



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**ESTUDIO DE UNA PINTURA DE LÁTEX  
BLANCA CALIDAD PARA USOS  
EXTERIORES**

**TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE  
EDUCACIÓN CONTÍNUA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA  
J. JESUS VIZCONDE ORTUÑO**



MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE: MARINA ESTÉVEZ GALLARDO**  
**VOCAL: FRANCISCO JAVIER RODRÍGUEZ GÓMEZ**  
**SECRETARIO: CUAUHTÉMOC GÁLVEZ CALDERÓN**  
**1er. SUPLENTE: CARLOS ALBERTO LARA ZÚÑIGA**  
**2do. SUPLENTE: JORGE RAFAEL MARTÍNEZ PENICHE**

**ESTE TRABAJO SE DESARROLLÓ EN EL EDIFICIO “ D “ DE LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

**ASESOR: I.Q. MARINA ESTÉVEZ GALLARDO**

**SUSTENTANTE: J. JESÚS VIZCONDE ORTUÑO**

DEDICO ESTE TRABAJO A LA MEMORIA  
DE MI HIJO *FERNANDO*  
QUE PARA SIEMPRE ESTARÁ  
EN MIS PENSAMIENTOS Y EN MI CORAZÓN.

TE EXTRAÑAMOS CADA SEGUNDO  
DE NUESTRAS VIDAS *FER*.

QUE LA PAZ TE ACOMPAÑE HASTA QUE  
ESTEMOS JUNTOS NUEVAMENTE *HIJO*.

MI AGRADECIMIENTO Y MI AMOR PARA MAYRA,  
ESPOSA Y COMPAÑERA, POR SU APOYO INCONDICIONAL  
PARA LA CULMINACIÓN DE ESTE PROYECTO.

TODO MI AMOR PARA MIS PADRES POR SUS SACRIFICIOS  
PARA SACAR ADELANTE A SUS HIJOS.

A MAURICIO MI HIJO  
QUE ES MI MAYOR ORGULLO.

A MI NIETO GIOVANNI  
POR TODA LA FELICIDAD QUE ME DÁ.

A MIS HERMANOS MIKE Y SILVIA Y MUY ESPECIALMENTE  
A ROSY; POR SU APOYO Y COMPRENSIÓN.

## ESTUDIO DE UNA PINTURA DE LÁTEX BLANCA CALIDAD PARA USOS EXTERIORES

### ÍNDICE:

	<u>PÁGINA</u>
I.- OBJETIVO .....	2
II.- ALCANCE .....	5
III.- ANÁLISIS DE MERCADO .....	6
IV.- SELECCIÓN DE MATERIALES .....	8
V.- FORMULACIÓN .....	23
VI.- PARÁMETROS DE LA PINTURA FORMULADA .....	24
VII.- PRUEBAS .....	27
VIII.- ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS .....	30
IX.- COSTEO DE MATERIAS PRIMAS .....	31
X.- COSTO DE PRODUCCIÓN .....	32
XI.- PRECIO DE VENTA SUGERIDO .....	33
XII.- CONCLUSIONES .....	34
XIII.- BIBLIOGRAFÍA .....	35

## **CAPÍTULO I.- OBJETIVO**

**Desarrollar la fórmula de una pintura blanca de látex con alta calidad y resistencia para uso arquitectónico en exteriores, calcular sus parámetros técnicos y comparar el costo y funcionamiento contra las pinturas de calidad similar fabricadas en México.**

Las pinturas de látex base agua son ampliamente utilizadas en la industria de la construcción como acabado o recubrimiento para protección y estética de muros y fachadas tanto interiores como exteriores en edificios , casas , escuelas , hospitales , centros comerciales y en general , en casi todo tipo de construcción.

Este tipo de recubrimiento debe su gran popularidad y su extensiva utilización a una serie de características entre las que destacan las siguientes:

- Precio relativamente bajo al compararse con otros tipos de pinturas.
- Facilidad de aplicación.
- Tiempo de secado corto.
- Variedad de colores.
- Durabilidad aceptable de acuerdo al tipo de exposición y medio ambiente.
- Variedad de precios dependiendo de la formulación y materiales.
- Variedad en el brillo final desde mate, satinada y brillante.
- Relativamente bajo olor de volátiles, dependiendo de la fórmula.
- Variedad de equipos de aplicación desde brocha, rodillo, aspersion, airless (presión hidráulica).
- Variedad de apariencia final que puede ser: lisa, rugosa, texturizada.
- Facilidad de preparación para aplicarla, solo requiere una adición mínima de agua y mezclarla.
- Baja toxicidad para los aplicadores de pintura y usuarios.
- Baja contaminación hacia el medio ambiente dado que el principal disolvente es agua.
- Facilidad de limpieza de los equipos de aplicación al requerirse solamente jabón y agua.
- Facilidad de limpieza de la superficie pintada, si la formulación lo permite se puede limpiar con una esponja, agua y jabón.
- La preparación de superficies nuevas o previamente pintadas es relativamente fácil a diferencia de otros tipos de pinturas.

Dentro de la enorme variedad de pinturas de látex base agua que podemos encontrar en el mercado nacional, hemos seleccionado para el presente estudio que nos ocupa, un tipo de recubrimiento al que se le ha dado poca

importancia por parte de los fabricantes nacionales de pinturas así como por parte de las comercializadoras que importan pinturas de otros países, principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica. Nos referimos a las pinturas de látex base agua con alta durabilidad en exteriores.

Seleccionamos este tipo de recubrimiento para el presente trabajo debido a la necesidad de contar en el mercado nacional con una pintura que responda a los requerimientos de arquitectos, contratistas, constructores y usuarios en general que entienden la situación de que la calidad de una pintura de látex base agua se debe cuantificar en relación a factores o características de la misma dentro del envase, tales como:

- Homogeneidad de la pintura.
- Ausencia de separación de los componentes.
- Uniformidad de color
- Contenido de materia no volátil (sólidos de la pintura).
- Bajo olor de los disolventes y materiales volátiles.
- Ausencia de componentes tóxicos.
- Calidad de los ingredientes.
- Información técnica completa en la etiqueta del envase.
- Garantía y condiciones impresas en la etiqueta del envase.

La calidad de una pintura de látex base agua también se debe cuantificar en relación a características de la misma, determinadas al momento de su aplicación sobre un sustrato, tales como:

- Rendimiento a una mano aplicada medido en  $m^2 / L$ .
- Poder cubriente a una mano aplicada.
- Facilidad de aplicación por cualquier método usual.
- Nivelación de la película aplicada.
- Tiempo de secado conveniente.
- Uniformidad de la película aplicada.
- Cubrimiento total a un máximo de dos manos aplicadas.

Por último, la calidad de una pintura de látex base agua se deberá determinar mediante pruebas efectuadas a la película de pintura al grosor especificado, tales como:

- Resistencia a la exposición en intemperie.
- Resistencia a la Lavabilidad.
- Mínima decoloración en exteriores.
- Durabilidad en exteriores.
- Ausencia de cuarteaduras en exposición a la intemperie.
- Integridad de película en exteriores.
- Relación costo – durabilidad.

Para el tipo de usuarios de pinturas de látex base agua mencionados anteriormente, son importantes los resultados de las pruebas indicadas, ya que al seleccionar una pintura de este tipo están buscando calidad expresada en los términos ya indicados y durabilidad de la misma, porque están convencidos



de que las pinturas de bajo precio que abundan en el mercado nacional, no llenan sus requisitos y tienen costos ocultos que a corto o mediano plazo afectarán sus presupuestos.

Para ilustrar lo anterior consideremos que además del costo de la pintura en sí interviene también el factor de la mano de obra para la preparación de la superficie y la posterior aplicación de la pintura. En la actualidad el costo de mano de obra de preparación de superficie y aplicación a dos manos de pintura de látex base agua está fluctuando entre \$ 30.00 y \$ 45.00 por metro cuadrado, dependiendo del equipo de aplicación requerido, de la altura a la que llevará a cabo la aplicación tomando en cuenta el uso de andamios, de la dificultad de la aplicación por la cercanía de otras construcciones, etc. Esto significa que si proveemos al contratista de un recubrimiento que no cubre a dos manos, tendría que pagar un costo extra por las manos adicionales de pintura aplicada que se requieran, para obtener un cubrimiento total.

Si tomamos en cuenta también que un trabajo de repintado ya sea en un edificio, en una casa habitación, en un hospital, en un centro comercial o en cualquier tipo de construcción, implica movimientos de muebles o de objetos grandes, bloqueo de áreas, molestias para las personas, trabajos de limpieza extras, etc., estaremos de acuerdo en que mientras más espaciados o menos frecuentes sean los trabajos de repintado, mantendremos más bajos los costos de mantenimiento de las construcciones en el caso de repintados.

Por último y no menos importante tenemos el aspecto de estética de las construcciones. Si utilizamos una pintura de látex base agua de buena calidad, el aspecto de las fachadas, muros, pasillos, etc. se conservará más tiempo en buen estado y esto representa un valor agregado para los edificios, casas habitación, centros comerciales y en general para todo tipo de construcciones.

Por las razones anteriormente expuestas nos parece muy importante dirigir el presente estudio hacia una pintura de látex base agua de alta calidad y excelente durabilidad en exteriores.

En capítulos posteriores vamos a proponer las materias primas requeridas para poder formular una pintura de látex base agua, se establecerán también las proporciones de cada componente o ingrediente de la formulación. El criterio de selección de materiales estará orientado a buscar dentro y fuera del mercado nacional de proveedores de materiales, los componentes idóneos para obtener las mejores propiedades de esta pintura, para el tipo de condiciones ambientales de nuestro país.

Una vez que se tenga la formulación de la pintura de látex, se calculará el costo de las materias primas y luego el costo de fabricación de la pintura considerando que se va a envasar en cubeta de 19 litros y posteriormente con base en un comparativo, se propondrá un precio de venta que sea competitivo con pinturas similares fabricadas por distintas empresas en México.

Se van a calcular también los parámetros o características de la pintura, tales como: contenido de sólidos en peso y en volumen, el contenido de volátiles orgánicos (VOC), el contenido de pigmentos en volumen (PVC), etc.

## CAPÍTULO II.- ALCANCE

El presente estudio tiene como finalidad identificar dentro del mercado nacional a las pinturas de látex base agua en color blanco , que sean consideradas por sus fabricantes como las de mejor calidad con base en sus características de formulación y de resultados de desempeño , así como por mostrar una alta resistencia y durabilidad cuando se aplican en el exterior de cualquier tipo de construcciones, tales como edificios , casas habitación , centros comerciales , hospitales , etc. para hacer un comparativo contra la pintura que se va a formular como parte de este trabajo.

Podemos definir a una pintura de látex con alta resistencia y durabilidad en exteriores, como aquella que está formulada con una emulsión 100% acrílica y que contiene pigmentos que resisten de forma excelente la acción de los rayos ultravioleta, procedentes de la radiación solar y que además tiene una formulación balanceada que le permite mostrar un excelente cubrimiento con un máximo de dos manos en aplicación con brocha o con rodillo y que al secar forma una película perfectamente continua y que finalmente tiene una durabilidad de por lo menos cinco a diez años, la cual se manifiesta mediante una imperceptible decoloración del color inicial y una nula afectación de la integridad de la película de pintura a través de estos años.

Todo lo anterior se complementa al considerar que a pesar de que la inversión inicial al comprar una pintura de estas características nos puede parecer alta en relación a la adquisición de una pintura de menor precio y normalmente de menor calidad y durabilidad , la verdad es que si hacemos un comparativo de todos los costos que concurren cuando se efectúa un trabajo de pintura , ya sea original o bien de repintado en una construcción utilizando para tal fin una pintura de látex base agua , la balanza se inclinará hacia la pintura de mejor calidad y durabilidad , ya que esta última se formula para que cubra a un máximo de dos manos aplicadas mientras que al utilizar una pintura de menor calidad , normalmente se requiere aplicar de tres a cuatro manos de pintura para lograr un cubrimiento total sobre todo cuando el color de la nueva pintura es más claro que el color anterior o bien , cuando se trata de pintura original , ya que frecuentemente una superficie nueva absorbe las primeras capas de pintura antes de lograr un buen cubrimiento, cuando no se emplea un sellador como primera capa de recubrimiento. Como sabemos, los presupuestos de los contratistas de pintura se especifican incluyendo la preparación de la superficie y la aplicación de dos manos de pintura. Si se requiere aplicar un número mayor de manos de pintura para obtener el cubrimiento total de la superficie que se pinta, nos harán un cargo extra que incidirá en el costo total del trabajo de pintura.

**El alcance del presente estudio consiste en formular una pintura de látex base agua en color blanco, de alta calidad y durabilidad en exteriores, obtener su costo, calcular sus características físicas y hacer un comparativo de calidad contra pinturas similares del mercado interno.**

### **CAPÍTULO III.- ANÁLISIS DE MERCADO.**

En el mercado nacional existe un gran número de empresas que se dedican a la fabricación de pinturas para cubrir las necesidades internas del país.

El segmento industrial que nos ocupa en el presente estudio se refiere al tipo de pinturas designadas como pinturas de látex base agua para uso arquitectónico, es decir aquellos recubrimientos con fines de protección y decorativos que se aplican en edificios, casas habitación, centros comerciales, hospitales, escuelas y en general en muros y fachadas de todo tipo de construcción.

Dentro de este rubro de recubrimientos se manejan acabados brillantes, semibrillantes y mates, para interiores y exteriores, impermeabilizantes base agua, acabados lisos, rugosos y texturizados, así como un sinfín de colores para cada tipo de pintura.

En el presente estudio nos vamos a ocupar exclusivamente de hacer un pequeño análisis de mercado de las pinturas de látex base agua, de acabado liso, color blanco y que estén recomendadas por su alta durabilidad y resistencia, para uso en exteriores.

En el mercado interno existen muchas marcas de pintura, la mayoría de ellas se etiquetan como económicas ya que el mercado demanda principalmente pinturas de bajo precio por la mala situación económica que tiene el país. Este tipo de pinturas tienen una durabilidad limitada y su uso en exteriores se restringe normalmente al color blanco y algunos colores claros, ya que de otra forma presentan una decoloración casi inmediata y su resistencia a factores de exposición a exteriores tales como la lluvia y la radiación solar es relativamente baja, por lo que su durabilidad va de seis meses a no más de dos años, dependiendo de la agresividad del medio ambiente.

Sin menospreciar a la mayoría de los fabricantes de pintura que seguramente permanecen en el mercado nacional debido a que han encontrado su propio nicho de mercado, solamente identificamos en el área metropolitana del Valle de México a tres empresas fabricantes que producen pinturas de látex base agua para uso en exteriores con alta durabilidad y que las comercializan en esta zona, siendo éstas las siguientes :

<b>EMPRESA</b>	<b>MARCA</b>	<b>PRECIO*</b>	<b>GARANTIA</b>	<b>TIPO</b>
Berel **	100 Acryl	\$ 1,650	10 años	100% acrílica
Comex***	Premium	\$ 1,500	10 años	100% acrílica
Sherwin Williams	A - 100	\$ 1,700	10 años	100% acrílica

\* precio de cubeta de 19 litros IVA incluido.

\*\* Berel fabrica en Monterrey N.L.

\*\*\* Comex la fabrica sólo bajo pedido y el mínimo son 30 cubetas de 19 litros.

Las tres empresas mencionadas son reconocidas en el mercado interno como las más importantes, Berel cuya fábrica se localiza en la ciudad de Monterrey se dedica principalmente a la producción de pinturas arquitectónicas y en menor medida a las industriales, mientras que Comex es líder en México y se dedica a la fabricación de todo tipo de pinturas, desde arquitectónicas a industriales, acabados para madera, automotriz, mantenimiento industrial, etc. Sherwin Williams produce también pinturas arquitectónicas, industriales, automotrices, acabados para madera, mantenimiento industrial , etc.

La información disponible para calcular la participación de mercado en México de estas tres empresas es muy escasa, sin embargo de acuerdo a datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas, A.C. y a la información obtenida de proveedores de materias primas para pinturas, podemos dar cifras muy próximas a la realidad que indicarían lo siguiente:

<b>EMPRESA</b>	<b>PARTICIPACIÓN DE MERCADO</b>
Berel	7%
Comex	54%
Sherwin Williams	10%

Después de entrevistar a propietarios de casas habitación , edificios y centros comerciales , así como a empresas constructoras y algunos arquitectos en relación a su nivel de satisfacción con las pinturas disponibles actualmente en el mercado , cuando requieren utilizar una pintura de látex base agua de alta calidad y excelente resistencia y durabilidad en exteriores y una vez que se les expuso la situación de que el factor de decisión para seleccionar una pintura para su aplicación en construcciones , no debe ser el precio por cubeta de la misma , sino que se debe realizar un análisis de costo-beneficio a largo plazo con varias opciones de pintura , la mayoría mostró interés en evaluar desde el punto de vista tanto económico inicial y a largo plazo, como en desempeño técnico , una pintura de alta calidad como la que se propone en este estudio , para convencerse de que la mejor opción desde todos los puntos de vista , se lograría con la pintura de alta calidad como la que se pretende formular en el presente estudio.

En la literatura técnica de las tres pinturas seleccionadas se menciona lo siguiente:

<b>FABRICANTE</b>	<b>MARCA</b>	<b>TIPO</b>	<b>DURABILIDAD</b>
Berel	100 Acryl	100% acrílica	10 años
Comex	Premium	100% acrílica	10 años
Sherwin Williams	A - 100	100% acrílica	10 años

## **CAPÍTULO IV.- SELECCIÓN DE MATERIALES.**

Las materias primas que se requieren para formular una pintura de látex base agua en color blanco , con alta durabilidad y resistencia para ser utilizada en exteriores van a ser seleccionadas tratando de utilizar principalmente materiales fabricados en México , con la finalidad de asegurar una mejor disponibilidad de los mismos así como la menor variación posible de los precios de estos, al no depender tan directamente de las fluctuaciones de la paridad de nuestra moneda con relación al dólar norteamericano.

En orden de importancia dentro de la formulación de este tipo de pintura , las materias primas requeridas serían las siguientes :

### **1.- RESINA.**

La resina es el componente de mayor importancia en la parte de la formulación que se conoce como vehículo de la pintura o recubrimiento , es el ingrediente que forma la película continua que se deposita sobre el sustrato que se va a proteger y/o decorar , es el medio dentro del cual se mantienen dispersas las partículas de pigmento blanco y de pigmentos inertes también conocidos como cargas o extendedores , además de ser el componente de la fórmula que va a determinar de forma preponderante, la durabilidad en exposición a exteriores y la resistencia a la intemperie, es decir a la radiación solar , la lluvia , el viento , la humedad del medio ambiente , la salinidad del mismo, y además deberá ser resistente a las condiciones del sustrato sobre el cual es aplicada la pintura , tales como alcalinidad, humedad, etc. y a los cambios físicos de la superficie o sustrato tales como contracciones y/o expansiones del concreto por variaciones de temperatura u otros factores.

Existen en el mercado una amplia variedad de resinas para este tipo de pinturas, todas ellas son emulsiones acuosas que se designan con el nombre genérico de látex. Existen látex de homopolímero de acetato de vinilo, copolímeros vinil acrílicos, copolímeros estireno-acrílicos, copolímeros vinil-versatato (veova) y látex 100% acrílico.

Las emulsiones de homopolímero de acetato de vinilo están prácticamente en desuso debido a su baja resistencia a la alcalinidad de los sustratos, a su pobre resistencia al frote o lavabilidad, su baja capacidad para ser utilizadas en pinturas de alto contenido de pigmentos y cargas (PVC) y su deficiente resistencia a exteriores, sin embargo por ser las emulsiones más económicas se usan para la fabricación de selladores.

Las emulsiones a base de copolímeros vinil-acrílicos son ampliamente utilizadas en la fabricación de pinturas de látex base agua para interiores y exteriores. Existen diferentes calidades de este tipo de látex en el mercado nacional, dependiendo del contenido de sólidos de la emulsión, de los monómeros acrílicos empleados en su formulación, de la uniformidad de la calidad de lote a lote, de la calidad de sus ingredientes, del control que se tenga durante el proceso de polimerización para obtener una emulsión de

tamaño de partícula controlado y de peso molecular uniforme entre lote y lote y de otros factores. Las pinturas de látex base agua que se obtienen con este tipo de emulsión se destinan principalmente para el uso en interiores, pero muchos fabricantes las recomiendan también para uso en exteriores, aunque dependiendo de la formulación de la pintura pueden presentar una durabilidad en exteriores desde baja (menor a un año) hasta regular (menor a tres años). Se caracterizan por proporcionar una mejor resistencia a la alcalinidad del sustrato en relación a los homopolímeros de acetato de vinilo y una mayor durabilidad en exteriores que estos últimos. Al formular pinturas de látex base agua con emulsiones de copolímeros vinil-acrílicos podemos alcanzar valores de PVC hasta de 60% - 70 % obteniendo pinturas mate. Dependiendo del valor de PVC al que formulemos estas pinturas podemos lograr resistencia al frote o lavabilidad en valores medios (100 a 200 ciclos de lavabilidad). Las emulsiones a base de copolímeros vinil-acrílicos constituyen el tipo de látex más comúnmente utilizado en pinturas de látex base agua por los fabricantes nacionales de pinturas, debido a su costo relativamente bajo en comparación con látex 100 % acrílicos y a su versatilidad para la formulación de pinturas, que pueden ser de bajo o medio PVC, mates o satinadas, para interiores o exteriores (con durabilidad limitada) y de precio bajo hasta medio.

Las emulsiones de copolímeros estireno-acrílicos son también ampliamente utilizadas por los fabricantes nacionales de recubrimientos para formular pinturas de látex, sobre todo en acabados texturizados. Este tipo de emulsión es también muy versátil ya que permite formular pinturas de alto PVC ( 70% a 80 % ) , dependiendo de este valor pueden tener una resistencia a la lavabilidad desde moderada a aceptable ( 100 a 300 ciclos ) , se recomiendan para usarse en pinturas de látex para interiores ya que en exteriores tienden a ponerse amarillentas por el efecto de la radiación solar en el estireno polimerizado y por último permiten formular pinturas de látex de bajo precio por su capacidad de usarse en fórmulas de alto PVC ( 80 % ) .

Las emulsiones de copolímeros de vinil versatato ( Veova ) son poco utilizadas en pinturas en el mercado nacional , su costo se ubica ligeramente por encima del costo de las emulsiones de copolímeros vinil-acrílicos y de copolímeros estireno-acrílicos , su característica principal es que las pinturas fabricadas con este tipo de látex presentan una durabilidad y resistencia en exteriores ligeramente superior al de las dos emulsiones antes mencionadas, sin embargo no alcanza los valores de resistencia en exteriores de una emulsión 100% acrílica .

Las emulsiones 100% acrílicas como su nombre lo indica, utilizan en su formulación monómeros acrílicos exclusivamente, este tipo de monómeros dan lugar a un látex que va a impartir una excelente resistencia a la radiación solar en las pinturas en las que se utilice. Actualmente las pinturas de látex base agua formuladas con una emulsión 100% acrílica son las pinturas con mayor durabilidad en exteriores. Además este tipo de látex imparte a la pintura una excelente resistencia a la alcalinidad presente en los sustratos sobre los cuales se aplica. Otra de las características de un látex 100 % acrílico es la de impartir una excelente adherencia a la pintura sobre diversos sustratos empleados en la industria de la construcción tales como, concreto, cemento,

aplanados de yeso, etc. Así mismo imparten a la pintura otras características importantes , tales como : excelente resistencia al caleo y a la retención de polvo del medio ambiente , excelente resistencia al frote o lavabilidad sobre todo cuando se utilizan para formular pinturas para interiores , muestran también excelente resistencia al agua del medio ambiente , impiden la eflorescencia de sales presentes en el sustrato por medio del efecto de sellar al sustrato y por último son susceptibles de ser utilizados en pinturas de alto PVC si se desea formular pinturas más económicas. En exteriores presentan también una alta durabilidad o permanencia del brillo original (lo cual es importante en pinturas brillantes, semibrillantes y satinadas) y por supuesto, en pinturas de colores intensos, este tipo de látex imparte una excelente retención del color original de la pintura debido a su alta resistencia al efecto de la radiación ultravioleta.

Entre las emulsiones 100% acrílicas tenemos además el tipo de látex elastomérico en él que se utilizan monómeros acrílicos que imparten a la resina la capacidad de expandirse o contraerse al mismo tiempo que lo hace el concreto sobre el cual se aplica la pintura elastomérica, es decir que permiten formular pinturas de látex base agua que son resistentes a la elongación y a la contracción del sustrato. Este tipo de látex es ampliamente utilizado para elaborar impermeabilizantes y también se llega a utilizar en la fabricación de pinturas arquitectónicas para muros y fachadas por su alta resistencia a cuarteaduras del sustrato sin sufrir afectación.

Entre los principales fabricantes de látex 100 % acrílicos encontramos a Rohm and Haas que es actualmente una empresa subsidiaria de Dow Chemical Co. , la cual tiene un amplio reconocimiento a nivel mundial como fabricante tanto de monómeros acrílicos como de látex 100% acrílico y también se dedican a la fabricación de otros componentes de las pinturas de látex base agua para acabados arquitectónicos , tales como: dispersantes de pigmentos, espesantes o modificadores reológicos, biocidas, etc.

El otro fabricante de látex 100% acrílico es BASF , empresa con tecnología alemana y amplio reconocimiento a nivel mundial , la cual también produce una extensa gama de productos químicos para ser utilizados en la formulación de pinturas de látex base agua , tales como : espesantes , dispersantes de pigmentos , antiespumantes , etc.

Por parte del fabricante BASF obtuve información técnica del látex acrílico Acronal Optive 220<sup>mr</sup>, el cual fue recomendado por el proveedor para la formulación de pinturas mate, satinadas y semibrillantes para uso en exteriores aplicadas sobre cemento, concreto y yeso.

En su literatura técnica indican que el látex Acronal Optive 220<sup>mr</sup> se fabrica en México, es 100 % acrílico e imparte a la pintura en la que se usa, excelente adherencia sobre superficies nuevas o repintadas, excelente resistencia a la alcalinidad del sustrato sobre el cual se aplica la pintura y sobre todo excelente durabilidad en exteriores,

Las principales características del látex Acronal Optive 220<sup>mr</sup> son las siguientes:

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
Contenido de sólidos	49 - 51	% en peso
Contenido de sólidos	46 - 48	% en volumen
pH	7.5 – 9.5	
Viscosidad	600 - 1800	cps
Peso específico	1.04	g/cm <sup>3</sup>
Densidad	8.87	lb./gal
Temperatura mínima de formación de película	14	° C

Después de analizar las características del látex 100% acrílico de ambos fabricantes y de establecer contacto con los representantes técnicos de ambas empresas a fin de conocer las características y especificaciones de sus látex 100 % acrílico , me decidí a seleccionar para el presente estudio, la emulsión 100% acrílica Rhoplex 2500<sup>mr</sup> de Rohm and Haas , debido a que al efectuar un análisis comparativo de las propiedades que imparte a una pintura de látex para exteriores así como al costo comparativo contra otros productos del mismo fabricante ( Rohm and Haas ) y contra las resinas ofertadas por el otro fabricante ( BASF ) , me convencieron los argumentos sólidos presentados a favor de la resina seleccionada para formular la pintura de látex base agua en color blanco con alta durabilidad en exteriores , motivo del presente estudio.

De acuerdo a la literatura técnica del fabricante (Rohm and Haas), las características técnicas del látex 100 % acrílico RHOPLEX 2500<sup>mr</sup> son las siguientes:

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>BENEFICIOS</b>
Resistencia a álcalis y a la eflorescencia	Excelente adherencia, resistencia a la hidrólisis, retención de apariencia original en exteriores, sobre concreto.
Alta capacidad de pigmentación, lo que le permite formular pinturas de rango amplio de PVC.	Permite formular pinturas mate., satinadas y semibrillantes y por lo tanto, de amplio rango de costo .
Forma una película dura, resistente al agua, resistente a los factores del medio ambiente en exposición a exteriores, resistente a luz ultravioleta ,proveniente de la radiación solar.	Imparte a la pintura de látex una excelente resistencia a exteriores, es resistente al caleo y a la retención de polvo y mugre, el color original de la pintura permanece sin alteraciones por largo tiempo.

Las especificaciones de este látex 100% acrílico, de acuerdo a la literatura técnica que proporciona el fabricante (Rohm and Haas), son las siguientes:



PROPIEDADES	VALORES
Apariencia	Líquido de color lechoso
Viscosidad , cps	200 - 600
Contenido de sólidos en peso,%	49 - 51
Densidad, kg./ L	1.060 – 1.080
pH @ 25 ° C	9.0 – 10.0
Temperatura mínima de formación de película, ° C	Menor a 5
Peso específico seco	1.050 g/ cm <sup>3</sup>

## 2.- PIGMENTO DE COLOR BLANCO.

El pigmento blanco más ampliamente utilizado para formular pinturas es el Bióxido de Titanio, debido a su alta opacidad o poder cubriente y a la excelente resistencia que presenta hacia la radiación solar, así como a la característica de ser químicamente inerte hacia los agentes químicos que encontramos en el medio ambiente, lo cual le imparte una excelente retención de color a largo plazo.

El bióxido de titanio empleado como pigmento blanco para la fabricación de pinturas presenta un recubrimiento a base de alúmina y de sílice amorfa, que le imparte propiedades que le ayudan a facilitar la dispersión en el vehículo de las pinturas de látex base agua, a la retención de brillo en la pintura ya aplicada y a la resistencia a la absorción de agua en pinturas de exteriores.

En México tenemos un solo fabricante del pigmento blanco Bióxido de Titanio, que es Dupont, a través de su subsidiaria Pigmentos y Productos Químicos, S.A. en Altamira, Tamps. , aunque a nivel mundial existe un gran número de productores de este pigmento, entre los que destacan como los más importantes por su participación de mercado a nivel global, los siguientes:

- Dupont
- Kronos
- Millenium Chemicals

Para el presente estudio hemos seleccionado el bióxido de titanio grado R-902 Plus<sup>mr</sup> de Dupont que es el recomendado por este fabricante, para ser utilizado en pinturas de látex base agua en general.

A continuación presentamos una tabla que contiene el análisis y propiedades físicas del Ti-Pure R – 902 – plus<sup>mr</sup> de Dupont, según la literatura técnica disponible de este fabricante:

Propiedad	R – 902 - plus <sup>mr</sup>
Contenido de bióxido de titanio , % en peso , mínimo	93
Alúmina	sí
Sílice Amorfa	Sí
Peso Específico	4,0
Valor de estabilización	0,25
Tratamiento orgánico	Sí
Color CIE	99,6
Tamaño medio de partículas, micras	0,405
Absorción de aceite	16,2
pH	7,9
Resistencia a 30 ° C, ohmios	8,1
Subtono negro carbón	11,7

### 3.- PIGMENTOS INERTES O EXTENDEDORES.

Los pigmentos inertes o extendedores utilizados en la formulación de pinturas de látex base agua, también conocidos como cargas o ampliadores, son materiales insolubles en el vehículo de este tipo de pinturas, el cual está compuesto principalmente por agua . Este tipo de materiales vienen en forma de polvo y recientemente algunos de ellos por su elevado volumen de uso en las fábricas de pinturas y en algunos casos en las de papel, se pueden comprar en la presentación conocida como slurry, que no es sino una pasta en la cual el pigmento inerte está predispersado con un contenido de sólidos de aproximadamente 70 % del polvo previamente dispersado en agua y que adicionalmente contiene dispersantes, antiespumantes y en algunos casos biocidas , El slurry es fácil de manejarse en una planta de pinturas , se almacena en tanques cilíndricos y se desplaza en las áreas de producción de pinturas mediante el uso de bombas de desplazamiento positivo.

Los pigmentos inertes o extendedores desarrollan un escaso poder cubriente en las pinturas debido a su bajo índice de refracción , ya que como sabemos el poder cubriente u opacidad de una pintura proviene de la diferencia de los índices de refracción entre vehículo y pigmento , baste recordar que mientras el índice de refracción del pigmento blanco bióxido de titanio tiene un valor de 2.72 , este mismo parámetro en el caso de la mayoría de los pigmentos inertes tiene un valor promedio de 1.60 , quedando así explicado el hecho de que los pigmentos inertes dispersados en un vehículo de una pintura de látex , no le imparten cubrimiento en húmedo a la pintura, se requiere necesariamente del uso de bióxido de titanio en la fórmula de la pintura para obtener el poder cubriente u opacidad .

Para el caso de nuestro estudio vamos a seleccionar los pigmentos inertes o extendedores a utilizar en nuestra fórmula, de entre una extensa variedad de productos, basándonos en los siguientes criterios:

- Disponibilidad en el mercado nacional de materias primas para pinturas.
- Utilizar de preferencia productos fabricados en México.
- Seleccionar materiales que hagan sinergia con el resto de la fórmula con la finalidad de lograr un balance adecuado entre calidad, durabilidad, resistencia a exteriores y el menor costo posible para mantener la competitividad con relación a las pinturas presentes en el mercado nacional.
- Sabemos que las partículas de los pigmentos inertes o extendedores tienden a intercalarse con las partículas del pigmento blanco bióxido de titanio en la fase líquida de la pintura y lo mismo sucede en la película recién aplicada de la pintura sobre el sustrato que se va a recubrir. Este efecto favorece el poder cubriente u opacidad de la pintura y este hecho tiene un impacto directo en el costo de la pintura. En nuestro caso vamos a optimizar el uso de pigmentos inertes, usando la mejor combinación de ellos con la finalidad de utilizar solamente la cantidad mínima requerida del pigmento blanco bióxido de titanio, para lograr un excelente poder cubriente, ya que este último por ser el de mayor costo en relación al de los pigmentos inertes, controla conjuntamente con la cantidad de látex empleada en la fórmula, el costo total de la pintura.

## **CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO.**

Estamos seleccionando como uno de los pigmentos inertes o extendedores para nuestra fórmula, al Carbonato de Calcio Precipitado por las siguientes razones técnicas y económicas:

- El carbonato de calcio natural es un mineral abundante en nuestro país.
- El proceso físico-químico al que se somete el mineral natural de carbonato de calcio para obtener el carbonato de calcio precipitado nos permite obtener un polvo con un tamaño de partícula promedio más controlado, un color blanco uniforme, una mayor pureza y un material con mayor facilidad para la dispersión en el vehículo de la pintura, sobre todo si se emplea en la forma de slurry o pasta predispersada.
- La absorción de resina por parte del carbonato de calcio es baja debido a su forma y tamaño de partícula. La finura y la distribución de tamaño de partícula determinan la opacidad. La hidrofobicidad del carbonato de calcio incrementa la resistencia a la humedad y las propiedades reológicas del recubrimiento a base de látex base agua.

- El uso de un determinado grado de carbonato de calcio precipitado con un tamaño de partícula mínimo, nos permitirá una fácil dispersión del mismo y así mismo desarrollar la máxima refracción de luz, permitiendo el reemplazo parcial del costoso pigmento blanco, bióxido de titanio.

Las principales propiedades físicas del carbonato de calcio precipitado de acuerdo a la literatura técnica de uno de los principales fabricantes de este pigmento inerte en México, que es la empresa Omya cuya planta productora se localiza en el estado de Querétaro son las siguientes:

<b>PROPIEDADES</b>	<b>CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO</b>
Peso Específico	2.68
Absorción de aceite , %	17.0
Índice de refracción	1.63
Tamaño de partícula promedio, micras	2 - 3
pH	9

### **CAOLÍN CALCINADO.**

Estamos seleccionando el caolín calcinado por tratarse de un pigmento inerte o extendedor con un tamaño de partícula muy fino y una distribución de tamaño de partícula muy angosta o cerrada.

El caolín calcinado es un silicato de aluminio anhidro producido al calentar a altas temperaturas el caolín natural en un horno. El proceso de calcinación incrementa la blancura de este material así como su dureza, además de alterar la forma y el tamaño de partícula.

El caolín calcinado Glomax LL<sup>mr</sup> de Imerys Performance Minerals es un extendedor de opacidad muy eficiente en pinturas de látex base agua , al sustituir parcialmente al bióxido de titanio, reduciendo así el costo de materias primas en la formulación del recubrimiento y al mismo tiempo manteniendo una alta calidad de la película de pintura al ser aplicada.

Las principales propiedades físicas del caolín calcinado Glomax LL<sup>mr</sup> de acuerdo a la literatura técnica del proveedor, son las siguientes:

<b>PROPIEDADES</b>	<b>GLOMAX LL<sup>mr</sup></b>
Tamaño promedio de partícula	1.5 micrones
Peso específico	2.62
Índice de refracción	1.62
pH al 20% de sólidos	4.5
Contenido de humedad, % máximo	0.5

#### **4.- MODIFICADORES REOLÓGICOS O ESPESANTES.**

Existe una amplia gama de modificadores reológicos comúnmente llamados espesantes para las pinturas de látex base agua. Pueden ser principalmente de tipo celulósico y también de tipo acrílico aunque a estos últimos se les conoce también como espesantes asociativos dado que se utilizan en conjunto con los de tipo celulósico para obtener ciertas propiedades especialmente al momento de aplicar la pintura. Además de los dos tipos de modificadores reológicos mencionados existen otros tipos de espesantes, entre los que destacan los siguientes: sílicas coloidales, gomas naturales, derivados de polisacáridos, tipo poliuretano, etc.

Las funciones que desempeña un modificador reológico o espesante en una pintura de látex base agua son muy variadas y al mismo tiempo muy importantes. En cada etapa del proceso de una pintura interviene la acción del espesante de manera distinta como detallamos a continuación:

En el paso correspondiente a la dispersión de los pigmentos en el vehículo de la pintura durante el proceso de fabricación de la misma, se adiciona una parte del espesante con la finalidad de incrementar la viscosidad de la pasta formada y evitar de esta manera que los pigmentos una vez dispersados se vayan a sedimentar hacia el fondo del tanque de proceso y además el espesante en esta etapa tiene la función de actuar conjuntamente con el dispersante para evitar que los pigmentos ya dispersados en el vehículo se vuelvan a juntar formando agregados de partículas, reduciendo así el poder cubriente de la pintura y haciendo ineficiente la dispersión de pigmentos.

En la etapa de completado de la fabricación de pinturas de látex se adiciona otra parte del espesante conjuntamente con el látex acrílico para incrementar la viscosidad de la pintura hasta un valor muy cercano al especificado en el control de calidad de la misma, con la finalidad de evitar la separación de los componentes de la pintura durante la permanencia de la misma dentro del envase.

En la etapa de aplicación de la pintura sobre un muro la función primaria del espesante consiste en facilitar la transferencia de la pintura de la brocha o el rodillo empleados para llevar a cabo el trabajo de aplicación, hacia la superficie que se va a pintar, permitiendo así el avance en el trabajo que efectúa el pintor. La función secundaria del espesante durante la aplicación de la pintura en el muro de concreto, cemento o yeso consiste en la propiedad que tienen las pinturas conocida como facilidad de aplicación y que representa la cantidad de esfuerzo que requiere el pintor para ir cubriendo la superficie con la pintura que tiene en la brocha o en el rodillo según sea el caso. La siguiente función que desempeña el espesante consiste en ayudar a la nivelación de la película de pintura ya aplicada, para que al secar la misma no se noten las rayas que dejan la brocha o el rodillo en la película húmeda de pintura, contribuyendo así a una buena apariencia de la pintura una vez que ha secado. Por último, otra

función importante del espesante es la de evitar que la pintura recién aplicada sobre una superficie vertical se escurra antes de secar, contribuyendo así nuevamente a lograr una buena apariencia y un buen cubrimiento de la pintura.

Los fabricantes de látex acrílico acostumbran recomendar en su literatura técnica el modificador reológico o espesante que de acuerdo a numerosas pruebas funciona mejor en combinación con su emulsión obteniendo los mejores resultados para mantener en buen estado a la pintura dentro del envase y posteriormente, cuando se lleve a cabo la aplicación de la pintura.

En el caso que nos ocupa el fabricante del látex acrílico seleccionado nos recomienda el uso de un espesante celulósico que es el Natrosol Plus 331<sup>mr</sup> el cual es fabricado por la empresa Hércules – Aqualon. La literatura técnica de este espesante nos dice lo siguiente: Se trata de una hidroxietilcelulosa modificada para ser hidrofóbica. Indica también que este material contribuye a mejorar las características de las pinturas a base de látex acrílico en los siguientes aspectos: Excelente resistencia al briseado cuando se aplica con rodillo, alta viscosidad al aplicar con brocha, contribuyendo por lo tanto a un rápido cubrimiento con pocas manos de aplicación, excelente nivelación y resistencia al escurrido en superficies verticales y excelente estabilidad para la pintura durante el almacenamiento dentro del envase.

Cuando el esfuerzo cortante es bajo, la viscosidad se mantiene alta como resultado de la asociación de los grupos hidrofóbicos ( dentro del envase ) , luego esta asociación se rompe al incrementarse el esfuerzo cortante ( durante la aplicación con brocha o rodillo ) disminuyendo la viscosidad aparente para lograr una fácil aplicación de la pintura .

De acuerdo a la literatura técnica, las propiedades del Natrosol Plus 331<sup>mr</sup> son las siguientes:

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
Densidad	0.8	g/cm <sup>3</sup>
Distribución de tamaño de partícula	420	micras
Contenido de humedad	4	%
Tiempo de hidratación a un pH de 7.2	12	min.
Viscosidad@25°C en BrookfieldLVF, 1% en agua , 6 rpm	300	cps
pH	7	

El fabricante del látex acrílico seleccionado recomienda utilizar un espesante asociativo de tipo poliuretano para complementar el funcionamiento del Natrosol Plus 331<sup>mr</sup>, se trata del modificador reológico SCT – 275<sup>mr</sup> fabricado

por Rohm and Haas, el cual según la literatura técnica del fabricante es un modificador reológico no-iónico a base de óxido de etileno y poliuretano modificado para hacerlo hidrofóbico.

La literatura técnica indica además que se utiliza en pinturas de látex acrílico en combinación con otros espesantes para mejorar las propiedades de la pintura en los aspectos de mejorar la nivelación en la aplicación, mejorar el balance de facilidad de aplicación y evitar escurrimientos, mejorar en general la apariencia de la pintura al secar y además es resistente al ataque de microbios durante el almacenamiento de la pintura.

La literatura técnica del fabricante nos indica que el espesante SCT-275<sup>mr</sup> tiene las siguientes propiedades:

PROPIEDADES	VALOR
Apariencia	Líquido lechoso
Tipo Químico	No iónico
Sólidos, % en peso	17.5
Disolventes	DGBE*/ agua ( 25/75 )
Peso específico	1.032
Viscosidad en Brookfield a 25 ° C	2500 cps

DGBE = Diethylene glycol monobutyl ether

## 5.- BUFFER (CONTROLADOR DE pH).

En nuestra fórmula para la pintura blanca de látex 100% acrílico para uso en exteriores vamos a utilizar un controlador de pH recomendado por fabricantes de emulsiones, que es el AMP 95<sup>mr</sup> fabricado por Angus Chemical Company , el cual según la literatura técnica del fabricante es químicamente el siguiente compuesto : 2-Amino-2Metil -1- Propanol + 5% de agua y se considera que además de sus propiedades para mantener la estabilidad del PH de la pintura , le imparte excelente resistencia al frote o Lavabilidad , mejora el poder cubriente u opacidad, incrementa la resistencia al agua de la pintura aplicada en exteriores y sirve como co-dispersante en la etapa de dispersión de los pigmentos durante la fabricación de la pintura.

La literatura técnica del fabricante indica también que usar AMP – 95<sup>mr</sup> en la dispersión de la pintura, (0.15% del total de la fórmula) , permite los siguientes ahorros en costos :

- Reducir la cantidad de dispersante en 25%
- Reducir el surfactante en 25%
- Reducir la cantidad de glicoles en 30%
- Reducir el coalescente en 10%

De acuerdo a la literatura técnica del fabricante el AMP-95<sup>mr</sup> tiene las siguientes propiedades:

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>
Peso específico a 25 °C	0.942
Color APHA	Menor a 20
Flash point, setaflash copa cerrada	76.7 ° C
pH sol. 0.1M @20 ° C	11.3
Indice de refracción	1.4568

## 6.- DISPERSANTE.

Existe una enorme cantidad de agentes dispersantes para pinturas de látex en el mercado nacional. Para este estudio decidimos seguir las recomendaciones técnicas del fabricante del látex 100% acrílico seleccionado y por lo tanto vamos a utilizar en nuestra fórmula de pintura de látex acrílico base agua en color blanco para uso en exteriores el Orotan 731<sup>mr</sup> de Rohm and Haas, tipo aniónico, el cual siguiendo la descripción técnica que nos da el fabricante, corresponde a una sal de sodio de un policarboxilato con las siguientes características:

- Es compatible con una amplia gama de pigmentos, extendedores y emulsiones.
- Es efectivo en un amplio rango de pH del vehículo.
- Es un material libre de amoníaco.
- Tiene excelente estabilidad a la temperatura.
- Imparte excelente resistencia al frote o lavabilidad a la pintura.

Continuando con la información técnica que proporciona el fabricante de este dispersante a continuación mostramos una tabla con sus propiedades :

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>
Apariencia	Líquido lechoso amarillento
Contenido de sólidos, %	24 - 26
pH( diluido)	10.2 – 10.6
Viscosidad en Brookfield	20 – 130 cps
Peso específico	1.10 – 1.11
Disolvente	Agua



## 7.- SURFACTANTE.

Bajo recomendación del fabricante de la emulsión seleccionada, además del dispersante se requiere del uso de un surfactante para la etapa de dispersión de los pigmentos. En este caso vamos a usar el Arkopal N – 100<sup>mr</sup> fabricado por Clariant, que corresponde químicamente a un Nonylfenol poli glicol éter, el cual es un surfactante de tipo no-iónico.

La función principal del surfactante es disminuir la tensión superficial del vehículo para permitir que moje al pigmento blanco bióxido de titanio y a los pigmentos inertes y poder llevar a cabo la dispersión de los pigmentos en el vehículo y mantener después la estabilidad de dicha dispersión.

## 8.- ANTIESPUMANTE.

El vehículo que consiste principalmente de agua con la adición del dispersante y del surfactante y por efecto de la agitación necesaria en el proceso de dispersión de los pigmentos, tiende a formar espuma que es perjudicial en todas las etapas del proceso de fabricación de pinturas emulsionadas, incluyendo la etapa del envase. Por lo tanto se requiere en la fórmula del uso de un agente antiespumante.

Para fines del presente estudio vamos a seleccionar al agente antiespumante Byk – 018<sup>mr</sup> fabricado por Byk Chemie que de acuerdo al fabricante, se trata de polisiloxanos hidrofóbicos en poli glicol. Las propiedades de este material se muestran en la siguiente tabla:

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad a 20 ° C	1.0 g/cm <sup>3</sup>
Contenido de sólidos en peso	97%
Punto de inflamación	Mayor a 100 ° C

## 9.- COALESCENTE.

El coalescente en una fórmula de pintura a base de látex tiene la función principal de formar una película continua del polímero en este caso acrílico sobre el sustrato en el cual se aplica la pintura, es decir ayuda a que se unan las partículas de polímero a medida que se va evaporando el agua de la emulsión para lograr de esta manera la formación de una película continua del polímero con los pigmentos dispersados y los demás aditivos no volátiles de la pintura. Cuando se aplica una pintura que no contiene coalescente, por debajo de la temperatura mínima de formación de película, el acabado no es uniforme y se presentan grietas en la película de pintura que afectan la durabilidad y resistencia de la misma. Adicionar coalescente a una pintura emulsionada permite aplicarla en un amplio rango de temperaturas ambiente logrando una película uniforme y continua.

## 11.- ANTICONGELANTE.

El anticongelante tiene la función de preservar la estabilidad de la pintura durante su almacenamiento dentro de un envase, protegiéndolo a bajas temperaturas. En adición a su función principal, se considera que este ingrediente de la fórmula de una pintura de látex, ayuda a mejorar el nivelamiento de la pintura aplicada para mejorar la apariencia final del acabado.

En nuestro estudio estamos seleccionando el propilen glicol (1,2-propanodiol ) cuyas propiedades técnicas de acuerdo a la literatura del proveedor, son las siguientes:

PROPIEDADES	VALOR
Punto de ebullición	189 °C
Peso Específico	1.0361
Indice de refracción	1.4324

Para el estudio que estamos llevando a cabo de una pintura de látex base agua en color blanco para uso en exteriores, estamos considerando formularla para obtener un brillo satinado, el cual corresponde a un brillo moderado y suave que en términos de un instrumento medidor de brillo del acabado estaría en un rango de 10 a 20 unidades cuando se determina la medición a un ángulo de 60 grados , mientras que el mismo acabado nos daría un valor de brillo a 85 grados , lo que se denomina “ sheen “ en un rango de 5 a 10 unidades de brillo.

Los valores de brillo del acabado antes mencionados van relacionados directamente con un parámetro importante de las pinturas de látex el cual se calcula a partir de la formulación del acabado y que se conoce como PVC por sus siglas en inglés (Pigment Volume Content), término muy utilizado entre los formuladores de pinturas y que al traducirse al español significa contenido de pigmentos en volumen

Al referirnos a pigmentos tenemos que considerar la cantidad presente en la fórmula tanto de los pigmentos de color, que en nuestro caso estarían representados exclusivamente por el contenido en volumen del pigmento blanco bióxido de titanio y además se deben incluir los pigmentos inertes o extendedores presentes en la formulación.

Se considera que una pintura de látex satinada, está formulada a un rango de PVC entre 30 y 50.

La fórmula para calcular el PVC de una pintura es la siguiente:

## 11.- ANTICONGELANTE.

El anticongelante tiene la función de preservar la estabilidad de la pintura durante su almacenamiento dentro de un envase, protegiéndolo a bajas temperaturas. En adición a su función principal, se considera que este ingrediente de la fórmula de una pintura de látex, ayuda a mejorar el nivelamiento de la pintura aplicada para mejorar la apariencia final del acabado.

En nuestro estudio estamos seleccionando el propilen glicol (1,2-propanodiol ) cuyas propiedades técnicas de acuerdo a la literatura del proveedor, son las siguientes:

PROPIEDADES	VALOR
Punto de ebullición	189 °C
Peso Específico	1.0361
Índice de refracción	1.4324

Para el estudio que estamos llevando a cabo de una pintura de látex base agua en color blanco para uso en exteriores, estamos considerando formularla para obtener un brillo satinado, el cual corresponde a un brillo moderado y suave que en términos de un instrumento medidor de brillo del acabado estaría en un rango de 10 a 20 unidades cuando se determina la medición a un ángulo de 60 grados , mientras que el mismo acabado nos daría un valor de brillo a 85 grados , lo que se denomina “ sheen “ en un rango de 5 a 10 unidades de brillo.

Los valores de brillo del acabado antes mencionados van relacionados directamente con un parámetro importante de las pinturas de látex el cual se calcula a partir de la formulación del acabado y que se conoce como PVC por sus siglas en inglés (Pigment Volume Content), término muy utilizado entre los formuladores de pinturas y que al traducirse al español significa contenido de pigmentos en volumen

Al referirnos a pigmentos tenemos que considerar la cantidad presente en la fórmula tanto de los pigmentos de color, que en nuestro caso estarían representados exclusivamente por el contenido en volumen del pigmento blanco bióxido de titanio y además se deben incluir los pigmentos inertes o extendedores presentes en la formulación.

Se considera que una pintura de látex satinada, está formulada a un rango de PVC entre 30 y 50.

La fórmula para calcular el PVC de una pintura es la siguiente:

$$\text{PVC} = \left( \frac{\text{volumen de pigmentos}}{\text{volumen de pigmentos} + \text{volumen de vehículo sólido}} \right) \times 100$$

## **CAPÍTULO V.- FORMULACIÓN.**

Para determinar las cantidades de cada uno de los ingredientes o materias primas seleccionadas que van a estar presentes en la fórmula de la pintura de látex base agua en color blanco, que es uno de los objetivos del presente estudio, procedimos a tomar en cuenta varios criterios que son los siguientes:

a) La literatura técnica de los fabricantes de las materias primas son una excelente guía para determinar la proporción de cada uno de los ingredientes de la fórmula. En el caso de los aditivos por ejemplo, la información técnica de los fabricantes nos indica claramente el rango de utilización de los aditivos en base a los sólidos de látex, a la cantidad de sólidos de pigmento presentes, etc.

b) Consultamos a químicos formuladores de pinturas de látex para uso arquitectónico con la finalidad de obtener su punto de vista así como guías generales en base a su amplia experiencia, para proceder a formular la pintura objeto del presente estudio.

c) Utilizamos los conocimientos adquiridos en el Diplomado en Tecnología de Pinturas que recientemente concluimos en la Facultad de Química de la UNAM.

Los parámetros básicos que nos ayudaron a determinar la fórmula de la pintura que seleccionamos para el presente estudio, estuvieron basados por una parte en la calidad de la pintura que decidimos desarrollar, por los costos de las materias primas y que debe cumplir con los siguientes preceptos:

1.- Pintura de látex base agua en color blanco con excelente durabilidad en exteriores.

2.- Acabado satinado liso para aplicación por medio de brocha, rodillo o aspersion sin aire (airless).

3.- Pintura con cubrimiento total a dos manos y excelente apariencia final.

4.- Pintura con excelente resistencia a la alcalinidad del sustrato sobre el cual se aplica y que puede ser: concreto, cemento o aplanado de yeso, además debe ser susceptible de aplicarse sobre una pintura anterior (repintado).

5.- Excelente resistencia a la humedad del medio ambiente y/o a la lluvia.

6.- Excelente resistencia a la presencia de hongos y algas que pretendan adherirse a la superficie pintada.

7.- Excelente estabilidad de la pintura dentro del envase durante su almacenamiento, previo a su venta.

Tomando en cuenta lo anterior presentamos a continuación la fórmula de nuestra pintura en la Tabla No. 1, donde el contenido % en peso, representa la concentración de cada ingrediente en la formulación:

Tabla No. 1.- Fórmula de pintura.

INGREDIENTE	FABRICANTE	CONTENIDO % EN PESO
AMP – 95 <sup>mr</sup>	ANGUS	0.187
NATROSOL PLUS-331 <sup>mr</sup>	AQUALON	0.879
OROTAN 731 <sup>mr</sup>	ROHM&HAAS	0.376
PROPILEN GLICOL	POLIOLES	2.752
R 902 PLUS <sup>mr</sup>	DUPONT	20.500
OMYA 1 <sup>mr</sup>	OMYA	15.000
GLOMAX LL <sup>mr</sup>	IMERY	9.500
PROXEL GXL <sup>mr</sup>	ARCH CHEM.	0.159
ARKOPAL N-100 <sup>mr</sup>	CLARIANT	0.213
SCT-275 <sup>mr</sup>	ROHM&HAAS	0.752
BYK – 018 <sup>mr</sup>	BYK CHEMIE	0.094
RHOPLEX 2500 <sup>mr</sup>	ROHM&HAAS	32.935
TEXANOL <sup>mr</sup>	EASTMAN	0.823
AGUA		15.830
	TOTAL	100.000

## CAPÍTULO VI.- PARÁMETROS DE LA PINTURA FORMULADA.

En la Tabla No. 2 mostraremos las características físicas de cada uno de los ingredientes de la fórmula de la pintura desarrollada para el presente estudio, con la finalidad de proceder a efectuar los cálculos de los parámetros de la pintura.

Tabla No. 2.- Parámetros de la formulación.

	PINTURA	MATERIAS PRIMAS		PINTURA	PINTURA
	COMPOSICIÓN	SÓLIDOS	DENSIDAD	SÓLIDOS	VOLÚMEN
	% EN PESO	% EN PESO	Kg./L	% EN PESO	L
AMP -95 <sup>mr</sup>	0.187	0	0.942		0.1985
NATROSOL PLUS 331 <sup>mr</sup>	0.879	100	0.800	0.879	1.0988
OROTAN 731 <sup>mr</sup>	0.376	25	1.100	0.094	0.3418
PROPILEN GLICOL	2.752	0	1.0361		2.6560
R 902 PLUS <sup>mr</sup>	20.500	100	4.000	20.500	5.1250
OMYA 1 <sup>mr</sup>	15.000	100	2.680	15.000	5.5970
GLOMAX LL <sup>mr</sup>	9.500	100	2.620	9.500	3.6250
PROXEL GXL <sup>mr</sup>	0.159	0	1.130		0.1407
ARKOPAL N – 100 <sup>mr</sup>	0.213	20	1.040	0.041	0.2088
SCT – 275 <sup>mr</sup>	0.752	17.5	1.032	0.132	0.7286
BYK O18 <sup>mr</sup>	0.094	97	1.000	0.091	0.0940
RHOPLEX 2500 <sup>mr</sup>	32.935	50	1.070	16.468	30.780
TEXANOL <sup>mr</sup>	0.823	0	0.950		0.8663
AGUA	15.830	0	1.000		15.830
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>			<b>62.664</b>	<b>67.2905</b>

Los cálculos de los parámetros de la pintura de látex base agua color blanco que formulamos nos indican las siguientes propiedades del acabado:

- **Contenido de sólidos en peso , % = 62.664**
- **Densidad de la pintura , kg/L = 1.4860**

- A continuación vamos a calcular el valor de PVC (Pigment Volume Content), que es el contenido en volumen de pigmentos de color más pigmentos inertes, con la siguiente fórmula:

$PVC = ( \text{volumen de pigmentos} / \text{volumen de pigmentos} + \text{volumen de vehículo sólido} ) \times 100 .$

También vamos a calcular el VOC (Volatile Organic Content) de la pintura, o sea, el contenido de materiales orgánicos volátiles presentes en la pintura, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$VOC (g/l) = (100 - \% \text{ volátiles en peso} - \% \text{ agua en peso}) \times (\text{Peso específico de pintura} \times 10)$

Tabla No. 3.- Cálculo de PVC y VOC.

	PINTURA		MATERIAS PRIMAS		VOLUMEN	VOLUMEN
	COMPOSICIÓN	SÓLIDOS	DENSIDAD	PIG+EXT	VEHÍCULO	
	% EN PESO	% EN PESO	kg./L	L	L	
AMP -95 <sup>mr</sup>	0.187	0	0.942			
NATROSOL PLUS 331 <sup>mr</sup>	0.879	100	0.800		1.098	
OROTAN 731 <sup>mr</sup>	0.376	25	1.100		0.085	
PROPILEN GLICOL	2.752	0	1.0361			
R 902 PLUS <sup>mr</sup>	20.500	100	4.000	5.125		
OMYA 1 <sup>mr</sup>	15.000	100	2.680	5.597		
GLOMAX LL <sup>mr</sup>	9.500	100	2.620	3.625		
PROXEL GXL <sup>mr</sup>	0.159	0	1.130			
ARKOPAL N – 100 <sup>mr</sup>	0.213	20	1.040			
SCT – 275 <sup>mr</sup>	0.752	17.5	1.032		0.1275	
BYK O18 <sup>mr</sup>	0.094	97	1.000		0.091	
RHOPLEX 2500 <sup>mr</sup>	32.935	50	1.070		15.390	
TEXANOL <sup>mr</sup>	0.823	0	0.950			
AGUA	15.830	0	1.000			
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>			<b>14.347</b>	<b>16.791</b>	

Aplicando los resultados de la tabla anterior a la fórmula para calcular el PVC. Tendríamos lo siguiente:

$$\text{PVC} = (14.347 / 14.347 + 16.791) \times 100 = (14.347 / 31.138) \times 100 = \mathbf{46 \%}$$

Vamos a calcular ahora el VOC (Volatile Organic Content) o sea el contenido de materiales orgánicos volátiles de la pintura desarrollada, con la fórmula antes mencionada:

$$\text{VOC ( g/l)} = ( 100 - 38 - 32.33) \times 1.486 \times 10 = \mathbf{445.80 \text{ g/l}}$$

## **CAPÍTULO VII.- PRUEBAS**

Con la finalidad de conocer las pruebas de control de calidad que se aplican a una pintura de látex base agua de color blanco para uso en exteriores, recurrimos a las siguientes fuentes de información técnica sobre el tema:

a).- Literatura técnica que proporcionan los fabricantes de materias primas, especialmente de los fabricantes de emulsiones acrílicas como Rohm and Haas , BASF , Union Carbide , etc. ya que todos ellos cuentan con Laboratorios de Desarrollo de Pinturas utilizando sus emulsiones así como Laboratorios de Control de Calidad de Pinturas, en los que cuentan con profesionistas de la rama química con amplia experiencia en desarrollo de pinturas y en pruebas para determinar la calidad y durabilidad de los recubrimientos y más aún , cuentan con sitios especializados en correr pruebas de resistencia a pinturas aplicadas sometidas a exposición a intemperie, para determinar durabilidad comparativa de pinturas para exteriores.

b).- Establecí contacto con químicos e ingenieros químicos que actualmente se desempeñan como responsables tanto del desarrollo de nuevas pinturas de látex para uso arquitectónico, como de responsables de Laboratorios de Control de Calidad de empresas dedicadas a la fabricación de pinturas, con la finalidad de conocer de primera mano por parte de profesionistas dedicados a las dos actividades antes mencionadas, de los métodos de pruebas utilizados en la industria de pinturas y de los equipos utilizados para llevar a cabo las pruebas para el control de calidad de pinturas y las pruebas de resistencia y durabilidad a las que son sometidas las pinturas, casi siempre de manera comparativa contra estándares o testigos controlados de la misma empresa fabricante y/o de pinturas de la competencia.

c).- Hice uso de la información que nos fue proporcionada acerca del tema de pruebas de control de calidad a las pinturas durante el Diplomado de Tecnología de Pinturas en el que participé en 2009.



Para una nueva pintura es importante efectuar una serie de pruebas físicas que se hacen de forma comparativa contra muestras de pintura compradas en tiendas de los fabricantes que podamos considerar que son nuestra competencia más fuerte en el mercado nacional en el segmento apropiado que para nuestro caso sería el de las pinturas de látex para uso arquitectónico y recomendadas por esos fabricantes para ser utilizadas en exteriores, es decir en muros y fachadas de concreto, cemento, aplanado de yeso, etc. O sea lo que conocemos en el medio de la mercadotecnia como “Benchmarking”.

En el presente estudio vamos a realizar un cuadro comparativo de propiedades contra las pinturas de la categoría seleccionada en el estudio, las cuales son:

- 100 – Acryl de Berel
- Premium de Comex
- A – 100 de Sherwin Williams

El otro tipo de pruebas que se corren a una pintura de látex como la que formulamos en este caso, son pruebas físicas que se llevan a cabo en cada lote fabricado de la pintura en el Laboratorio de Control de Calidad y cuyos resultados se comparan contra las especificaciones establecidas utilizando para tal fin Métodos de Prueba certificados internacionalmente como es el caso de los métodos ASTM , lo cual implica contar con los equipos para llevar a cabo las pruebas indicados expresamente en el método de prueba ASTM. Con este tipo de pruebas basadas en especificaciones de la pintura, lo que buscamos es lograr una repetibilidad de la calidad de lote a lote para demostrar a los clientes potenciales que nuestro Sistema de Calidad es eficiente y efectivo para lograr uniformidad en la producción de la pintura.

Cabe hacer notar que para el caso del estudio que nos ocupa no fue posible llevar a cabo ciertas pruebas de calidad a la pintura desarrollada en virtud de que el tiempo requerido para llevar a cabo las mismas es muy largo, como es el caso de la prueba de Exposición a la Intemperie, para la cual es necesario hacer varias aplicaciones de la pintura a un grosor de película seca controlado sobre un sustrato de tabla roca o asbesto cemento. Por tratarse de una prueba comparativa se requiere hacer aplicaciones también a grosor controlado de pinturas testigo o muestras de pintura de la competencia, todas ellas se dejan secar durante el mismo tiempo en condiciones de humedad y temperatura controladas y posteriormente se exponen a la intemperie en sitios controlados y los más utilizados se encuentran en Miami, Florida (USA) y localmente en Acapulco, Gro. (México). Los paneles se colocan sobre soportes especiales a un ángulo de inclinación y con una orientación previamente determinados, de tal manera que tanto los paneles de la pintura que se va a probar como los paneles de las pinturas testigo, estén sometidos a las mismas condiciones de recepción de radiación solar , de lluvia y de factores del medio ambiente en una proporción exactamente igual , con la finalidad de que tanto las condiciones climáticas de la prueba como los resultados de durabilidad y resistencia de las pinturas expuestas , sean representativos para poder tener bases firmes en la

comparación final de resultados y en la información que se va a proporcionar a los clientes potenciales acerca de la calidad real de cada pintura.

Debido a que la prueba de exposición a la intemperie se extiende a lo largo de varios años con revisiones semestrales de los paneles expuestos , no es posible llevar a cabo esta prueba en el estudio que nos ocupa , razón por la cual en nuestro caso vamos a expresar una durabilidad de la pintura basados solamente en la referencia de la calidad de las materias primas empleadas en nuestra fórmula y del balance de los ingredientes de la formulación y en el caso de las pinturas de la competencia , lo haremos basados en la información que se puede encontrar en la literatura técnica que proporcionan los fabricantes de las pinturas empleadas para hacer la comparación en nuestro estudio . Los resultados de la evaluación de pinturas se muestran en la Tabla No. 4.

Tabla No. 4.- Resultados de la evaluación comparativa de pinturas.

PRUEBA	METODO ASTM**	DESARROLLO	100 - ACRYL	PREMIUM	A - 100
Viscosidad,UK	ASTM D 562	112	115	118	105
Viscosidad, ICI	ASTM D 4287	1.3	1.4	1.4	1.2
Densidad,g/cm3	ASTM D 1475	1.48	1.7	1.8	1.47
pH	(ITM 403.10)	9	9.2	9.4	9.3
Reflectancia,%	ASTM D E97	98	98	97	97.5
Sólidos en Peso,%	ASTM D 2697	62.7	62	64	65
Poder Cubriente,%	ASTM D 2805	99	98	98	99
PVC, %	No aplica	46	-	-	53
VOC, g/l	ASTM D 3960	446	-	-	431
Nivelación	ASTM D 4062	Muy bien	Muy bien	Excelente	Muy bien
Lavabilidad a 7 días	ASTM D 2486	> 5000	>5000	> 5000	>5000
Adherencia	ASTM D 3359	Excelente	Muy bien	Excelente	Excelente
Durabilidad	ASTM D 2794	-	15 años	15 años	15 años
Apariencia en Envase	ASTM D 1849	Excelente	Muy Bien	Excelente	Excelente
Facilidad de aplicación	ASTM D 4958	Muy bien	Muy bien	Muy bien	Muy Bien
Tiempo de secado,min	ASTM D 1640	40	35	30	35
Brillo	ASTM D 3928	satinada	mate	mate	satinada
Cubrimiento,manos	No aplica	2	2	2	2

\*\* ASTM : American Society for Testing and Materials.

## **CAPÍTULO VIII.- ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS COMPARATIVAS.**

Revisando los resultados de las pruebas que se llevaron a cabo con la pintura de látex desarrollada como parte esencial del presente estudio y comparando los valores obtenidos en relación a los datos que se tienen de las pinturas de calidad similar fabricadas por la competencia , podemos concluir que la calidad de la pintura desarrollada es similar a la de la competencia , destacando que el valor de la Reflectancia obtenido , lo cual es una medida de la blancura real de la pintura , en nuestro caso se puede calificar de muy bueno y algo similar acontece cuando revisamos nuestro resultado en la prueba del Poder Cubriente, ( % ) . Lo anterior es un indicativo de que la cantidad de pigmento blanco bióxido de titanio, que tenemos en nuestra fórmula , combinado con la selección adecuada tanto cualitativa como cuantitativamente de los pigmentos inertes o extendedores, es correcta puesto que se obtienen los resultados de funcionamiento de la pintura, deseados.

Como ya indicamos anteriormente, no fue posible por cuestiones obvias de tiempo, llevar a cabo una prueba importante que es la de Exposición a la Intemperie de la pintura aplicada en forma comparativa con las pinturas de la competencia que servirían como testigos , sin embargo considerando la alta calidad de los ingredientes seleccionados para nuestra fórmula, tenemos la seguridad de que la pintura que fue desarrollada para el presente estudio, tendría un excelente comportamiento en exteriores y se esperaría una durabilidad comparable a la que tienen los productos de la competencia y se podría definir como una pintura de látex blanca, apta para ser utilizada en exteriores sobre concreto , cemento o aplanados de yeso y conservaría por un período de muchos años sus atributos de brillo , permanencia del color , alta resistencia a los efectos de la radiación solar, de la lluvia y de otros factores del medio ambiente a los que están expuestas las construcciones a las que está dirigido el recubrimiento desarrollado en este estudio .

Nuestra pintura de látex se puede utilizar también en interiores debido a que la formulación previene esta situación y le imparte a la pintura una excelente resistencia a la lavabilidad que se requiere para pinturas aplicadas en muros, pasillos y escaleras en interiores.

## CAPÍTULO IX.- COSTEO DE MATERIAS PRIMAS.

En la Tabla No. 5 vamos a encontrar los precios unitarios de cada materia prima incluyendo el costo del envase seleccionado para este estudio, que sería la cubeta de plástico ( polietileno alta densidad ) de 19 litros, que es un envase usual para este tipo de pinturas , con la finalidad de obtener el costo total de materiales de la pintura desarrollada :

Tabla No, 5.- Costo de materia prima de la fórmula experimental de pintura.

	COMPOSICIÓN	MATERIAS PRIMAS		COSTO	COSTO
		SÓLIDOS	DENSIDAD	UNITARIO	TOTAL
		% EN PESO	% EN PESO	\$ / Kg.	\$ / Kg.
AMP -95 <sup>mr</sup>	0.187	0	0.942	115	21.505
NATROSOL PLUS 331 <sup>mr</sup>	0.879	100	0.800	155	136.245
OROTAN 731 <sup>mr</sup>	0.376	25	1.100	30	11.28
PROPILEN GLICOL	2.752	0	1.0361	20	55.04
R 902 PLUS <sup>mr</sup>	20.500	100	4.000	29	594.5
OMYA 1 <sup>mr</sup>	15.000	100	2.680	2.50	37.5
GLOMAX LL <sup>mr</sup>	9.500	100	2.620	8.20	77.9
PROXEL GXL <sup>mr</sup>	0.159	0	1.130	42.60	6.77
ARKOPAL N – 100 <sup>mr</sup>	0.213	20	1.040	31	6.603
SCT – 275 <sup>mr</sup>	0.752	17.5	1.032	32	24.064
BYK O18 <sup>mr</sup>	0.094	97	1.000	23	2.162
RHOPLEX 2500 <sup>mr</sup>	32.935	50	1.070	23	757.505
TEXANOL <sup>mr</sup>	0.823	0	0.950	35	28.805
AGUA	15.830	0	1.000		
<b>TOTAL</b>	<b>100.000</b>				<b>1759.879</b>

**Por lo tanto 100 Kg. de pintura tendrían un costo de materia prima de:  
\$ 1,759.879.**

Como 100 Kg. de pintura corresponden a 67.29 Litros, (aplicando el valor de densidad de la pintura= 1.4860) el costo de materia prima por cada litro de pintura, sería de: \$ 26.15.

## CAPÍTULO X.- COSTO DE PRODUCCIÓN.

Para calcular el costo de producción de la pintura nos pusimos en contacto con el área de costos de la Dirección de Finanzas de una empresa fabricante de pinturas. El responsable de esta área nos dio orientación acerca de la forma en que ellos calculan el costo de producción de la línea de las pinturas de látex base agua que producen.

Entre los lineamientos generales que nos proporcionó vamos a hacer uso de los siguientes que tienen aplicación directa para el estudio que estamos realizando:

- El costo de las materias primas en el caso de las pinturas de látex de alta calidad en color blanco (no están sujetas al proceso adicional de igualado de color), representa una cifra muy cercana al 70 % del costo total de la pintura.
- El costo de la mano de obra directa para producir la pintura ya envasada representa una cifra muy cercana al 20% del costo total de la pintura.
- Los costos indirectos (electricidad, almacén, transporte, etc.) para producir pintura, representan una cifra muy cercana al 5 % del costo total de la pintura.

Tomando en cuenta las cifras anteriores vamos a proceder a calcular el costo de la pintura que desarrollamos, incluyendo el costo del envase que corresponde a la medida que seleccionamos para la comercialización de esta pintura y que sería la cubeta de plástico (polietileno de alta densidad) de 19 litros, la cual fue cotizada con dos fabricantes reconocidos ampliamente como proveedores de este tipo de envase para la industria de pinturas:

- Zapata Envases
- Envases Universales

El costo promedio de la cubeta de plástico de 19 litros con estos proveedores, es de \$ 38.00 por pieza. El cálculo del costo total de la pintura aparece en la Tabla No. 6.

Tabla No.6.- Costo total de la fórmula experimental de pintura.

TIPO DE COSTO	COSTO ( \$ / LITRO )	% DEL COSTO
Materia Prima	26.15	69.64
Mano de obra	7.50	19.97
Indirectos	1.90	5.06
Envase + etiqueta	2.00	5.33
<b>Total</b>	<b>37.55</b>	<b>100.00</b>

## CAPÍTULO XI.- PRECIO DE VENTA SUGERIDO.

De la tabla anterior obtenemos el costo por litro de la pintura blanca de látex que se desarrolló, el cual corresponde a \$ 37.55.

Para el presente estudio hemos seleccionado una medida en la que se comercializa la pintura que es muy popular en el ramo de pintores, contratistas, Constructoras y el público en general. Nos referimos a la cubeta de 19 litros que además fue la medida que se consideró en el análisis de mercado que se llevó a cabo con las pinturas de calidad similar a la que desarrollamos , las cuales son fabricadas por Berel, Comex y Sherwin Williams.

Por lo tanto, el costo de la pintura que desarrollamos calculado para la medida en la que se piensa comercializar sería el siguiente:

$$\$37.55 \times 19 = \$713.45$$

Si ubicamos el precio de venta ligeramente por debajo de la pintura de menor precio de las tres que nos sirven de comparación (Premium de Comex con un precio de venta de \$ 1,500.00 por cubeta de 19 litros), tendríamos lo siguiente:

**Precio sugerido de venta = \$ 1,450.00 por cubeta de 19 litros**

$$\text{Utilidad} = (1450 - 713.45 / 1450) (100) = 50.8 \%$$

Con los datos anteriores comprobamos que el desarrollo que hemos llevado a cabo en el presente estudio es totalmente viable y que la formulación de la pintura en color blanco a base de látex 100 % acrílico, de alta calidad y con resistencia y durabilidad para su uso en exteriores cumple con los parámetros de calidad igualando o mejorando en algunos aspectos los valores obtenidos con las pinturas similares de Berel, Comex y Sherwin Williams.

## **CAPÍTULO XII.- CONCLUSIONES.**

**Se cumplió con el objetivo de formular una pintura de látex en color blanco, con alta durabilidad y resistencia para su uso en exteriores en todo tipo de construcciones a base de concreto, cemento y aplanado de yeso, con un precio competitivo y con propiedades, funcionamiento y durabilidad similares a las pinturas que se comercializan en el mercado nacional, para el segmento de acabados arquitectónicos de alta calidad.**

Para la formulación de esta pintura fueron seleccionadas materias primas de alta calidad fabricadas por empresas que cuentan con un alto reconocimiento por su experiencia y prestigio en el ramo de materiales a nivel global para ser utilizados por empresas dedicadas a la producción y comercialización de pinturas de tipo arquitectónico.

Las materias primas seleccionadas para el presente estudio son fabricadas por empresas globales que cuentan en sus corporativos y subsidiarias con laboratorios de investigación, de desarrollo de productos, de control de calidad y de servicio técnico, con personal altamente especializado en sus funciones específicas, mediante los cuales hacen publicaciones periódicas para orientar a los usuarios y ayudarlos a decidir las mejores opciones en cuanto a materias primas, dosificaciones y combinaciones, dependiendo del uso específico de la pintura que se vaya a desarrollar . Esto es con la finalidad de optimizar el tipo de materia prima, la cantidad a utilizar en la fórmula, la mejor combinación de materiales para generar una sinergia en el funcionamiento de la pintura y por último, el uso racional de las materias primas para obtener la pintura con la calidad requerida por el mercado o segmento del mismo, al cual va dirigida la pintura, logrando todo ello al menor costo posible para contar con una pintura rentable y que permanezca en el mercado el mayor tiempo posible antes de alcanzar la obsolescencia.

En el presente estudio se desarrolló la pintura contemplada en el objetivo, se llevó a cabo la formulación de la misma, se determinaron o calcularon los parámetros técnicos de la pintura, se preparó una muestra de la misma la cual se evaluó de manera comparativa con las pinturas similares líderes del mercado nacional, se compararon los resultados obtenidos en las pruebas de control de calidad y funcionamiento con métodos de prueba internacionales, en base a lo anterior podemos concluir que la pintura desarrollada en el presente estudio cumple las expectativas de calidad ya que iguala o supera los valores de las pinturas con las que se comparó, quedando únicamente pendiente la prueba de exposición a la intemperie en condiciones controladas, la cual como ya indicamos requiere de por lo menos cinco años, con revisiones periódicas y comparativas cada seis meses, a través de las cuales se realiza una observación detallada del estado de la película de pintura aplicada, analizando la integridad de la película, el grado de decoloración, la ausencia de ampollas o desprendimientos, la ausencia de formaciones de hongos sobre la pintura y en

general cualquier falla ocasionada por la acción de los elementos del medio ambiente en una película de pintura expuesta al exterior .

Existen pruebas que se llevan a cabo dentro de un equipo de intemperismo acelerado, en el cual las placas con pintura aplicada a un grosor controlado se someten en forma comparativa con las pinturas testigo, a ciclos continuos de humedad y radiación ultravioleta a través de un período de tiempo de hasta 1,000 horas de exposición continua, con revisiones cada 200 horas, sin embargo no se ha logrado correlacionar con precisión con los resultados de la exposición real a la intemperie y únicamente se menciona en la literatura técnica de estos equipos de intemperismo acelerado que una resistencia a cada 200 horas en el mismo equivalen aproximadamente a un año de exposición real a la intemperie.

Como conclusión final del presente estudio reiteramos el hecho de que se cumplió cabalmente el objetivo plasmado al inicio de este trabajo, así como la gran utilidad del Diplomado en Tecnología de Pinturas que cursé durante el segundo semestre del año 2009 y cuyos conocimientos y experiencias utilicé para la realización de este trabajo.

### **CAPÍTULO XIII.- BIBLIOGRAFÍA .**

- (1) Guías técnicas del Diplomado en Tecnología de Pinturas. Facultad de Química. UNAM. México. 2009.
- (2) Tecnología de pinturas y recubrimientos orgánicos. Blanco Matas, Alberto; Villegas Ch., Luis Yves. México, 1966 , Editorial Química.
- (3) Pinturas y recubrimientos: Introducción a su tecnología. Calvo Carbonell, Jordi. España, 2009. Ediciones Díaz de Santos.
- (4) <http://www.specialchem4coatings.com/resources/rdhighlights.aspx>  
19/01/2010.
- (5) <http://www.specialchem4coatings.com/techcenter/>  
10/01/2010.
- (6) <http://www.cosmos.com.mx/h/d8tf.htm>  
09/01/2010
- (7) [http://rohmmaas.com/wcm/products/product\\_detail.page](http://rohmmaas.com/wcm/products/product_detail.page)  
03/02/2010
- (8) [http://rohmmaas.com/wcm/products/building\\_and\\_construction/biocides/](http://rohmmaas.com/wcm/products/building_and_construction/biocides/)



[paints\\_coatings.](#)

03/02/2010.

- (9) [http://www.rohmhaas.com/wcm/information/coatings\\_apps/arch\\_dec\\_coatings.page](http://www.rohmhaas.com/wcm/information/coatings_apps/arch_dec_coatings.page)  
19/01/2010

- (10) <http://engineers.ihs.com/collections/astm/paint-standards.htm>  
15/02/2010