación de Diseño:

$$V_{TOTAL} = V_{MATERIAL} + V_{Libre}$$

$$V_{Libre} = \% \text{ Seguridad} * V_{MATERIAL}$$

$$\% \text{ Seguridad} = 10-15 \%$$

$$V_{TOTAL} = A_{TOTAL} * h_{TOTAL}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * V_{TOTAL}}{\pi * h_{TOTAL}}}$$

Equipo	Volumen (m3)	Diámetro (m)
Tanque de Premezcla	10	1.85
Tanque de Mezcla	12	1.97
Tanques de Almacenamiento Pintura Tipo I	7	1.64
Tanques de Almacenamiento Resina	4	1.36
Tanques de Almacenamiento Disolvente	1.2	0.91
Tanques de Almacenamiento Anti-oxidante	1	0.86
Tanques de Almacenamiento Estabilizante	1	0.86

3.2.3. Ecuación para la Potencia del Agitador en los tanques de mezclado.

La potencia requerida por los agitadores, se calculó teniendo en cuenta la figura 19.13 del manual del ingeniero químico 5 edición. Se calcula inicialmente el número de Reynolds y posteriormente se lee el número de potencia. A continuación se calcula la potencia con este número adimensional. El número de potencia N_p es función del número de Reynolds el cual se define como:

$$N_{Re} = D_a^2 * N * \frac{\rho}{\mu} \text{ donde:}$$

N_{Re} = número de Reynolds

μ = viscosidad

D_a = diámetro de las espas

ρ = densidad

N = velocidad de rotación

La ecuación que permite calcular la potencia del agitador esta dada por:

$$P = N_p * \rho * N^3 * D_a^5$$

Donde:

N_p = número de potencia

Tomando una eficiencia del 80%, la potencia requerida por el agitador en el tanque de premezcla es 0.75 hp; y la potencia requerida por el agitador en el tanque de mezclado es de 1 hp.

3.2.6. Diseño para los molinos de bolas:

Molino para moler los óxidos de hierro:

Para el diseño de molino de bolas se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

El coeficiente de tamaño de la alimentación "s" se asume un tamaño de alimentación de malla 10 (3,17 mm). De la tabla 7.1 del proyecto de grado DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PULVERIZADORA DE MINERALES (que a su vez fue tomada del Manual del Ingeniero Químico de Dana y Hurlbut), tenemos que $s = 1.13$

Basado en el mismo proyecto se asume una humedad superficial del 6% el cual es un valor por encima de lo normal. Con lo cual el coeficiente de efecto de la humedad "y" se lee en la tabla mencionada. Tenemos que $y = 0.92$

El coeficiente de efecto de la molibilidad “g” se determina a partir del índice Hardgrove. Ya que el material que se va a moler es de alta dureza; y en vista que entre más duro es un material H debe ser menor consideramos que H=30 (según tabla 7.1); en la tabla tenemos que g = 0,43

El coeficiente “z” se determina a partir del porcentaje de producto que puede pasar la malla 200. Que momentáneamente se asumirá un 60% del producto que pasa por malla 200 que probablemente corresponde al requerimiento de malla 120; para este caso el valor de z = 1.25

Parámetros Calculados	Fórmula	Cálculo	Resultado
Diámetro del Molino (D)	Inicialmente se define el diámetro del molino en forma tentativa.		0.7 m
Espesor de las paredes del molino (d)	$D = 0.01D$	$d = 0.01 * 0.7m$	0.007 m
Velocidad Crítica Nc	$N_c = \frac{42.3}{\sqrt{D}}$	$N_c = \frac{42.3}{\sqrt{0.7}}$	50.55 RPM
Velocidad Mínima (Nmin)	$N_{min} = 0.75N_c$	$N_{min} = 0.75 * 50.55RPM$	37.91 RPM
Velocidad Máxima (Nmax)	$N_{max} = 0.85N_c$	$N_{max} = 0.85 * 50.55RPM$	42.97 RPM
Velocidad de trabajo del molino (N)	$N = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}$	$N = \frac{42.97RPM + 37.91RPM}{2}$	40.44 RPM
Diámetro de las Bolas (Db)	$D_b^2 = K \cdot D_p$ K: 140 materiales duros; 89 materiales blandos Dp: tamaño más grueso en el alimento	$D_p = 0.142cm$ $D_b = \sqrt{140 * 0.142}$	4.46 CM
Capacidad de un Molino (C)	$C = 0.026 * W_b * N * D * s * y$ donde: C: Capacidad del molino (Ton/h) Wb: Peso de las bolas (Ton) N: Velocidad de trabajo del molino (RPM) D: Diámetro (m) s: Coeficiente de efecto de tamaño del alimento =1.13 y: Coeficiente de efecto de la humedad =1.0 g: Coeficiente de efecto de la	Conocemos la capacidad deseada del molino C = 500 kg/día Esto suponiendo un Día laboral de 8 horas y teniendo en cuenta que habrán aproximadamente 3horas entre el arranque y apagado del circuito (sobrediseño), se tendrán entonces 500 kg en cinco horas. Por tanto, en toneladas sería 0.1 ton/día.	0.1 ton/dia

	molibilidad =0.43 z: Coeficiente de efecto de la finura del producto =1.25		
Peso de las bolas (Wb)	$Wb = \frac{C}{0.026 * N * D * s * y * g}$	$Wb = \frac{0.1}{0.026 * 40.44 * 0.7 * 1.13 * 1.0 * 0.4}$	0.22 ton
Número de Bolas	$\#bolas = Wb * 1965bolas / Ton$	$\#bolas = 0.22 * 1965bolas / Ton$	432 bolas
Volumen de las bolas (Vb)	$Vb = \frac{Wb}{\rho b}$	$Vb = \frac{199.581kg}{4708 \frac{kg}{m^3}}$	0.0424 m ³
Volumen del molino (Vt)	$Vt = \frac{Vb}{0.45}$	$Vt = \frac{0.0424}{0.45}$	0.094 m ³
Longitud del molino (L)	$L = \frac{4Vt}{\pi D^2}$	$L = \frac{4 * 0.094m^3}{\pi(0.7m)^2}$	0.244 m
Volumen ocupado por el material (Vm)	$Vm = 0.39 * Vb$	$Vm = 0.39 * 0.0424$	0.0166 m ³
Peso material (Wm)	$Wm = Vm * \rho m$	$Wm = 0.0166m^3 * 3.067 \frac{kg}{m^3}$	0.0509 kg
Peso carga (Wt)	$Wt = Wb + Wm$ Wt: Peso carga Wb: Peso bolas Wm: Peso material molido	$Wt = 199.581 kg + 0.0509 kg$	199.632 kg
Torque (T)	$Y = \frac{2D}{3\pi}$ $L' = Y \cos 45^\circ$	$Y = \frac{2D}{3\pi} = \frac{2 * 0.7m}{3 * \pi} = 0.148m$ $L' = Y \cos 45^\circ = 0.0780m$ $T = R * P = Wt * L' = 199.632kg * 0.0780m$ $T = 15.57kg * m$	15.57 kg.m
Caballaje (CV)	$CV = \frac{T * n}{71620}$	$CV = \frac{15.57kg * m * 478.55}{71620}$	0.1040 CV

ANEXO P.
ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

TANQUE DE ALMACENAMIENTO Identificación: Tanque TK-101	
Función: Almacenamiento Resina	
Operación: Discontinuo	
TIPO: Tanque cilíndrico con techo cónico y fondo plano vertical.	
Material: Acero al Carbono	Dimensiones: Diámetro: 1.36 m Altura : 2.72 m Espesor : 0.095 m Capacidad: 4 m ³

TANQUE DE ALMACENAMIENTO Identificación: Tanque TK-104	
Función: Almacenamiento Pintura Vinílica Tipo I	
Operación: Discontinuo	
TIPO: Tanque cilíndrico con techo cónico y fondo plano vertical.	
Material: Acero al Carbono	Dimensiones: Diámetro: 1.64 m Altura : 3.28 m Espesor : 0.17 m Capacidad: 7 m ³

TANQUE DE ALMACENAMIENTO Identificación: Tanque TK-103	
Función: Almacenamiento Antioxidante (Ferrogard-901)	
Operación: Discontinuo	
TIPO: Tanque cilíndrico con techo cónico y fondo plano vertical.	
Material: Acero al Carbono	Dimensiones: Diámetro: 0.86 m Altura : 1.72 m Espesor : 0.024 m Capacidad: 1 m ³

TANQUE DE ALMACENAMIENTO Identificación: Tanque TK-102	
Función: Almacenamiento Estabilizante (CMC)	
Operación: Discontinuo	
TIPO: Tanque cilíndrico con techo cónico y fondo plano vertical.	
Material: Acero al Carbono	Dimensiones: Diámetro: 0.86 m Altura : 1.72 m Espesor : 0.024 m Capacidad: 1 m ³

TANQUE DE ALMACENAMIENTO Identificación: Tanque TK-105	
Función: Almacenamiento Disolvente	
Operación: Discontinuo	
TIPO: Tanque cilíndrico con techo cónico y fondo plano vertical.	
Material: Acero al Carbono	Dimensiones: Diámetro: 0.91 m Altura : 1.82 m Espesor : 0.029 m Capacidad: 1.2 m ³

TANQUE DE PREMEZCLA Identificación: Tanque AG-101	
Función: Agitación a baja potencia de los componentes de los tanques TK-101,102,103,104	
Operación: Discontinuo	
TIPO: Tanque cilíndrico con techo cónico y fondo plano vertical.	
Material: Acero al Carbono	Dimensiones: Diámetro: 1.85 m Altura : 3.7 m Espesor : 0.24 m Capacidad: 10 m ³

TANQUE DE MEZCLA Identificación: Tanque AG-102	
Función: Almacenamiento Disolvente	
Operación: Discontinuo	
TIPO: Tanque cilíndrico con techo cónico y fondo plano vertical.	
Material: Acero al Carbono	Dimensiones: Diámetro: 1.97 m Altura : 3.94 m Espesor : 0.29 m Capacidad: 12 m ³

BAHDA TRANSPORTADORA BT-101, BT-102	
Función: transportar y descargar el material ferromagnético	
Tipo: banda transportadora horizontal.	
Material: Acero	Dimensiones: Longitud 12 m Ancho: 400 mm Area de Carga: 0.01 m ²
Especificación: Velocidad: 0.5 m/s Potencia requerida: 0.3 kwh	

BAIIDA TRANSPORTADORA BT-103	
Función: transportar y descargar la pintura ferromagnética envasada	
Tipo: banda transportadora horizontal.	
Material: Acero	Dimensiones: Longitud 5 m Ancho: 0.35 m Area de Carga: 0.01 m ²
Especificación: Velocidad: 0.5 m/s Potencia requerida: 0.55 kw/h	

SILO DE ALMACENAMIENTO S-101	
Función : Se utiliza para almacenar el material ferromagnético	
Tipo: Se utilizara un silo tetraédrico de fondo trapezoidal.	
Material: Acero Comercial	Dimensiones: Capacidad: 4 m ³ Aristas: 1.5 m Altura del trapecio: 1 m Espesor: 5 mm (3/16 In)

BOMBA DOSIFICADORA BD-101, BD-102, BD-103, BD-104, BD-105	
Función: Dosifica y transporta los diferentes componentes	
Tipo: Bomba peristáltica	
Material: Resina Plástica	Especificaciones: Potencia: 0.33 Kw Velocidad: 1700 rpm

CICLON CONVENSIONAL SC-101	
Función: Separa las partículas con diámetro superior al establecido del material ferromagnético	
Tipo: Cónico	
Material: Acero Inoxidable	Especificaciones: Temperatura: 25°C Velocidad de entrada del gas: 10 m/s Diámetro: 3.3 m Altura: 13.2 m

MOLINO DE BOLAS MB-102	
Función: Molienda del material ferromagnético	
Tipo: Molino de volteo	
Material: Acero inoxidable	Especificaciones: Diámetro: 0.7 m Longitud: 0.24 m Capacidad: 0.1 ton/día
Especificación: Caballaje: 0.1040 CV Velocidad: 40.44 rpm	

MOLINO DE BOLAS MB-101	
Función: Homogenización de la mezcla	
Tipo: Molino de volteo	
Material: Acero inoxidable	Especificaciones: Diámetro: 0.5 m Longitud: 0.31 m Capacidad: 378.54 L/día
Especificación: Caballaje: 0.1040 CV Velocidad: 40 rpm	

TAMIZ TM-101	
Función: Clasificar el material de acuerdo a su tamaño	
Tipo: Mesa vibratoria con malla (400)	
Material: Cobre	Especificaciones: Diámetro: 0.501m Área: 0.2m ²

ANEXO Q.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Teniendo en cuenta el estudio de mercados realizado para analizar la incidencia del producto en el mercado, se estima una producción de 3000 galones/mensual de pintura Vinílica Ferromagnética. Se calcularon los costos que se requieren para el montaje y la puesta en marcha, así como se determina la factibilidad del proyecto.

En la elaboración de pinturas ferromagnéticas se tuvieron en cuenta las diversas necesidades que se presentan. Dentro de las cuales se encuentran:

Consumo de materia prima. La cantidad de materia prima requerida en el proceso de obtener 100 galones/día de pintura ferromagnética se compone de:

- 184,8 kg de óxidos de hierro
- 35,5 galones de Resina (Ligante acrílico estirenico)
- 18,43 galones de Disolvente
- 1,27 galones de estabilizante
- 0,583 galones de antioxidante

Especificaciones de los equipos. En el diseño de una planta a escala semi-industrial es preciso sustituir los equipos utilizados en la etapa de laboratorio por equipos de mayor capacidad.

En el análisis económico es preciso tener en cuenta todos los elementos que incidan de manera significativa en la estabilidad económica de la empresa; de esta manera se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- El periodo de evaluación del proyecto es de 5 años, partiendo del año 2006 (año cero), año en que se realiza la inversión inicial y se edifica la planta.
- La producción anual es de 36000 galones / año. Los planes de producción, están dados por la utilización de la capacidad instalada en un 60% para el primer año, el 80% el segundo año, un 90% para el tercer año y alcanzará un 100% en el cuarto y quinto año.
- La intensidad de operación de la planta es de 10 horas diarias y seis días a la semana.
- La tasa de cambio utilizada para cambiar pesos a dólares fue de \$2493.98 y se asume que se mantiene prácticamente invariante en el tiempo.

INVERSIONES.

La inversión de capital se compone por dos ítems: la inversión de trabajo y la inversión fija.

Inversión en activos fijos:

Corresponde a inversiones necesarias para el montaje y la puesta en marcha de la planta.

En la tabla1. Se encuentra el costo total de los equipos: US\$ 76791,18, precios FOB, que corresponde a los precios sin instalación, al hacer la instalación el valor asciende a: US\$306827.

TABLA 1. Costos de equipos necesarios en el montaje de la planta (US\$)

EQUIPO	COSTO (US\$)
TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-101	2300.58
TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-102	1078.4
TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-103	1078.4
TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-104	6148.7
TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-105	1300.2
TANQUE CON AGITADOR I AG-101	11105.9
TANQUE CON AGITADOR II AG-102	11583.2
MOLINO DE BOLAS I MB-101	15055.8
MOLINO DE BOLAS II MB-102	15344
BANDA TRANSPORTADORA BT-101	2955
BANDA TRANSPORTADORA BT-102	2955
BANDA TRANSPORTADORA BT-103	2166

BOMBAS DOSIFICADORAS c/u	4211
SILO S-101	1248
TAMIZADOR (MALLA 400) TM-101	1216
TOTAL EQUIPOS	76791,18

TABLA 2. Costos de instalación para la planta de pintura ferromagnética (US\$)

COSTOS DIRECTOS	US\$
Materiales Directos Cp, Precios de Equipos (FOB)	76791,18
Cm, Materiales para Instalación	68120
Mano de Obra Directa, CI	59641
Total Costos Directos	204552,18
COSTOS INDIRECTOS	
CFDT, Transporte, Seguros, Impuestos	12561
Co, Construcción Overhead	43500
Ce, Costos Ingeniero Contratista	26014
Total Costos Indirectos	82075
TOTAL COSTOS DE INSTALACION	286627,18

TABLA 3. Costos de capital Total de inversión (CTI)

CONCEPTO	US\$
Total Costos de Instalación	286627,18
Csite+Cserv, Costos de Preparación del Lugar e Instalaciones de Servicios	32102,32
CDPI Total Inversión Permanente Directa	349055,1
Ccont, Costos de Contingencias	122150,3
Cland, Costo de adquisición Terrenos	8699,47
CTPI, Inversión Permanente Total	798634,37
CWC, Inversión de Trabajo	119795,15
CCTI, Capital Total de Inversión, CTPI+ CWC	918429,52

Para el año de instalación de la planta se debe disponer de una cantidad de dinero destinada a la inversión de trabajo que se calcula como el 15% del porcentaje del Capital Permanente de Inversión (CTPI).

Evaluación de los costos totales. La totalidad de los costos anuales para la operación de la planta de pintura ferromagnética incluye: costos de comercialización del producto, costos de administración, costos de producción, los costos de depreciación de activos y los costos anuales para la producción de 36000galones/año de pinturas ferromagnética; los cuales se pueden apreciar en las siguientes tablas.

TABLA 4. Costo Total Anual de Materias Primas

MATERIAS PRIMAS (MP)	COSTO UNITARIO(US \$)	CONSUMO DIARIO (MP / Galón PINTURA FERROMAGNÉTICA)	CUMP (US\$/Galón PINTURA FERROMAGNÉTICA)	COSTO ANUAL (US\$)
Agua (US\$/galon)	$7,13 \cdot 10^{-3}$	$3,34 \cdot 10^{-4}$	$2,42 \cdot 10^{-6}$	0,087
Pintura base (US\$/galon)	9,05	0,38	3,48	125280
Antioxidante comercial(US\$/ Kg)	$2,65 \cdot 10^{-2}$	$3,23 \cdot 10^{-6}$	$8,55 \cdot 10^{-8}$	0,0031
Estabilizante(US\$/Kg)	1,02	$1,7 \cdot 10^{-2}$	0,017	612
Resina(US\$/Kg)	1,56	1,36	2,12	76320
MaterialFerromagnético (US\$/Kg)	0,027	1,7	0,06	2160
CUMP TOTAL			5,67	204372,09

TABLA 5. Costo Anual de servicios industriales para la producción de pintura ferromagnética

SERVICIOS INDUSTRIALES (Sind)	COSTO UNITARIO(US \$)	CONSUMO DIARIO (SIND / Galón PINTURA FERROMAGNÉTICA)	CUS (US\$/Galón PINTURA FERROMAGNÉTICA)	COSTO ANUAL (US\$)
Energía Eléctrica (US\$/Kwh)	0,13	3,04	0,39	14227,2
Agua(US\$/ m ³)	0,31	0,23	$7,22 \cdot 10^{-2}$	2599,2
CUS TOTAL			0,46	16826,4

El Costo Unitario de Mantenimiento (CUMA) es evaluado como el 4% de los Costos Totales de Instalación de los equipos de proceso. Este valor es de 3,82US\$ / Kg de pintura ferromagnética.

El Costo Unitario de Mano de Obra es de 2,68 US\$ / Kg pintura ferromagnética. Incluye los costos directos e indirectos. El costo de mano de obra directa e indirecta asciende a: US\$ 40080/ año y US\$55132,85 /año respectivamente.

TABLA 6. Costo de mano de obra Directa e Indirecta

Descripción	Cantidad De Personas	Sueldo /mensual US \$	Total Anual /carga US \$
Mano de Obra Directa			
Ingeniero de procesos	2	1522,41	26400
Operadores de planta	6	173,9	13680
Total Mano de Obra Directa			40080
Mano de Obra Indirecta			
Director del departamento de Producción	1	1522,41	13200
Jefe de mantenimiento	1	652,46	6389,62
Técnicos de mantenimiento	2	304,48	7307,52
Jefe de almacenamiento	1	652,46	5429,52
Operarios de almacenamiento	3	173,98	4175,52
Jefe de control de calidad	1	652,46	7829,52
Operarios de control de calidad	1	173,98	2087,87
Jefe de seguridad industrial	1	652,46	5429,52
Personal de seguridad	1	173,98	3287,76
Total Mano de Obra Indirecta			55132,85

$$\text{CUPT} = \text{CUMP} + \text{CUS} + \text{CUMA} + \text{CUMO} + \text{CUDEP}$$

Donde:

CUPT: Costo Unitario de Producto Terminado (US\$ / Kg pintura ferromagnética)

CUMP: Costo Unitario de Materia Prima (US\$ / Kg. pintura ferromagnética)

CUS: Costo Unitario de Servicios Industriales (US\$ / Kg. pintura ferromagnética)

CUMA: Costo Unitario de Mantenimiento, (US\$ / Kg. pintura ferromagnética)

CUMO: Costo Unitario de Mano de Obra (US\$ / Kg. pintura ferromagnética)

CUDEP: Costo Unitario de Depreciación (US\$ / Kg. Pegante ferromagnético).

La depreciación de los activos para los cuales aplica esta práctica, se calcula utilizando el Método de Línea Recta, el cual consiste en recuperar el valor del activo en una cantidad constante a lo largo de cada uno de los años de vida útil. El valor de salvamento del activo al final de su vida útil es considerado nulo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor de dicha depreciación es de 15358,236US\$ /año o 5,11US\$ / Kg Pintura ferromagnética.

El Costo Unitario de Administración y Venta es de 3,871 US\$ / Kg. Pintura ferromagnética

TABLA 7. Costos de administración y ventas

Descripción	Cantidad De personas	Sueldo / Mensual US \$	Total Anual / Cargo US \$
Gastos en Personal			
Gerente general	1	1957,38	23488,58
Secretaria de gerencia	1	195,738	2348,86
Director del departamento de Contabilidad	1	782,95	9395,43
Auxiliar contable	1	173,99	2087,87
Contador público	1	652,46	7829,53
Tesorero	1	652,46	7829,53
Director de recursos humanos	1	652,46	7829,53
Secretaria de departamentos	1	173,99	2087,87
Jefe de selección y contratación	1	652,46	7829,53
Director de bienestar social	1	434,97	5219,68
Auxiliar de enfermería	1	173,98	2087,87
Jefe de servicios generales	1	304,48	3653,78
Personal de servicios generales	2	173,99	4175,75
Mensajero	1	173,99	2087,87
Recepcionista	1	173,99	2087,87
Director del departamento de ventas	1	652,46	7829,53
Vendedores	2	217,48	5219,68
Director de compras	1	652,46	7829,53
Auxiliar de compras	1	173,99	2087,87
Auditor general	1	826,45	9917,40
Asistente de auditoria	1	652,46	7829,53
Director de sistemas	1	1957,38	23488,58
Subtotal	23	10504,61	130753,07
Otros Gastos			
Gastos de oficina	3044,815332		3044,81
Viáticos y representaciones	3044,815332		3044,82
Otros	2174,868094		2174,87
Total			139017,57

El Costo Unitario Total es evaluado como:

$$\text{CUT} = \text{CUPT} + \text{CUAV}$$

Donde:

CUAV: Costo Unitario de Administración y Ventas (US\$ / Kg. Pintura ferromagnética)

TABLA 8. Costos Totales involucrados en la producción de pintura ferromagnética.

COSTO UNITARIO	US\$ / Galón de PINTURA FERROMAGNÉTICA	COSTOS TOTALES ANUALES
CUMP (Materias Primas)	5,67	204120
CUS (Servicios Industriales)	0,46	16560
CUMA (Mantenimiento)	3,82	137520
CUMO (Mano de Obra)	2,68	96480
CUPT (Producto Terminado)	17,74	638640
CUAV (Administración y Ventas)	3,87	139320
CUT (TOTAL)	21,61	777960

Determinación del precio de venta.

Teniendo en cuenta que el producto a comercializar es novedoso, no existe un precio de venta definido en el mercado, por lo que se requiere asignar un precio de venta a dicho producto. La presentación de la Pintura Ferromagnética preparada se hace en galones debido a su comercialización, y teniendo en cuenta las características del producto se sugiere un precio de venta de US\$ 25,056. (\$ 60,000,00 pesos colombianos), el cual se encuentra en el rango de precios de los productos ofrecidos en el mercado.

Viabilidad económica. Considerando el precio de venta del producto, resulta viable invertir en la planta de pintura ferromagnética; es decir, se recupera la inversión en un lapso de 16 meses y después de esto se obtiene una ganancia de US\$ 1.358.732,49. Adicional a lo anterior, la TMRR es superior al valor ofrecido en el mercado el cual es de 7,5 % efectivo anual. Lo anterior se deduce a partir de la evaluación financiera presentada en las tablas 9 y 10.

Se usa el VPN (Valor Presente Neto) como criterio de decisión. Para calcularlo, se trasladaron los flujos de los años futuros al tiempo presente y se restó la inversión

inicial. Los flujos se descuentan a una tasa que corresponde a la TMRR, de acuerdo con la siguiente fórmula: [8]

$$VPN = -CTI + \frac{(FNE_1)}{(1+i)^1} + \frac{(FNE_2)}{(1+i)^2} + \dots + \frac{(FNE_n)}{(1+i)^n}$$

FNE_n: Flujo Neto de Efectivo del año n, que corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el año n (US\$).

CTI: Capital Total de Inversión, año cero (US\$).

i: Tasa de referencia que corresponde a la TMRR, (inflación + premio al riesgo)

En este caso todos los valores de ingresos y egresos del proyecto durante el tiempo de evaluación serán considerados constantes. Por ello, la tasa de inflación es de cero.

El premio al riesgo significa el verdadero crecimiento del dinero y se le llama así, porque el inversionista siempre arriesga su dinero (siempre que no se invierta en el banco) y por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. En este caso la tasa de rendimiento fijada por el inversionista es de 11%.

El criterio de decisión al emplear el método del VPN es el siguiente:

Si VPN ≥ 0 Acéptese la Inversión

Si VPN < 0 Rechácese la Inversión

El Estado de Resultados del proyecto, se presenta de manera general en las Tablas siguientes

TABLA 9. Estado de resultados, planta de pintura ferromagnética

PERIODOS DE EVALUACIÓN	TOTAL US\$
INGRESOS TOTALES, US\$	3608762,07
- COSTOS TOTALES, US\$	918429,52
= UTILIDAD ANTES IMPUESTOS, US\$	2690332,55
- PAGO DE IMPUESTOS (38%),US\$	1022326,37
= FLUJO NETO DE EFECTIVO, US\$	1668006,18

TABLA 10. Evaluación financiera, planta de pintura ferromagnética

EVALUACION FINANCIERA	
Indicador	Valor
TMRR	11%
VPN(Valor Presente Neto) US\$	199853
TIR	23,86%

Finalmente, es posible elaborar una pintura ferromagnética con buenas propiedades magnéticas, al incorporar un 30% de óxidos de hierro, malla 400 de la serie Tyler.

ANEXO R.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA TOMA DE DENSIDAD Y pH A LA PINTURA VINÍLICA FERROMAGNÉTICA.

Figura28. Fotografía de la toma de la densidad a la pintura vinílica ferromagnética



Figura 29. Fotografía de la toma del pH a la pintura vinílica ferromagnética





ANEXO S. APLICACIONES



Figura 37. Imagen de aplicación de la pintura ferromagnética (vista frontal y lateral)



Figura 38. Imagen de aplicación de la pintura ferromagnética (sosteniendo un cuadro)



Figura 39. Imagen de aplicación de la pintura ferromagnética (sosteniendo artículos de oficina)

ANEXO T.
TABLAS DE RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE APLICACIÓN PARA LA
PINTURAFERROMAGNÉTICA EN BASE AGUA

Tabla 19. Datos obtenidos para la determinación del espesor de la película

Peso del objeto (g)	Peso del imán (g)	Masa total (g)	Fuerza (N)	Esfuerzo (F/A)	No. de Capa
10.06	13.64	23.69	0.23	3.42	1
27.15	13.64	40.79	0.39	5.79	2
48.97	13.64	62.61	0.61	9.06	3
89.63	13.64	103.27	1.01	15.00	4
105.22	13.64	118.86	1.16	17.24	5
113.16	13.64	126.79	1.24	18.42	6
115.30	13.64	128.94	1.26	18.72	7
115.30	13.64	128.94	1.26	18.72	8

Área total de 0,0673 m²

Tabla 20. Datos obtenidos para la prueba de adhesión magnética

Objeto	Masa (g)	Peso imán Neodimio (g)	Fuerza (N)
Objeto 1	89,63	13,636	1,01
Objeto 2	29,062	13,636	0,42
Objeto 3	48,98	13,636	0,62
Objeto 4	112,00	13,636	1.10

DETERMINACION DEL ESPESOR DE LA PELICULA

Peso de la tabla: 16,214 g

Peso de la tabla + 4 capas de pintura: 24,18 g

Masa del recubrimiento: 7,96 g

Area de la superficie: 25cm²

Densidad de la pintura ferromagnética: 1,54g/cm³

Utilizando la ecuación (4) expuesta en el capítulo tres; el espesor de la película es 2,07 micrómetros.

ANEXO U.
FICHA TECNICA DE LOS COMPONENTES RESINA Y ANTIOXIDANTE
UTILIZADOS

Figura 30. Ficha técnica de la resina utilizada para la elaboración de la pintura vinílica ferromagnética



Resinas AMTEX®

Construcción y Pinturas

AMTEX RE-2
Ligante Acrílico Estirénico para Construcción,
Recubrimientos Elásticos y Pinturas

AMTEX RE-2 es una dispersión acuosa de un copolímero del ácido acrílico y estireno, libre de plastificantes. Es utilizado para la fabricación de adhesivos para la construcción, piezas de cerámica, recubrimientos, masillas, impermeabilizantes y pinturas para interiores y exteriores.

AMTEX RE-2 también encuentra amplia aplicación como ligante para telas No Tejidas, para la fabricación de Aprestos para Telas Abrasivas, Laminado de Textiles y LEFA para calzado.

Con el uso de AMTEX RE-2 se obtienen las siguientes ventajas:

- La película formada es de alta resistencia a la rotura, a la humedad, al envejecimiento y a la luz.
- Poca o nula formación de espuma.
- Alta viscosidad, disminuyendo la cantidad de espesante a agregar.
- Alto contenido de sólidos.

ESPECIFICACIONES	
Contenido de sólidos (20 a 150°C):	50±2%
pH (100%, 25 °C):	7.5-9.5
Viscosidad Brookfield (RVF, 25°C, 6/20):	16000 – 21000 cps.
Tg (°C):	N.D.
Densidad (g/cc):	aprox. 1.02
Tipo de dispersión:	Aniónica
PROPIEDADES DE LA PELÍCULA	
Características:	Transparente, Flexible, No Tactosa
Temp. Mín. Formación de Película (°C):	18
Estabilidad a la Luz:	Buena
Poder Ligante de Pigmentos:	Excelente

AMTEX RE-2 es compatible con dispersiones no iónicas y aniónicas. La compatibilidad con espesantes debe ser cuidadosamente medida ya que pueden alterarse las propiedades del producto final.

El producto también es compatible con hidrocarburos alifáticos, aromáticos y ésteres.

Página 1 de 2

Planta 1: Carrera 51 No. 13-66 Medellín Colombia Tel: (57 4) 296 6211 Fax: (57 4) 296 7262
 Planta 2: Calle 48 No. 41-60 Bogotá Colombia Tel: (57 4) 372 0038 Fax: (57 4) 372 3312
 E-mail: qic@amtex.com.co - ventas@amtex.com.co Website: www.amtex.com.co





APLICACIÓN:

Como regla general, se debe dispersar previamente la mezcla de cargas. Posteriormente se incorporan los demás auxiliares y finalmente, a baja velocidad de agitación se adiciona AMTEX RE-2. Con el fin de obtener una buena estabilidad del producto final al almacenamiento, se recomienda utilizar nuestros dispersantes de cargas AMTEX PIN-35 o AMTEX DPC.

AMTEX RE-2 ya ha sido formulado para no producir espuma, sin embargo, si durante la mezcla con pigmentos y cargas se llegara a formar, se recomienda adicionar un Antiespumante de uso general, previa dilución en el menos su mismo peso en agua.

Se recomienda adicionar un agente biocida a los productos finales que vayan a ser almacenados por largos periodos de tiempo.

MANIPULACIÓN Y MANEJO:

Para el manejo de AMTEX RE-2 se deben observar las medidas de seguridad usuales para la manipulación de productos químicos.

Se debe tener buena ventilación en el área de trabajo y uso de gafas de protección y guantes de caucho. AMTEX RE-2 no es perjudicial para la salud siempre y cuando se manipule correctamente y se utilicen las medidas de seguridad.

AMTEX RE-2 en ambientes normales de almacenamiento tiene una estabilidad de 12 meses. El producto se debe proteger de las heladas y no debe entrar en contacto con el Hierro, Zinc, Aluminio o sus aleaciones; los recipientes deben permanecer bien tapados.

Para información completa de los riesgos asociados a éste producto, favor solicitar y consultar la Hoja de Seguridad AMTEX RE-2.

Las indicaciones, información técnica y recomendaciones de uso se basan en nuestro conocimiento y experiencias actuales. Se dan a título de orientación y sin garantía de nuestra parte debido a que la aplicación, procesamiento y uso de nuestros productos están fuera de nuestro control. La responsabilidad del cliente efectuar sus propios ensayos para determinar las condiciones de trabajo más adecuadas a sus necesidades.

Rev. 11/03/2003

Página 2 de 2

Planta 1: Carrera 61 No. 13-65 Medellín Colombia. Tel: (57 4) 265 6911 Fax: (57 4) 265 7257
Planta 2: Calle 46 No. 41-09 Bogotá Colombia. Tel: (57 4) 372 0098 Fax: (57 4) 372 3312
E-mail: qac@amtex.com.co - ventas@amtex.com.co Website: www.amtex.com.co



Figura 31.Ficha técnica del antioxidante utilizado para la elaboración de la pintura vinílica ferromagnética

3. FICHA TÉCNICA DEL FERROGARD-901

ADITIVO INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN DE ARMADURAS EN EL HORMIGÓN

DEFINICIÓN

General *Sika® Ferrogard® 901* es aditivo inhibidor de la corrosión de las armaduras de acero insertas en el hormigón. Mediante su acción se aumenta considerablemente la vida útil de los elementos de construcción de hormigón armado. *Sika® Ferrogard® 901* es una combinación de inhibidores orgánicos e inorgánicos.

USOS

Sika® Ferrogard® 901 es especialmente indicado para hormigones expuestos a ambientes propicios para la corrosión de armaduras del hormigón, tales como: puertos, muelles, viaductos, puentes, túneles, construcciones bajo tierra, construcción en suelos salinos, etc.

VENTAJAS

- *Sika® Ferrogard® 901* tiene la doble función de protección anódica y también catódica. El aditivo actúa formando una película protectora sobre la superficie del acero e impide la disolución del metal.
- Protege especialmente contra la corrosión causada por cloruros.
- No tiene efectos negativos sobre la trabajabilidad y resistencia del hormigón.