



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LÁTEX EN PINTURAS E  
IMPERMEABILIZANTES**

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

**PRESENTA  
GERARDO RAFAEL HIDALGO ALVAREZ**

**DIRECTOR DE TESIS  
M. EN C. CARLOS GUZMÁN DE LAS CASAS**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO AÑO 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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:** Profesor: MARCO ANTONIO URESTI MALDONADO

**VOCAL:** Profesor: CARLOS GUZMÁN DE LAS CASAS

**SECRETARIO:** Profesor: MINERVA ESTELA TÉLLEZ ORTÍZ

**1er. SUPLENTE:** Profesor: MARÍA GUADALUPE LEMUS BARAJAS

**2° SUPLENTE:** Profesor: ALFREDO MACIEL CERDA

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

ARCHROMA EMULSIONS MÉXICO S. DE R.L. DE C.V. – PLASTICOS 28, SANTA CLARA COATITLA, ECATEPEC ESTADO DE MÉXICO.

**ASESOR DEL TEMA:**

---

M. en C. Carlos Guzmán de las Casas

**SUSTENTANTE:**

---

Gerardo Rafael Hidalgo Alvarez



# ESTUDIO COMPARATIVO DE LÁTEX EN PINTURAS E IMPERMEABILIZANTES

## INDICE

	<u>Página</u>
<b>Objetivos .....</b>	<b>5</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>Generalidades .....</b>	<b>8</b>
<b>Antecedentes</b>	
<b>Proyecto impermeabilizantes .....</b>	<b>23</b>
<b>Proyecto de pinturas .....</b>	<b>26</b>
<b>Laboratorio de control de calidad de látex .....</b>	<b>36</b>
<b>Proyecto de impermeabilizantes (evaluación de látex) .....</b>	<b>38</b>
<b>Proyecto de pinturas (evaluación de látex) .....</b>	<b>46</b>
<b>Laboratorio de servicio técnico y aplicación .....</b>	<b>50</b>
<b>Evaluación de impermeabilizantes .....</b>	<b>55</b>
<b>Evaluación de pinturas .....</b>	<b>66</b>
<b>Análisis de resultados</b>	
<b>Impermeabilizantes .....</b>	<b>78</b>
<b>Pinturas .....</b>	<b>81</b>
<b>Conclusiones</b>	
<b>Impermeabilizantes .....</b>	<b>86</b>
<b>Pinturas .....</b>	<b>88</b>
<b>Conclusiones finales .....</b>	<b>90</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>91</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>93</b>

## Objetivo general

- Mediante los datos arrojados al desarrollar proyectos en el área de servicio técnico de la empresa Archroma Emulsions México, realizar un estudio comparativo y seleccionar cuál de los látex tiene mejor desempeño para cada segmento (pinturas e impermeabilizantes).

## Objetivos particulares:

- Obtener las propiedades fisicoquímicas o parámetros de control de calidad de los látex evaluados en cada uno de los proyectos
- Someter a pruebas de aplicación un conjunto de látex de la misma familia, pero con características particulares, para determinar su desempeño en cada sector.
- Realizar una comparación cuantitativa del grupo de látex evaluado y elegir el que presente mejor desempeño durante las pruebas de aplicación para cada proyecto.

## **Introducción**

El uso y la aplicación de látex en diferentes sectores industriales y en la vida cotidiana han permitido la evolución y desarrollo de dichos productos. Existe una gran variedad de ellos y su uso puede ser general, o bien, muy especializado.

En los sectores de adhesivos, pinturas e impermeabilizantes el uso del látex es muy diversificado de acuerdo con las necesidades de clientes y del mercado. La polimerización por emulsión resulta ser la principal técnica por la cual se obtienen los materiales que sirven como base en la formulación de los principales productos de los sectores ya mencionados.

Del mismo modo existen numerosas empresas nacionales y extranjeras que se encargan de la producción y distribución de látex para cubrir el mercado. Una de las empresas con gran presencia en el país es Archroma México.

Archroma nace en septiembre de 2013 y es creada a partir de la unión de las unidades de negocio Papel, Textil y Emulsiones de la empresa Clariant, misma que se formó a partir de una división de la compañía Sandoz. A su vez Clariant adquirió el negocio de especialidades químicas de la empresa alemana Hoechst con lo cual Archroma acumula toda la experiencia y conocimientos de más de 120 años de las industrias de las que proviene. [1]

Archroma brinda soluciones especializadas en cada una de sus divisiones (Papel, Textil, Emulsiones) y para el caso específico del negocio de emulsiones, que es el que atendemos en el presente trabajo, emplea una amplia gama de sistemas de monómeros para los látex de homopolímeros, copolímeros y terpolímeros. Los principales sistemas de monómeros utilizados son acetato de polivinilo (PVA), acrilato de vinilo (VAC), VeoVa™, acrilatos, estireno y otras especialidades. [1]

Dentro su organización, Archroma cuenta con un equipo de Servicio técnico y aplicación que nace debido a la necesidad de dar soporte técnico a los clientes y vendedores acerca de los productos comercializados en el negocio de emulsiones. Dicho equipo se conforma de laboratoristas, asesores y desarrolladores que en conjunto administran proyectos y nuevos desarrollos, para brindar las mejores soluciones y propuestas técnicas.

El presente trabajo muestra dos proyectos diferentes, uno referente al sector de impermeabilizantes y otro referente al sector pinturas. Los proyectos consisten en realizar un estudio comparativo de cada uno los látex evaluados, ver su comportamiento en aplicación o uso final, así como determinar su funcionalidad y propiedades finales.

El proyecto de impermeabilizantes tendrá como actores principales a un grupo de látex o copolímeros estiren-acrílicos. Y en el caso del proyecto referente a pinturas, ese sitio lo ocupan copolímeros vinil-acrílicos.

Tanto los látex como las formulaciones y los datos arrojados por la evaluación de las mismas se realizaron o reprodujeron en la empresa Archroma Emulsions México por lo cual, cuidando la privacidad y manejo de datos de la empresa, los nombres de cada una de los látex y aditivos utilizados en ellas serán de carácter confidencial y los nombres que aparecen en el presente trabajo no corresponden a las marcas reales comercializadas por la empresa.



## Generalidades:

Polímero:

Para definir la palabra polímero muchas veces se tienen amplias dificultades puesto que la cantidad, variedad y naturaleza de los mismos hace que se difuminen sus características representativas frente a otro tipo de materiales como los metálicos y cerámicos. Así que, para términos referentes al presente trabajo definiremos polímero como macromolécula formada por muchas unidades estructurales o “meros”, que pueden ser de origen natural, sintético, modificado o bio-plástico.

Uso de los polímeros:

Antes de la segunda guerra mundial las industrias que utilizaban o fabricaban materiales poliméricos trabajaban de manera aislada y en cinco grandes divisiones. Prácticamente todos los materiales utilizados eran de origen natural y/o modificado. Con la llegada de la guerra la demanda de estos materiales se intensificó de modo que se buscó obtenerlos de manera sintética. Con los logros específicos y evolutivos en cada una de las divisiones el uso de los polímeros se fue ampliando. Actualmente no existe una clasificación específica para el uso de los polímeros ya que sus propiedades específicas se han extendido con la aplicación y evolución de ciencia y la tecnología. En la figura 1 se muestran las principales aplicaciones de los materiales poliméricos.

Figura 1.- Uso de los polímeros en el siglo XX



Clasificación de polímeros:

La familia de los polímeros es tan grande y variada que para clasificarlos deben tener en cuenta diferentes criterios, por ejemplo, pueden clasificarse de acuerdo con los tipos de unidades estructurales presentes en: copolímeros y homopolímeros.

En la tabla 1 se muestra un resumen de la clasificación que se le puede dar a los polímeros de acuerdo con diferentes criterios.

Tabla 1.- Clasificación de polímeros.

	De acuerdo con	Clasificación
<b>Clasificación de los polímeros</b>	<b>Número de tipos de unidades estructurales presentes</b>	<b>Copolímero Terpolímero Multipolímero</b>
	Forma de la cadena polimérica	Lineales Ramificados Entrecruzados o redes
	Comportamiento térmico	Termoplásticos Termofijos
	Comportamiento mecánico	Plásticos Elastómeros Fibras
	Origen	Naturales Modificados Sintéticos

## Reacciones de polimerización [2]:

Los procesos de polimerización fueron divididos por Flory (1953) y Carothers (Mark 1940) en dos grupos conocidos como polimerización de condensación y de adición o, en una terminología más precisa, polimerización de reacción por etapas y de reacción en cadena.

La polimerización de condensación o de reacción por etapas es por completo análoga a la condensación en los compuestos de bajo peso molecular. En la formación del polímero la condensación tiene lugar entre dos moléculas polifuncionales para producir una molécula polifuncional mayor, con la posible eliminación de una molécula pequeña como el agua. La reacción continúa hasta que casi la totalidad de uno de los reactivos ha sido utilizada; se establece un equilibrio que puede desplazarse a voluntad a altas temperaturas controlando las cantidades de los reactivos y los productos.

La polimerización de adición o reacción en cadena implica reacciones en cadena en las que el portador de la cadena puede ser un ion o una sustancia con un electrón desapareado llamado radical libre. Un radical libre se forma usualmente por la descomposición de un material relativamente inestable llamado iniciador. El radical libre es capaz de reaccionar para abrir el doble enlace de un monómero de vinilo y adicionarse a él, quedando un electrón desapareado. En un tiempo muy breve (comúnmente algunos segundos o menos) muchos más monómeros se suman sucesivamente a la cadena que crece. Finalmente, dos radicales libres reaccionan aniquilando recíprocamente su actividad de crecimiento y formando una o más moléculas de polímero.

Con algunas excepciones, los polímeros formados por reacciones en cadena contienen solamente átomos de carbono en la cadena principal (polímeros de homocadena), mientras que los polímeros obtenidos por reacciones escalonadas pueden tener otros átomos, cuyo origen está en los grupos funcionales del monómero, como parte de la cadena (polímeros de heterocadena).

Procesos de polimerización:

Para llevar a cabo una polimerización es necesario definir el proceso mediante el cual se llevará a cabo. Como es sabido, dichos procesos se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: Polimerización en masa, solución, suspensión y emulsión. Este último tiene algunas particularidades que en términos de funcionalidad permite que las propiedades de los productos obtenidos sean específicas para los sectores o mercados a los cuales van dirigidos.

Polimerización en masa:

Comúnmente en el proceso solo tienen lugar entre el monómero y el iniciador. El polímero producido es soluble en el monómero y al final del proceso el producto tiene un alto grado de pureza. Salvo algunas excepciones, la viscosidad aumenta gradual y exponencialmente con la conversión, razón por la cual tampoco se alcanza en su totalidad la conversión total.

Este proceso puede llevarse a cabo de manera continua o por lotes y resulta ser económico frente a otros procesos de polimerización. Es ampliamente utilizado para la producción de lentes, placas y láminas en moldes que no requieren de presión, por ejemplo, las hojas de polimetacrilato de metilo.

Polimerización en disolución:

En este proceso participan tres diferentes actores el monómero, el iniciador y un disolvente. Cabe mencionar que tanto el iniciador como el monómero son miscibles de manera invariable. Con la presencia del disolvente se mejora la transferencia de calor en el sistema, al mismo tiempo que se mejora la agitación, y la viscosidad no es tan elevada.

Los productos de este tipo de procesos pueden tener uso directo, pero es importante mencionar que este proceso tiene la desventaja de dificultar la separación del polímero y el disolvente, a su vez la purificación del disolvente al final del proceso para su reutilización genera costos adicionales en el proceso lo que lo hace un proceso moderadamente costoso.

Polimerización en suspensión:

El monómero (insoluble en agua), agua, un iniciador soluble en el monómero (comúnmente) y un agente de suspensión forman el sistema en este proceso. Gracias a la existencia de una fase acuosa se mejora notablemente la transferencia de energía y la viscosidad disminuye considerablemente durante el proceso.

Este proceso es muy semejante a la polimerización en masa, pero tiene lugar en pequeñas gotitas formadas gracias a la agitación generada en el sistema que permiten mayor rapidez de reacción sin que el polímero se pierda todas sus propiedades mecánicas. Esto ayuda a que el producto final tenga partículas con funcionalidad específica.

El coloide protector o agente de suspensión evitan que durante el cambio de estado de líquido a sólido se produzca coalescencia misma que también es evitada con una agitación cuidadosa. Las desventajas de este proceso son que producto final está contaminado con agente de suspensión por lo que debe lavarse y en casos particulares este está diluido en el sistema. Este proceso solo puede llevarse a cabo en lotes. En la tabla 2 se muestra un comparativo de los diferentes procesos:

Tabla 2.- Comparativo de procesos de polimerización

Proceso	Componentes	Ventajas	Desventajas
<b>Masa</b>	Monómero Iniciador	Polímero puro Proceso continuo o en lotes	Alta viscosidad Difícil agitación Monómero residual Difícil transferencia
<b>Solución</b>	Monómero Iniciador Solvente	Fácil agitación Baja viscosidad Mejor transferencia Uso directo de polímero	Polímero contaminado Regeneración de solvente
<b>Suspensión</b>	Monómero Iniciador Agua Agente de suspensión	Baja viscosidad Buena transferencia Partículas estructuradas	Polímero contaminado Proceso en lotes

## Polimerización en emulsión

### Definición de emulsión:

En términos químicos una emulsión es un sistema o mezcla de dos líquidos parcialmente miscibles entre sí que conforman dos fases: una dispersa y una continua. La fase dispersa puede estar constituida por sustancias oleosas que a su vez puede contener sustancias lipofílicas como el caso de los monómeros y la fase continua está constituida por sustancias acuosas en la cual pueden estar presentes una cantidad determinada de sustancias hidrofílicas.

### Proceso

La aparición de la polimerización en emulsión se remonta a la segunda guerra mundial, cuando la demanda de hules y plásticos sintéticos se incrementó. Puesto que las fuentes naturales no fueron suficientes, la solución a esta problemática se encontró en este tipo de procesos. Conforme avanzó la ciencia y tecnología en este sector se desarrollaron métodos más especializados que permitieron obtener productos con propiedades muy diversas.

Al producto de la polimerización en emulsión también se le conoce como látex y en su gran mayoría todos los látex pueden ser utilizados de manera directa al final del proceso, o bien serán parte de otras formulaciones más complejas para brindar a los esos productos de particularidades al ser utilizados, como en el caso de las pinturas o impermeabilizantes.

Las ventajas principales de este proceso se ven reflejadas en el control tanto de la temperatura como de la viscosidad, pero presenta muchas otras como el hecho de que se pueden tener productos finales funcionalizados de acuerdo con la aplicación final de los mismos, al mismo tiempo que los pueden ser de alto peso molecular. Su única desventaja aparente es que el polímero obtenido está contaminado por los emulsificantes.

Por ser un proceso muy flexible en términos de control de temperatura y agitación la polimerización en emulsión puede llevarse a cabo en procesos continuos, semi-continuos y por lotes.

Los componentes principales en una polimerización en emulsión son: los monómeros, el medio de dispersión, el emulsificante, el coloide protector y un iniciador soluble en el medio de dispersión. De acuerdo con la naturaleza y propiedades de los componentes utilizados en el proceso, las características y aplicaciones del producto serán tan específicas como se desee.

### Monómero

Los monómeros empleados en la polimerización en emulsión se deben conocer en términos químicos, puesto que deben ser compatibles con los aditivos utilizados. De igual forma el monómero debe de cumplir con las necesidades del producto final para asegurar que el látex sea funcional y procesable. Los principales monómeros empleados en el sector de pinturas, impermeabilizantes y adhesivos son:

- Acetato de vinilo
- Ésteres de ácido acrílico
- Estireno
- Butadieno
- Metilmetacrilato
- N-metilol acrilamida
- Ácido acrílico

### Medio de dispersión

El medio de dispersión por excelencia en este proceso es el agua. Para asegurar que el proceso de iniciación o que la eficiencia del surfactante no se vea afectada, el agua empleada debe ser de gran calidad y estar completamente libre de iones, por lo que en procesos industriales se utiliza agua desionizada.

### Emulsificante

La función principal de este componente en la polimerización en emulsión es la de crear micelas puesto que se trata de tensoactivos. Dentro de las micelas es en donde se llevará a cabo la polimerización, es decir actúan como micro-reactores de polimerización en masa. Cabe destacar que bajo ciertas condiciones de proporción la nucleación también puede llevarse a cabo en las gotas, de manera heterogénea en gotas y micelas o como en este caso únicamente se lleva a cabo en las micelas.

### Coloide protector

Trabajan en conjunto con los emulsificantes, a diferencia de los emulsificantes estos no forman micelas. Su función principal es la de estabilizar el sistema coloidal durante la polimerización y también brindan de estabilidad coloidal al producto final. Puesto que se busca que sean altamente solubles en el medio cambian las propiedades de viscosidad en la dispersión o en las formulaciones derivadas de las mismas.

### Iniciador

Son especies comúnmente solubles en agua, o en otros casos son parcialmente solubles, que al descomponerse generan radicales libres mismo que a su vez son los responsables de que la polimerización se lleve a cabo.



Figura 2.- Modelo de una partícula de un polímero en emulsión.

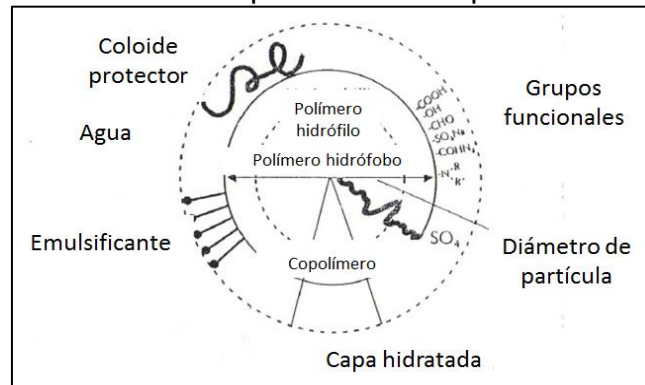


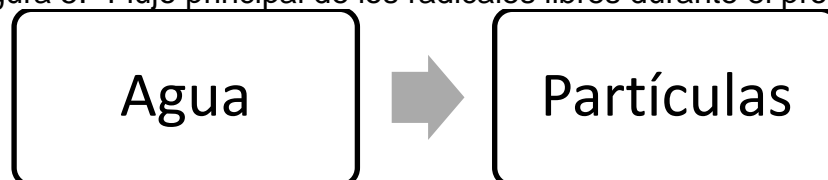
Figura 3.- Flujo del monómero durante el proceso.



Figura 4.- Flujo del emulsificante durante el proceso.



Figura 5.- Flujo principal de los radicales libres durante el proceso



## Etapas del proceso

### Etapa I

Es la etapa inicial, también se llamada nucleación y da comienzo con la adición de iniciador a la mezcla de reacción, esto provoca que los radicales libres sean generados en la fase acuosa, se difundan dentro de las micelas que están hinchadas de monómero y comience la polimerización. Estos sitios sirven como punto de encuentro para el monómero y el iniciador. Pero esta etapa del proceso se vuelve menos importante a medida que aumenta la cantidad de emulsificante en las micelas. La polimerización en las gotas de monómero se considera mínima puesto que el espacio para que los radicales libres se difundan es muy pequeño, en consecuencia, las micelas de monómero hinchado son favorecidas para la nucleación.

Después de la nucleación, micelas de monómero-hinchado se transforman en partículas de polímero hinchado con monómero y las micelas crecen de diminutos grupos de moléculas de emulsificante con monómero a grupos más grandes de moléculas de polímero. Los emulsificantes a su vez actúan como estabilizantes coloidales. Esta etapa del proceso es relativamente rápida y ocurre alrededor del 10 o 20% de conversión.

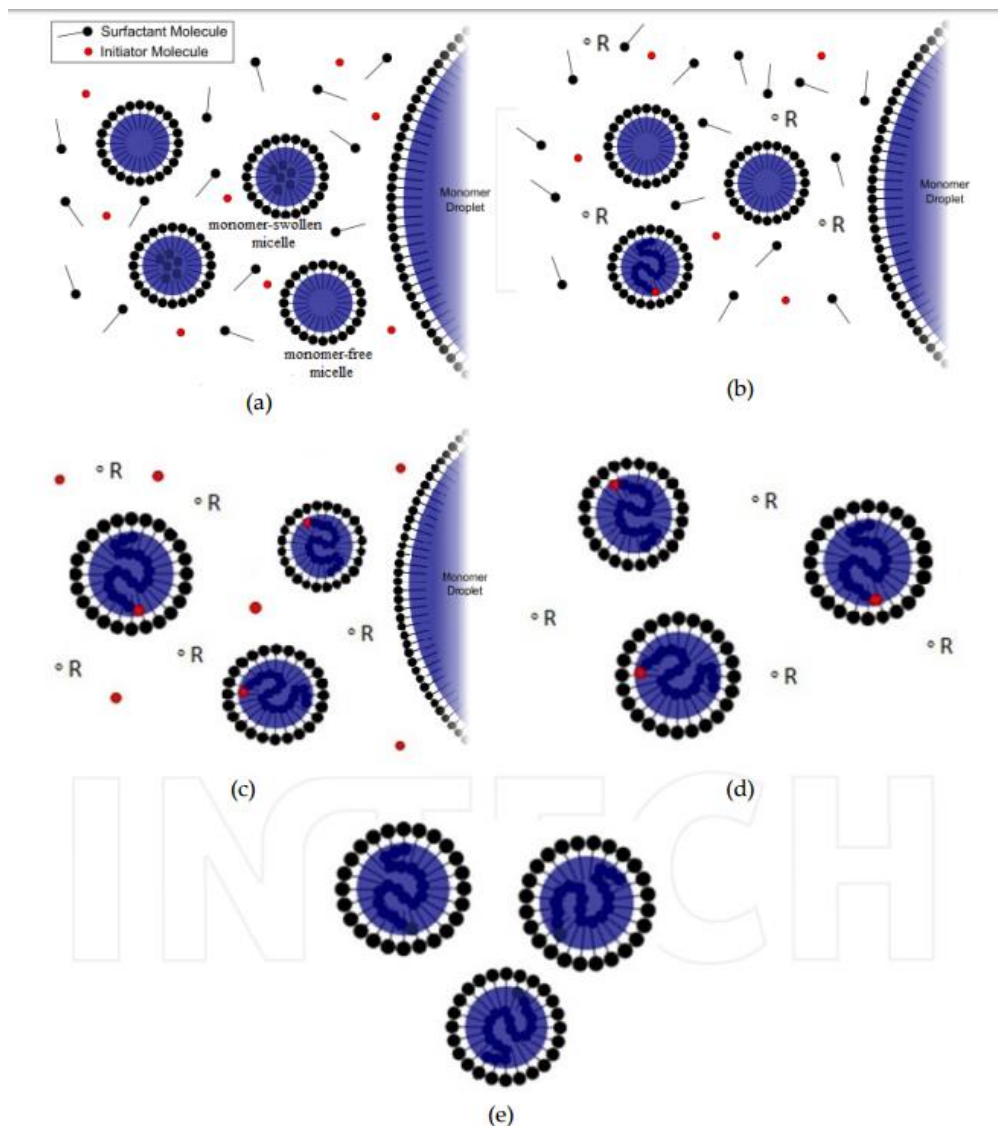
### Etapa II

Esta etapa se refiere al crecimiento de partículas. Después de que se completó el proceso de nucleación de partículas, la polimerización procede de forma homogénea en las partículas y como la concentración de monómero en las partículas se mantiene constante, la rapidez de polimerización en esta etapa es constante. Durante esta etapa la relación monómero-polímero se mantiene constante. Las gotitas de monómero disminuyen conforme aumenta el tamaño de las partículas de polímero. Cuando las gotas de monómero desaparecen por completo en el sistema de polimerización la etapa II de crecimiento termina.

### Etapa III

La etapa de terminación. Esta es la etapa final de la reacción. En esta etapa, la polimerización continúa dentro de las partículas de polímero durante la etapa I y crecieron durante la etapa II. En el caso ideal, el número de sitios de reacción durante esta etapa es fijado esencialmente por el número de sitios que se habían formado al final de la etapa I. Por último, la polimerización se completa y se logra por lo general la conversión de un 85 al 100%. Para este momento el sistema comprende una dispersión de partículas de polímero pequeñas estabilizadas con las moléculas de los emulsionantes iniciales. En la figura 6 se muestra un esquema de las etapas de la polimerización en emulsión.

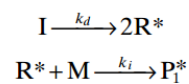
Figura 6.- Esquema del mecanismo de polimerización en emulsión.



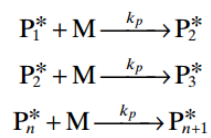
### Polimerización por radicales libres [3]:

La polimerización por radicales libres de monómeros que contienen enlaces dobles carbono-carbono (monómeros vinílicos) se ha utilizado ampliamente en la industria para la obtención de una gran variedad de materiales poliméricos que puede ser logrados en los procesos de masa, en solución, suspensión o emulsión. El mecanismo de polimerización por radicales libres generalmente aceptado implica tres pasos cinéticos en secuencia: la iniciación, propagación y terminación

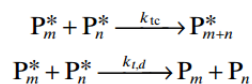
Iniciación:



Propagación:



Terminación:

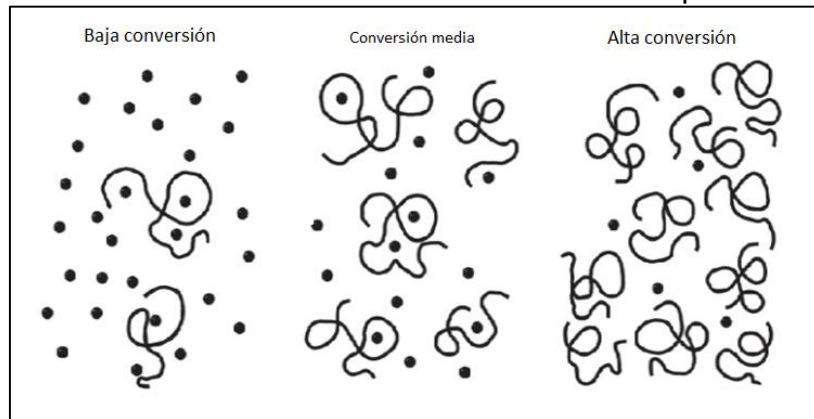


Donde I, R\*, M, P<sub>n</sub>\* (n=1,2,3, ...), y P<sub>n</sub> representa el iniciador, radical iniciador, monómero, radicales libres con n unidades monoméricas, y las cadenas poliméricas muertas con “n” unidades monoméricas, respectivamente.

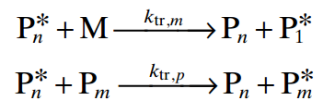
Los parámetros k<sub>d</sub> cinéticos, k<sub>i</sub>, k<sub>p</sub>, k<sub>tc</sub>, y k<sub>td</sub> son la constante de rapidez de descomposición térmica para el iniciador, la constante de rapidez de propagación radical primario para la reacción entre un radical libre con “n” unidades monoméricas y una molécula de monómero, la constante de rapidez de terminación combinada y la constante para la reacción entre dos radicales libres.

Los tres anteriores mecanismos de reacción reflejan las características de polimerización por adición; la rapidez de consumo de monómero es relativamente lenta, pero el alto peso molecular del polímero se logra rápidamente.

Figura 7.- Modelo del avance de la conversión en la polimerización.



Reacciones de transferencia de cadena son también una parte importante del sistema de reacción de radicales libres. En estas reacciones, como el nombre indica, la actividad radical de una cadena en crecimiento es transferida a otra especie, tales como monómeros, polímero, iniciador, disolvente, o un agente de transferencia de cadena añadido deliberadamente. Por ejemplo, transferencia de cadena de un radical de propagación a monómero o polímero se puede representar como sigue:



Donde  $k_{tr,m}$  y  $k_{tr,p}$  son las constantes de rapidez de la reacción de transferencia de cadena de un radical de propagación con el monómero y el polímero respectivamente. Tanto  $P_1^*$  y  $P_m^*$  pueden iniciar la polimerización en cadena de radicales libres para formar cadenas de polímeros lineales y ramificados, respectivamente, o pueden participar en las reacciones de terminación.



Todos los polímeros tienen en su conjunto propiedades únicas y particulares aun cuando se obtienen de la mezcla del mismo tipo de monómeros. La importancia de la copolimerización se refleja en la funcionalidad y aplicación de los materiales.

Ahora desde el punto de vista de la ciencia de polímeros las investigaciones sobre los mecanismos de reacción y la cinética de las copolimerizaciones son de un valor elevado.

En una copolimerización se consideran más factores que en una homopolimerización: por ejemplo es indispensable conocer la concentración de los polímeros que intervienen, el modo de operar, la temperatura, la adición del iniciador o del sistema de iniciadores y otros elementos, todo lo anterior influye directamente en el peso molecular del producto, la distribución del mismo y la composición química del polímero, que a su vez determinan las propiedades físicas y de aplicación del producto final.

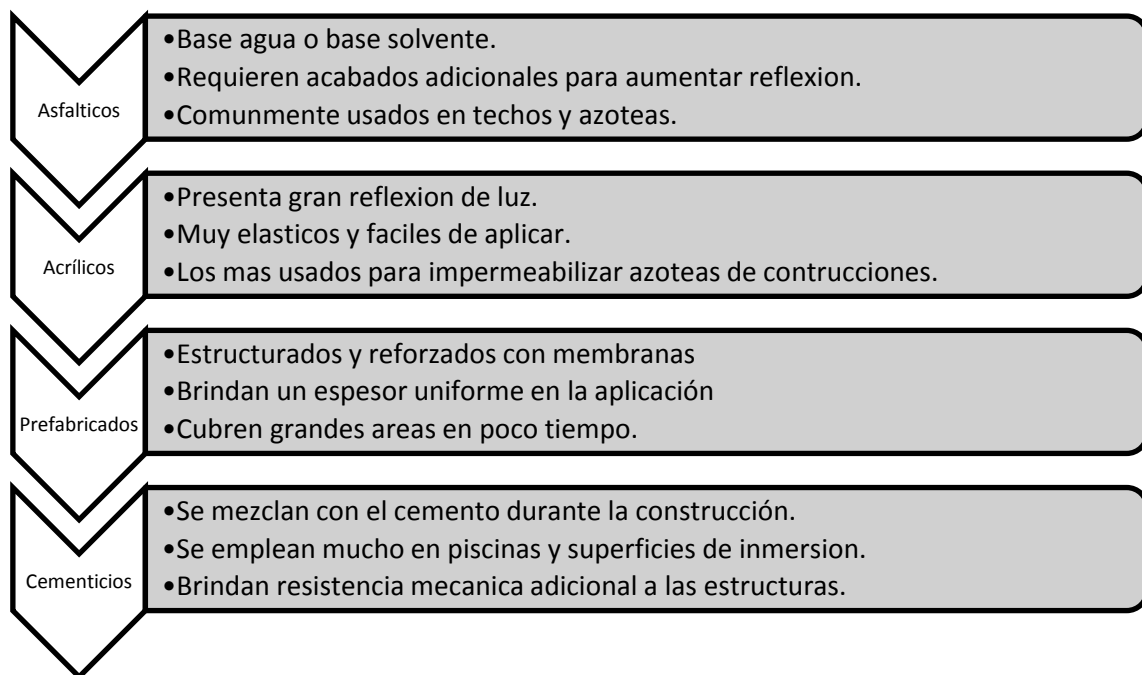
Las leyes por las que se rigen las copolimerizaciones solo se conocen en su aspecto cualitativo. El espacio ocupado por las moléculas de monómero, su polaridad, su capacidad de formación de estados límites polares o mesoméricos y sobre todo la estabilidad de los estados intermediarios de los radicales que inician y mantienen el crecimiento de las cadenas.

## Antecedentes

### Proyecto de impermeabilizantes

Al hablar de los impermeabilizantes inmediatamente se piensa en lluvia y en los techos, esto no es del todo incorrecto puesto que la función principal de cualquier impermeabilizante es proteger a la superficie sobre la cual fue aplicado del paso del agua, ya sea provenientes de fuentes naturales como la lluvia o de condiciones causales como fugas o inmersión constante de las superficies a medios acuosos. Los impermeabilizantes pueden ser clasificados en 4 grandes grupos de acuerdo con la naturaleza de sus componentes o de su aplicación:

Figura 10.- Tipos de impermeabilizantes:



Con respecto a lo anterior se puede definir a los impermeabilizantes como mezclas multicomponentes que tienen como finalidad proteger a las superficies o estructuras del paso y filtración del agua. Esto se consigue cubriendo o llenando los poros de las superficies para aislarlas de medios acuosos y/o húmedos.

Los impermeabilizantes químicos como se conocen hoy en día fueron inventados en Suiza para usarse en el túnel de San Gotardo en 1910 por el inventor y empresario suizo Kaspar Winkler quien fundara lo que hoy en día es Sika.[6]



El presente estudio comparativo se enfoca en impermeabilizantes del tipo acrílicos para evaluar la eficiencia de los látex previamente evaluados.

Cada cliente, cada empresa, y en algunos casos, hasta los mismos usuarios finales se encargan de formular sus propios impermeabilizantes, y las proporciones de los componentes y materiales utilizados varían de acuerdo con la aplicación final del mismo. Comúnmente los fabricantes de estos materiales los clasifican con base en su durabilidad o reflectividad.

Cada una de las formulaciones guía corresponde a un tipo de impermeabilizante; 3 años y 5 años. Que para este caso varían principalmente en el contenido de látex y en las proporciones que presentan sus cargas. Otra diferencia significativa y que afecta la parte correspondiente a la reflectividad es el color de cada uno. Por un lado, el impermeabilizante de 3 años únicamente esta pigmentado por las cargas utilizadas por lo que su color es blanco por ende su reflectividad será mayor con referencia al impermeabilizante de 5 años, el cual es de un tono rojizo o terracota.

Las formulaciones guía propuesta para la evaluación se muestran a continuación.

Tabla 18.- Formulación guía de impermeabilizante de 3 años:

Sección	Cantidad (Kg)	Recomendación (%)
<b>Base</b>	27.68	21.98
<b>Dispersante</b>	0.20	0.80
<b>Antiespumante</b>	0.20	0.20
<b>Pigmento</b>	4.11	4.11
<b>Carga 1</b>	-	10.00
<b>Carga 2</b>	22.68	17.68
<b>Carga 3</b>	10.08	5.08
<b>Conservador</b>	0.10	0.30
<b>Látex</b>	32.26	37.00
<b>Ajustador de pH</b>	0.16	0.16
<b>Coalescente</b>	0.84	1.00
<b>Antiespumante</b>	0.20	0.20
<b>Espesante</b>	1.49	1.49
<b>TOTAL</b>	24.801	100.0

Tabla 19.- Formulación guía de impermeabilizante de 5 años:

Sección	Cantidad (Kg)	Recomendación (%)
<b>Base</b>	6.134	19.00
<b>Dispersante</b>	0.049	0.70
<b>Antiespumante</b>	0.049	0.60
<b>Pigmento</b>	0.913	3.64
<b>Carga 1</b>		14.47
<b>Carga 2</b>	5.052	10.00
<b>Carga 3</b>	2.122	5.00
<b>Conservador</b>	0.025	0.30
<b>Látex</b>	10.100	43.00
<b>Ajustador de pH</b>	0.025	0.10
<b>Coalescente</b>	0.198	1.51
<b>Antiespumante</b>	0.025	0.20
<b>Espesante</b>	0.370	1.48
<b>TOTAL</b>	25.062	100.0

Para garantizar que todos los látex trabajan a las mismas condiciones se preparó un solo lote de pasta de cada tipo de impermeabilizante, es decir, se preparó la mezcla de todos los componentes a excepción del látex el cual fue agregando a sub-lotes de un kilogramo para evaluarlas independientemente con base en los métodos y procedimientos internos de Archroma Emulsions México.

## **Proyecto de pinturas.**

Cotidianamente desde nuestro hogar hasta nuestros centros de trabajo o escuelas observamos un sinfín de estructuras, como edificios, rejas, automóviles, esculturas, protecciones, etc., y si nos detenemos a observar más detalladamente podríamos aventurarnos a decir que todo lo anterior y muchas otras cosas más tienen algo en común: en su mayoría están pintadas o más técnicamente dicho: todas las estructuras anteriormente mencionadas, cuentan con recubrimientos pigmentados para protegerlas frente al medio y/o para decorarlas o brindarles estética visual.

Así que para términos del siguiente proyecto podemos definir a una pintura como una mezcla multicomponente entre una parte líquida comúnmente llamada vehículo y un conjunto o mezcla de sólidos que estarán dispersos en el vehículo, y que tiene como principal función la de proteger al sustrato sobre el que la pintura es aplicada y a su vez se usa para brindar de características estéticas al mismo.

Las pinturas en su forma general no son propiamente solo pertenecientes al arte o a la industria, más bien se han movido entre ambos caminos para resultar en la variedad que existen hoy en día y se han alimentado de avances en la ciencia de polímeros, como también de la química de pigmentos, de aceites o de solventes y del trabajo de artistas durante muchos siglos.

Aunque todas las pinturas tienen características muy similares entre ellas en término de componentes, las principales diferencias que encontraremos hoy en día hacen referencia al tipo látex utilizados en ellas, ya que estos dotan de particularidades únicas al momento de ser empleadas.

Historia de las pinturas:

El uso y creación de las pinturas se remonta a miles de años atrás cuando los hombres comenzaron a plasmar en piedras y cavernas sus vivencias con la creación de pinturas a base de mezclas, pigmentos o tintas primitivas provenientes de la vegetación de la época, de la sangre de animales y de minerales encontrados por ellos de manera cotidiana. En su afán de dotar de originalidad o variedad sus creaciones los hombres prehistóricos comenzaron a realizar mezclas físicas de lo que tenían al alcance para crear nuevos colores y diferentes consistencias y así es como nacen las primeras pinturas de las que se tiene dato.

Posteriormente a esto culturas antiguas, como los egipcios o los romanos, son las que desarrollaron y generaron avance en las pinturas para sus edificios y cuerpos. Precisamente a los egipcios se les atribuye la primera formulación de pintura sintética y posterior a esto en otras regiones del globo se empezaron a adicionar resinas naturales producidas por los arboles llevando a las pinturas a un nivel superior en términos de durabilidad y protección.

Conforme se desarrollaron las expresiones artísticas en la edad media o durante el renacimiento se buscó brindar a las pinturas de nuevos componentes así que se empezaron a usar resinas nuevas como el ámbar o el copal. Debido a su escasez y la demanda de estos materiales para otras aplicaciones se buscaron alternativas para el uso en pintura.

Remontándonos al siglo XX después de las guerras mundiales el excedente de materiales poliméricos hizo que se les buscaran nuevos usos a estos y muchos de ellos entraron a la escena en las pinturas tanto para edificios, autos, estructuras y cosméticas, dando nacimiento a lacas, esmaltes y pinturas especializadas, con una gama de colores y características particulares que abrieron el amplio mercado que hoy en día conocemos.

## Composición de las pinturas:

Cada pintura es en sí misma un producto único, sin embargo, en la actualidad se puede decir que todas las pinturas están constituidas de una misma manera.

En la siguiente tabla se hace un resumen de los componentes principales y su función principal dentro de lo que llamamos una formulación:

Tabla 39.- Componentes generales en una pintura líquida base agua.

	Componentes	Función principal
Vehículo	Látex	Su función principal es la de brindar de soporte (aglutinar) la aplicación del producto, al tiempo que protege y sella la superficie aplicada. Es la sustancia que forma la película.
	Diluyente	Es el medio en el que se encuentran distribuidos los demás componentes de la pintura, comúnmente el diluyente es agua y en otros casos se trata de un disolvente orgánico. Puede contener COV.
Componentes dispersos	Pigmentos	Su principal función es la de proveer a la pintura de aspectos visuales y estéticos, tales como el color, opacidad, tonalidad, etc.
	Cargas	Sirven de manera muy general como soporte o complemento de los pigmentos, regularmente son partículas más grandes que son empleados para minimizar costos.
	Aditivos	Son componentes que se incorporan a las pinturas para dotarlas de propiedades y características específicas. Algunos ejemplos de estos son niveladores, antioxidantes, secantes, catalizadores, biocidas, etc.

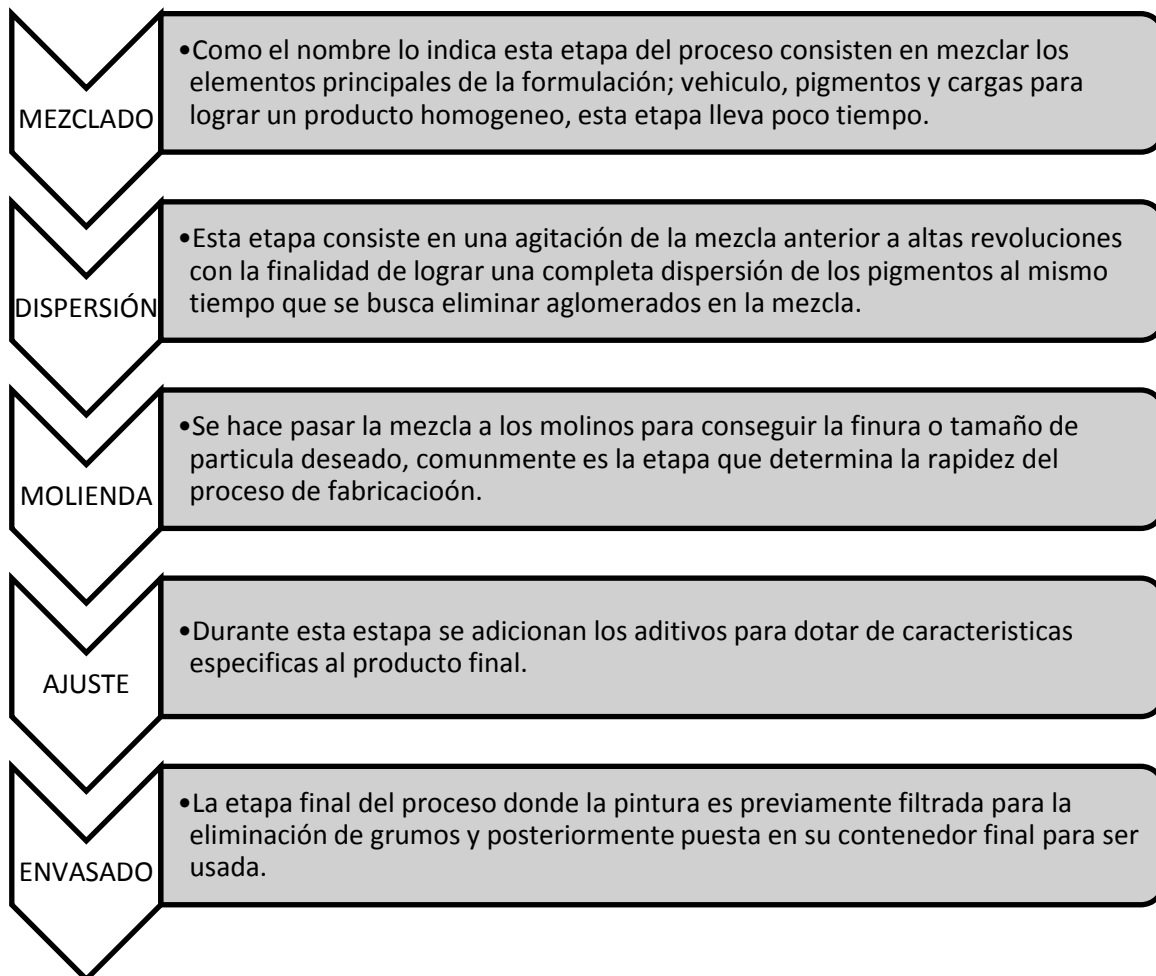
Proceso de fabricación:

Antes de que los procesos industriales se magnificaran y se lograra la producción de grandes lotes de pintura, esta se realizaba mediante molinos o mezcladoras de bajo volumen. Posteriormente con la industrialización de este segmento se logró mejorar la velocidad y potencia de los mezcladores, agitadores y la implementación de molinos más avanzados.

Para lograr la fabricación de una pintura se puede simplificar el proceso en cinco diferentes etapas las cuales tienen diferencias y variantes respecto a las formulaciones o especificaciones de fabricantes, usuarios o investigadores.

En el siguiente esquema se muestra las etapas principales del proceso junto con una breve descripción del mismo:

Esquema 13.- Proceso de fabricación de una pintura líquida.



Formulaciones guía:

El proceso de fabricación de pinturas del cual se habló previamente corresponde a la fabricación a nivel industrial. En el caso de un laboratorio para pruebas de aplicación se trabaja con un dispersor de alta velocidad con sistema de refrigeración. Aunque el proceso es el mismo, se sigue una formulación guía que difiere un con el orden adición de los componentes, esto con la finalidad de fabricar pastas a las que posteriormente se les adiciona los látex a evaluar.

Se prepararon dos tipos de pasta. La diferencia principal entre las pastas es la cantidad de resina que contiene cada una y por otro lado el contenido de cargas y pigmentos. Esto genera entre ellas una diferencia en el desempeño que a su vez se refleja en los costos de producción y precio de venta.

En términos de precios, una pintura alta calidad es entre un 40 y 60% más cara con respecto a una pintura económica, aunque esto puede variar dependiendo del tipo de resina que se utilice en cada una de las formulaciones.

Las formulaciones guía en el laboratorio se diseñan de tal modo que se genere, tanto para Archroma como para el cliente final, un ahorro optimizando las propiedades y minimizando los costos de producción.

Tabla 40.- Formulaciones guía de pastas para pintura

<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>ECONÓMICA</b>	<b>ALTA</b>
<b>Agua</b>	Medio	41.3	28.8
<b>Dispersante</b>	Dispersante	0.8	0.5
<b>Antiespumante</b>	Antiespumante	0.4	0.4
<b>Ajustador de pH</b>	Ajuste pH	0.4	0.4
<b>Biocida</b>	Conservador	0.3	0.3
<b>Dióxido de Titanio</b>	Pigmento	7.0	20.0
<b>Carbonato de Calcio</b>	Carga	25.7	10.8
<b>Caolín</b>	Carga	12.8	0.0
<b>Espesante Celulósico</b>	Espesante	0.8	0.3
<b>Látex Mowilith®</b>	Resina	10.0	35.0
<b>Coalescente</b>	Coalescente	0.5	1.5
<b>Etilenglicol</b>	Nivelador	0.0	2.0

### Aspectos teóricos

Existen pruebas de funcionalidad y desempeño del producto final que son necesarias evaluar los látex comercializados. Algunas de ellas son determinantes para definir si el producto será o no funcional. Algunas de las pruebas realizadas ya fueron enunciadas en el proyecto de impermeabilizantes, algunas otras se explican a continuación.

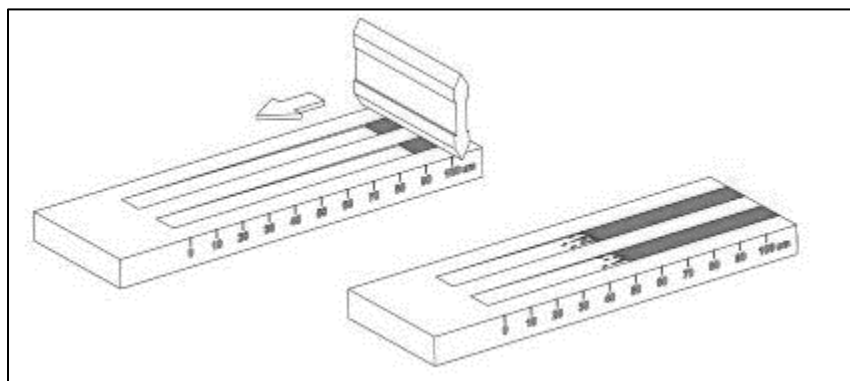
#### Tixotropía (Dilatancia):

Es un fenómeno que exhiben ciertos líquidos cuando al aumentar el gradiente de velocidad aumenta su viscosidad, es decir, que entre más movimiento haya en el líquido más viscoso será. Para verificar que las pinturas preparadas no presenten esta propiedad se realiza una prueba en la que se utiliza un recipiente metálico de volumen y forma definida, se agita a bajas revoluciones (250 RPM) durante 15 minutos y se mide la viscosidad de la muestra para ver la variación que tuvo respecto a la medición inicial de la misma.

#### Finura de molienda

Es un proceso que tiene como finalidad determinar la finura de la pasta de molienda por medio de un Grindómetro Hegman que es fabricado en acero inoxidable y permite identificar partículas de mayor tamaño no dispersadas. Cada preparación tiene sus rangos de finura aceptados o rechazados.

Esquema 14.- Grindómetro y su funcionamiento





Tiempo de fluidez:

Es determinado para comprobar la trabajabilidad de la pintura y se reporta en unidades de tiempo utilizando un cronómetro y una copa Ford. Se mide el tiempo desde que comienza a vaciarse la copa hasta el momento preciso en que el hilo de la pintura se rompe. En algunas ocasiones este tiempo se convierte a unidades de viscosidad aproximada con tablas de conversión que vienen incluidas en las copas.

Lavabilidad de pinturas:

Todas las aplicaciones de pintura están comúnmente expuestas a una abrasión. En algunos casos puede ser tan trivial como pasar un trapo para realizar limpieza y en muchos otros el recubrimiento puede estar sujeto a un desgaste cotidiano, como la pintura utilizada en un autolavado, por lo que se debe reproducir este desgaste con una máquina de lavabilidad y abrasión. Se coloca una película de pintura sobre una cartulina plástica de color negro y se somete a ciclos de lavado con una solución de dodecilsulfato sódico al 2% suministrada uniformemente por un sistema de bombeo. Se reporta el número de ciclo de lavados al cual la pintura queda desgastada.

Esquema 15.- Máquina de lavabilidad y abrasión empleada.



Determinación de brillos [7]:

El brillo es la capacidad de un material para reflejar la luz, el brillo se mide por medio de equipos llamados brillómetros. Estos instrumentos consisten en una fuente de luz incandescente y un receptor foto-sensitivo que reacciona ante la luz visible. Cuando un haz de luz brillante se dirige hacia la muestra en un ángulo determinado, un fotosensor o glossímetro mide el brillo del haz de luz reflejado. Normalmente se emplea una superficie de vidrio negro pulido al cual se le da el valor de 100. Se puede medir en distintos ángulos como 20°, 60° y 85°, según normas ASTM, ISO, DIN y JIS. Los ángulos más usados para medir el brillo son los siguientes:

20°: Pinturas con alto brillo, plásticos, metales pulidos, piedras pulidas

45°: Superficies de aluminio anodizado, cerámicas

60°: Aplicaciones universales, pinturas, metales, plásticos

75°: Papeles y cartón

85°: Pinturas opacas, superficies opacas para aplicaciones militares, muebles, interior de vehículos, industria aeronáutica

Los brillómetros y su procedimiento operativo, tuvieron que ser internacionalmente especificados para poder obtener resultados de medición comparativos. El ángulo de incidencia o iluminación influye altamente. Para poder diferenciar claramente las superficies desde altamente brillantes hasta mates, se normalizaron 3 geometrías, es decir, se definieron 3 rangos y 3 ángulos de medida [8]:

<b>Brillo</b>	<b>Valor de 60°</b>	<b>Se mide con</b>
Brillo alto	10 hasta 70	Geometría 60°
Medio	> 70	Geometría 20°
Mate	< 10	Geometría 85°

Esquema 16.- Brillómetro Byk empleado en la medición de brillos



Determinación de cenizas por calcinación:

Es un proceso experimental que se refiere a la determinación de componentes de una pintura con el empleo de una mufla a temperaturas que oscilan entre 500 y 600°C. El agua y sustancias volátiles son evaporadas, mientras que las sustancias orgánicas son incineradas en presencia del oxígeno del aire para producir CO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>. La mayoría de los minerales son convertidos a óxidos, sulfato, fosfato, cloruro y silicato. Con esto se puede determinar el contenido de cargas y resina en un producto determinado.

Concentración de Pigmento en Volumen (CPV) y CPV crítico. [9]

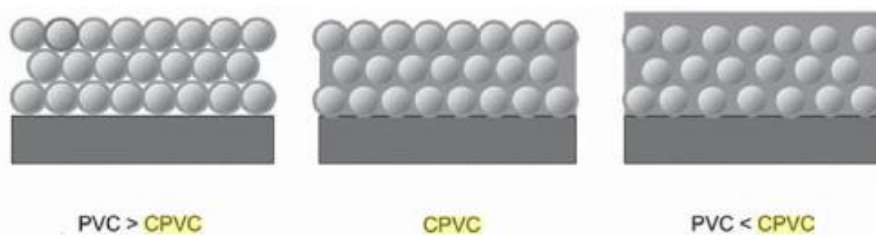
La concentración de pigmento en volumen se define como la fracción volumétrica de pigmento respecto al volumen total de la película de pintura. Se expresa con la ecuación:

$$PVC = \frac{V_P}{V_P + V_R}$$

Siendo V<sub>p</sub> el volumen de pigmento y V<sub>R</sub> el volumen de látex o ligante. El valor de PVC se puede expresar en % multiplicando por 100 la expresión anterior.

En 1949 Asbeck y Van Loo en su artículo “Critical volume concentration relationship” definían el CPVC desde un punto de vista morfológico como un “film de pintura en el que hay cantidad justa de ligante para mojar el pigmento y llenar todos los huecos entre las partículas de un sistema pigmentario”. En dicho artículo indican que el CPVC corresponde a un punto en el que todas las características del film sufren un cambio brusco de tendencia.

Esquema 11: Comparativo del CPV vs CPVC



A la derecha la cantidad de ligante es suficiente para llenar los huecos entre las partículas de pigmento y existe un excedente que puede producir una separación entre las partículas; el PVC se sitúa por debajo del CPVC. En el centro la cantidad de ligante es la justa para llenar los huecos entre partículas, o sea, que corresponde con  $PVC = CPVC$ . Finalmente, a la izquierda el ligante es insuficiente para llenar todos los huecos entre las partículas y por tanto el PVC se sitúa por encima del CPVC.

Las características que se ven afectadas cuando se alcanza el CPVC son de distinta índole:

**Características ópticas:**

Brillo	Disminuye al aumentar el PVC
Poder cubriente	Aumenta con el PVC
Poder de tinte	Disminuye al aumentar el PVC
Dispersión de la luz	Aumenta al aumentar el PVC

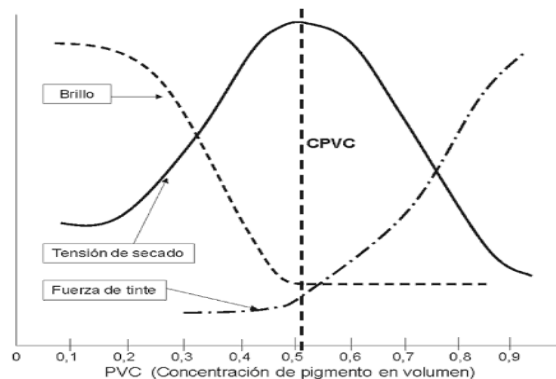
**Características de transporte:**

Impermeabilidad	Disminuye al aumentar el PVC
Transpiración	Aumenta al aumentar el PVC
Ensuciamiento	Aumenta al aumentar el PVC
Oxidación	Aumenta al aumentar el PVC
Ampollamiento	Disminuye al aumentar el PVC
Resistencia al frote húmedo	Disminuye al aumentar el PVC

**Características mecánicas**

Tensión de secado	Valor máximo en el CPVC
Adherencia	Disminuye al aumentar el PVC
Resistencia al impacto	Disminuye al aumentar el PVC
Flexibilidad	Disminuye al aumentar el PVC

Esquema 12.- Variación de las características según el PVC.



## Laboratorio de control de calidad para látex

En el laboratorio es necesaria la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas. Con base en la NOM-018-STPS-2008 se hizo un planteamiento general acerca de la distinción de los dos componentes a considerar en la materia prima; el de identificación y el de comunicación, así como de los elementos que los integran. También se mencionaron los Modelos Rectángulo y Rombo planteados en la norma, se presentan las bases de selección para el uso de equipo de protección personal y una lista de las letras y su significado para identificarlo. Como parte del sistema de comunicación se encuentra: la Hoja de Datos de Seguridad y la Capacitación.

Diferencia entre riesgo y peligro.

Peligro: es la característica intrínseca de una sustancia química para generar un daño. Riesgo: es la probabilidad de que una sustancia química peligrosa afecte la salud de los trabajadores o dañe al centro de trabajo.

El grado de riesgo va de 0 a 4. De acuerdo con el nivel o grado de riesgo la norma establece la siguiente tabla.

Tabla 3.- Clasificación del riesgo

Grado de riesgo	
4	Severamente peligroso
3	Seriamente peligroso
2	Moderadamente peligroso
1	Ligeramente peligroso
0	Mínimamente peligroso

Tabla 4.- ejemplos de los modelos para identificar sustancias químicas:

Modelo rectángulo para la identificación:	Modelo rombo de identificación:

Tabla 5.- Principales actividades realizadas en el laboratorio de control de calidad.

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción general de actividad:</b>
<b>Viscosidad Brookfield</b>	Es medida en viscosímetros Brookfield a una temperatura de 25 °C y en recipientes de 250 mL con husillo correspondiente a material de acuerdo con el método (R5/20RPM a 25°C). Después se registra en bitácora.
<b>pH</b>	Determinación a 20 °C por medio de potenciómetros con electrodos de vidrio en recipiente de 250 mL.  Determinación a 20 °C por medio de papel indicador de manera directa en el recipiente de muestra.
<b>Densidad</b>	Determinación por medio de picnómetros de acero inoxidable y balanza analítica digital (Resolución 0.01g) a 20 °C, así como también se utilizaron densímetros de vidrio, dependiendo del material.
<b>Color (UPC)</b>	Se determina mediante colorimetría óptico-visual de la coloración amarillenta de aguas frente a patrones de platino-cobalto simulados según Hazen.
<b>Pureza Cromatográfica</b>	Por medio de cromatografía de gases y líquidos se obtiene la pureza del material en cuestión y se obtiene un cromatograma que se compara con una biblioteca digital para la aprobación del material
<b>Índice de refracción</b>	Determinado por medio de un refractómetro analógico a una temperatura constante de 20 °C.
<b>Gravedad específica</b>	Se determina por medio de cálculos y con base en las medidas de densidad previamente realizadas
<b>Contenido de sólidos.</b>	Por métodos gravimétricos, utilizando hornos de 125 °C, balanzas digitales y recipientes metálicos.

El hecho de que todas las materias primas se encuentren dentro de las especificaciones marcadas ayuda a que los látex producidos tengan la calidad requerida para la aplicación.

### **Proyecto de impermeabilizantes: Evaluación de látex.**

Durante el desarrollo del proyecto se solicitaron las muestras reten que se muestran en la siguiente tabla para llevar a cabo la evaluación correspondiente. La metodología empleada para determinar las propiedades fisicoquímicas de las se menciona en la tabla No. 6.

Tabla 8.- Látex evaluados:

<b>Nombre</b>	<b>Base</b>
<b>Mowilith A</b>	<b>Estireno y éster de ácido acrílico</b>
<b>Mowilith B</b>	<b>Estireno y éster de ácido acrílico</b>
<b>Mowilith C</b>	<b>Estireno y éster de ácido acrílico</b>
<b>Mowilith D</b>	<b>Estireno y éster de ácido acrílico</b>
<b>Mowilith E</b>	<b>Éster de ácido acrílico</b>
<b>Mowilith F</b>	<b>Éster de ácido acrílico</b>

Para la determinación del porcentaje de sólidos en el látex se etiquetaron los recipientes metálicos previamente pesados y etiquetados por triplicado para posteriormente colocar de 2 a 3 gramos del producto en cuestión.

Después son colocados en los hornos de calentamiento por 2 horas para evaporar el agua. Al paso de ese tiempo se sacan del horno, se dejan enfriar y nuevamente son pesados. Los datos registrados son:

- Peso del recipiente
- Peso del recipiente + muestra húmeda
- Peso del recipiente + muestra seca

Con esos tres valores se puede calcular el porcentaje de sólidos en el látex. Los resultados para cada una de ellas, así como sus valores de pH y viscosidad, se muestran en la siguiente tabla.

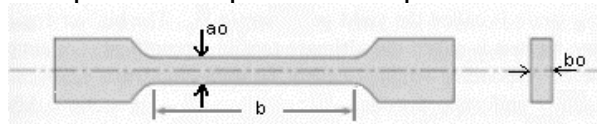
Tabla 9.- Propiedades fisicoquímicas:

	Mowilith A	Mowilith B	Mowilith C	Mowilith D
<b>% Sólidos</b>	56.87	48.60	49.40	49.67
<b>pH</b>	8.92	8.66	8.60	7.38
<b>Viscosidad RTV</b>	4,700 cPs (R5/20RPM) a 25°C	640 cPs (R5/20RPM) a 25°C	4,640 cPs (R5/20RPM) a 25°C	4,700 cPs (R5/20RPM) a 25°C

	Mowilith E	Mowilith F
<b>% Sólidos</b>	50.15	49.18
<b>pH</b>	8.35	8.20
<b>Viscosidad RTV</b>	1,800 cPs (R5/20RPM) a 25°C	110 cPs (R5/20RPM) a 25°C

De igual forma que se hizo con la determinación de sólidos, para determinar la elasticidad o elongación que presentan los látex evaluadas se empleó un molde o disco metálico en el que se coloca una cantidad conocida del látex y se deja secar durante 3 días en un cuarto de temperatura y humedad controlada.

Figura 9.-. Apariencia típica de una probeta de látex seco.



Pasado el tiempo de secado se tendrá una película seca y manipulable que cortaremos en la forma establecida (probetas) para posteriormente utilizar el tensiómetro y determinar el porcentaje de elongación (a la ruptura), así como espesor y la dureza en unidades de Kp. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

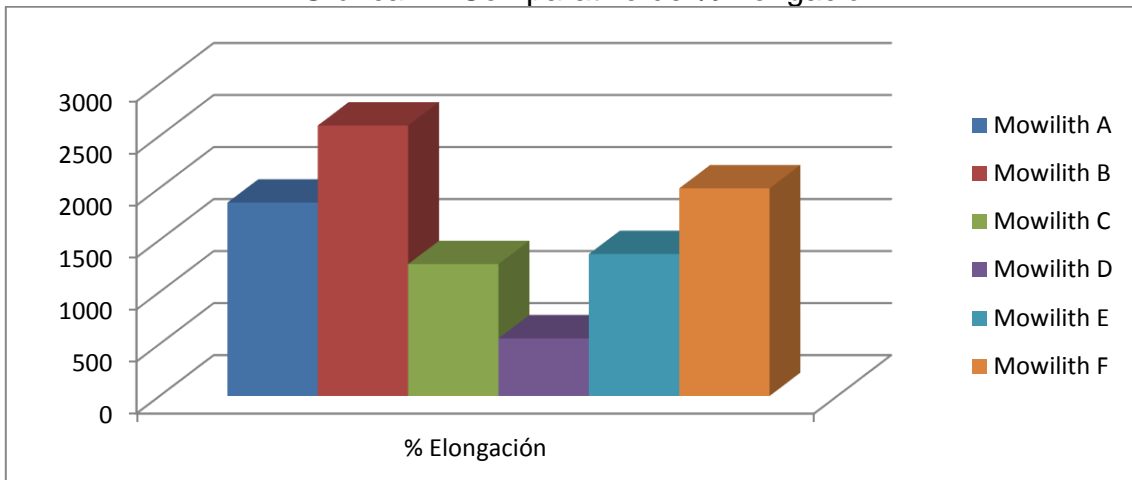
Tabla 10.- % Elongación:

	Mowilith A	Mowilith B	Mowilith C	Mowilith D
Kp/cm <sup>2</sup>	18.6	16.2	8.7	9.2
% Elongación	1,859	>2,600	1,268	554

	Mowilith E	Mowilith F
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>7.9</b>	<b>10.7</b>
<b>% Elongación</b>	<b>1,364</b>	<b>1,996</b>



Gráfica 1.- Comparativo de %Elongación:



Para revisar el tiempo de secado, el tiempo abierto y el tiempo de anclado de los látex se realizó la aplicación de películas en vidrio mediante un aplicador de 300 micras de espesor. Al momento de hacer la aplicación se acciona un cronometro y se registran los datos correspondientes en base a pruebas cualitativas de tacto y visuales.

- **Tiempo abierto:** Es el tiempo en el que el látex ya aplicado puede sufrir cambios o modificaciones físicas y/o de aplicación. Cualitativamente este tiempo se registra cuando al pasar la yema de los dedos no hay residuos de la resina.
- **Tiempo de secado:** Como su nombre lo dice es el tiempo en el que la resina se seca completamente después de ser aplicada. Cualitativamente este tiempo se registra cuando en el vidrio ya no se observan zonas húmedas.
- **Tiempo de anclado:** Es el tiempo en el que las resinas se adhieren completamente al sustrato en el que se aplican, para este caso particular la aplicación se realiza sobre un vidrio. Y para determinar este dato se busca desprender mecánicamente con una espátula la película ya seca, cuando no hay desprendimiento se tiene el tiempo de anclado.

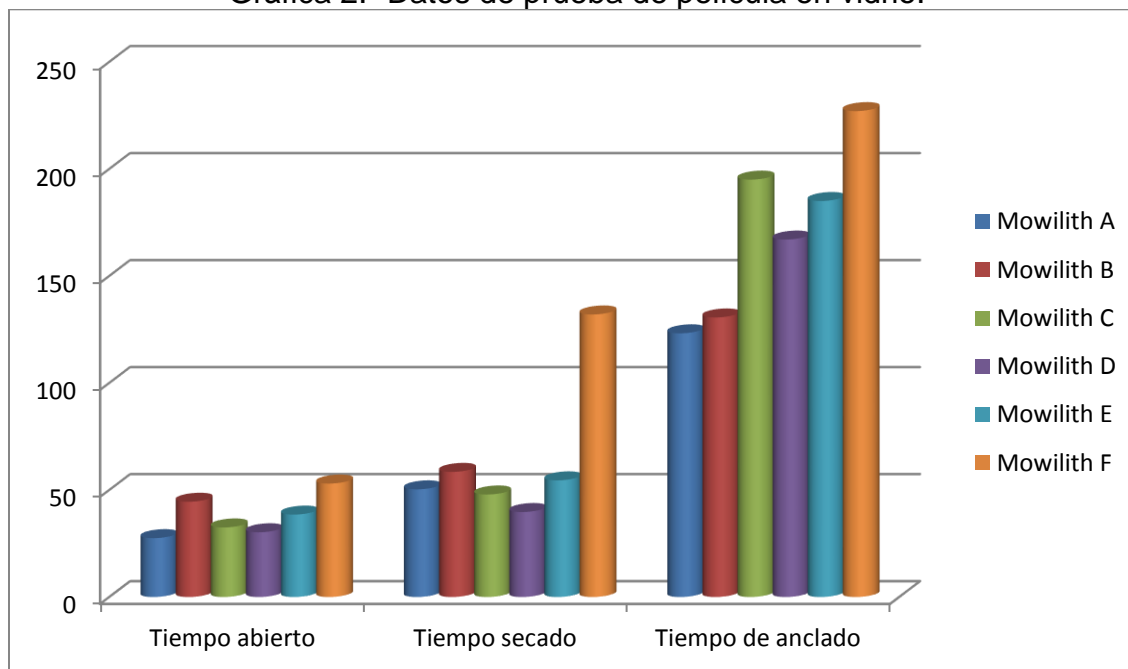
Para todos los tiempos anteriores se realiza mediciones cada 5 minutos. Los resultados de los látex evaluados se muestran a continuación en las tablas siguientes:

Tabla 11.- Prueba de película en vidrio:

	Mowilith A	Mowilith B	Mowilith C	Mowilith D
<b>⊖ abierto</b>	27'30"	44'30"	32'30"	30'15"
<b>⊖ secado</b>	50'10"	58'25"	47'50"	39'40"
<b>⊖ anclado</b>	2h 3'15"	2h 10'40"	3h 15'0"	2h 47'13"

	Mowilith E	Mowilith F
<b>⊖ abierto</b>	38'40"	53'10"
<b>⊖ secado</b>	54'30"	1h 12'0"
<b>⊖ anclado</b>	3h 5'22"	3h 47'14"

Gráfica 2.- Datos de prueba de película en vidrio:



Como resultado de los datos obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de los látex se propuso agregar un aditivo a una de ellas para modificar sus propiedades y ver su comportamiento en las pruebas posteriores (contratipo de emulsificante 15% más económico al usado habitualmente). De igual forma se propuso una mezcla en proporción 1:1 en peso con el mismo objetivo.

Tabla12.- Propiedades de productos modificados.

	Mowilith F + 2% Coalescente	Mezcla 1:1 (C + D)
<b>% Sólidos</b>	50.02	49.40
<b>pH</b>	8.30	7.65
<b>Viscosidad RTV</b>	1,860 cPs (R5/20RPM) a 25°C	2,500 cPs (R5/20RPM) a 25°C

Tabla 13.- %Elongación de productos modificados.

	Mowilith F + 2% Coalescente	Mezcla 1:1 (C + D)
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>17.2</b>	<b>13.9</b>
<b>% Elongación</b>	<b>527</b>	<b>652</b>

Tabla 14.- Película en vidrio de productos modificados:

	Mowilith F + 2% Coalescente	Mezcla 1:1 (C + D)
<b>⊙ abierto</b>	29'0"	15'43"
<b>⊙ secado</b>	50'10"	32'30"
<b>⊙ anclado</b>	2h 19'17"	4h 12'00"

Para ver la resistencia de los látex al desprendimiento en húmedo se aplicaron (al igual que en la prueba de película en vidrio) a un espesor de 300 micras. Para cada látex se aplicaron 3 vidrios con el objeto de hacer monitoreo de su comportamiento a 24 horas, 3 días y 7 días.

Ya secos los látex en los vidrios se colocaron dentro de charolas metálicas y se llenaron de agua hasta estar completamente cubiertas. Los mejores resultados se obtienen cuando los látex no presentan desprendimiento después de dicha inmersión en agua. Las observaciones para esta prueba se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 15.- Películas en vidrio sumergidas:

<b>24 horas en agua</b>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Mowilith A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película completamente blanqueada.</li> <li>• Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith B	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Película completamente blanqueada.</li> <li>➤ Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith C	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Película completamente blanqueada.</li> <li>○ Película con desprendimiento parcial de la base.</li> </ul>
Mowilith D	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Película ligeramente blanqueada.</li> <li>▪ Película sin desprendimiento de la base; aun cuando se le aplique trabajo.</li> </ul>
Mowilith E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película ligeramente blanqueada.</li> <li>• Sin desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith F	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Blanqueamiento total de la película.</li> <li>➤ Sin desprendimiento de la base; aun cuando se aplica trabajo.</li> </ul>
Mowilith F + 2% Coalescente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película completamente blanqueada.</li> <li>• Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mezcla 1:1 (C + D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Película completamente blanqueada.</li> <li>➤ Película con desprendimiento parcial de la base.</li> </ul>

Tabla 16.- Películas en vidrio sumergidas:

<b>72 horas en agua</b>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Mowilith A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película completamente blanqueada.</li> <li>• Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith B	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Película completamente blanqueada.</li> <li>➤ Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith C	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Película completamente blanqueada.</li> <li>○ Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith D	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Película ligeramente blanqueada.</li> <li>▪ Película sin desprendimiento de la base; aun cuando se le aplique trabajo.</li> </ul>
Mowilith E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película ligeramente blanqueada.</li> <li>• Sin desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith F	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Blanqueamiento total de la película.</li> <li>➤ Sin desprendimiento natural de la base; aplicando mucho trabajo se desprende.</li> </ul>
Mowilith F + 2% Coalescente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película completamente blanqueada.</li> <li>• Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mezcla 1:1 (C + D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Película completamente blanqueada.</li> <li>➤ Película con desprendimiento parcial de la base.</li> </ul>

Tabla 17.- Películas en vidrio sumergidas:

7 días en agua	
PRODUCTO	OBSERVACIONES
Mowilith A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película completamente blanqueada.</li> <li>• Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith B	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Película completamente blanqueada.</li> <li>➤ Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith C	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Película completamente blanqueada.</li> <li>○ Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith D	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Película ligeramente blanqueada.</li> <li>▪ Película sin desprendimiento natural de la base; se desprende con mucho trabajo.</li> </ul>
Mowilith E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película ligeramente blanqueada.</li> <li>• Sin desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mowilith F	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Blanqueamiento total de la película.</li> <li>➤ Sin desprendimiento natural de la base; aplicando mucho trabajo se desprende.</li> </ul>
Mowilith F + 2% Coalescente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Película completamente blanqueada.</li> <li>• Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>
Mezcla 1:1 (C + D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Película completamente blanqueada.</li> <li>➤ Película con desprendimiento total de la base.</li> </ul>

**Observaciones generales:**

- ✓ Tanto el producto Mowilith D y Mowilith F son los únicos productos que no presentan desprendimiento natural de la base. Y permanecen anclados hasta que se les aplica cierto trabajo.

## Proyecto de Pinturas: Evaluación de látex.

Para el proyecto de pinturas se hizo una selección de los látex que se utilizarían para realizar el estudio comparativo en aplicación. Dichos látex se enlistan en la tabla 31 y a continuación de esto se obtuvieron en el laboratorio las propiedades fisicoquímicas de las mismas:

Tabla 31.- Látex evaluados:

<b>Nombre</b>	<b>Base</b>
Mowilith W	Copolímero de Acetato de Vinilo y un éster del Ácido acrílico
Mowilith X	Copolímero de Acetato de Vinilo y un éster del Ácido acrílico
Mowilith Y	Copolímero de Acetato de Vinilo y un éster del Ácido acrílico
Mowilith Z	Terpolímero de Acetato de Vinilo, Ésteres acrílicos y éster vinílico

De la misma manera que se realizó con los látex para los impermeabilizantes el primer paso para llevar a cabo el estudio comparativo es la evaluación de las propiedades de cada uno de los látex, para que así podamos ver las diferencias significativas entre ellos y que en consecuencia sean reflejadas en las pinturas preparadas. Los resultados del análisis de las pruebas fisicoquímicas se muestran a continuación:

Tabla 32.- Látex evaluados

Características	Mowilith W	Mowilith X	Mowilith Y	Mowilith Z
% Sólidos	55.07	55.10	54.7	55.12
Valor pH	4.23	4.30	4.6	4.60
Viscosidad (cPs)	3,100 cPs (R3/20RPM) a 25°C	1,345 cPs (R3/20RPM) a 25°C	3,000 cPs (R3/20RPM) a 25°C	1,340 cPs (R3/20RPM) a 25°C
% Absorción de agua	4.82	15.32	11.0	11.33
MFFT (0-18°C)	8.4	10.2	7.8	10.7

Tabla 33.- % Elongación:

	Mowilith W	Mowilith X	Mowilith Y	Mowilith Z
Kp/cm <sup>2</sup>	78.4	80.9	71.3	61.0
% Elongación	334.0	350.4	550.4	467.0

Tabla 34.- Película en vidrio:

	Mowilith W	Mowilith X	Mowilith Y	Mowilith Z
Película en vidrio – Observaciones en húmedo				
Apariencia	Translucida uniforme	Translucida con aire	Translucida uniforme	Translucida uniforme
Color	Blanca azulosa	Blanca azulosa	Blanca azulosa	Blanca azulosa
Grumos	No presenta	No presenta	No presenta	No presenta
Película en vidrio- Observaciones en seco				
Apariencia	Transparente incolora	Transparente incolora	Transparente incolora	Transparente incolora
Tack	Sin tack (0)	Sin tack (0)	Sin tack (0)	Sin tack (0)
Elasticidad	Flexible y poco elástica	Flexible y poco elástica	Flexible y poco elástica	Flexible y poco elástica
Otras propiedades				
Blanqueamiento	$\Theta_1 = 20$ seg Blanco claro $\Theta_1 = 2$ min Blanco opaco	$\Theta_1 = 26$ seg Blanco claro $\Theta_1 = 2$ min Blanco opaco	$\Theta_1 = 18$ seg Blanco claro $\Theta_1 = 1'32''$ Blanco opaco	$\Theta_1 = 15$ seg Blanco claro $\Theta_1 = 1'54''$ Blanco opaco
Re-Emulsificación	✓	✓	✓	✓
T. abierto	24min 45seg	21min 35seg	29min 8 seg	22min 30seg
T. secado	1h 13min 15seg	1h 06min 15seg	1h 12min 15seg	1h 07min 25seg

Para determinar el tack de la aplicación se realiza una prueba cualitativa por medio del tacto y se determina que tanto se adhiere la película al dedo. Se le asigna un valor que va de 0 a 4, donde el número más bajo implica que no hay adherencia y el número más alto indica que hay mucha adherencia al tacto, tanto que se puede levantar la aplicación al tiempo que se levanta la mano. Esta prueba se realiza en cuarto climatizado a condiciones de humedad y temperatura controlado (25°C 60% humedad relativa).



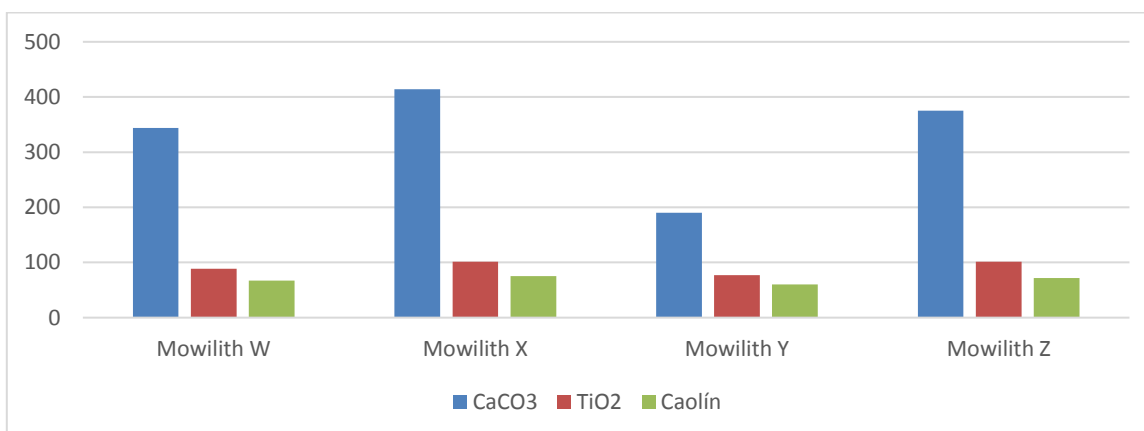
Para determinar el blanqueamiento y la re-emulsificación de la aplicación se colocan las películas sobre una superficie oscura con marcas en color blanco. Se sobrepone el vidrio y con una pizeta se deja caer una gota a la altura de la marca blanca y en ese momento se hace correr el cronometro, cuando el látex comienza el blanqueamiento se registra el tiempo 1, mientras que el tiempo 2 se registra cuando la marca sobre la superficie queda cubierta por el blanqueamiento de la aplicación. Al terminar lo anterior y cualitativamente se frota la parte húmeda del látex, si este adquiere nuevamente aspecto lechoso se dice que hay re-emulsificación, pero si esto no ocurre se reporta como negativa.

Otro parámetro importante a la hora de formular las pinturas es determinar qué tanta aceptación de cargas tienen los látex empleados. Una alta aceptación de cargas permite formular pinturas con mucho mayores componentes para brindarle propiedades específicas, en cambio los látex con poca aceptación se limitan a pinturas más simples o económicas pero que cumplen con el propósito de cubrir las superficies. Los resultados de esta prueba se muestran a continuación, el resultado corresponde a la cantidad de carga aceptada por cada 100g de látex:

Tabla 35.- Aceptación de carga de látex:

Látex/Carga	CaCO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Caolín
Mowilith W	344.0g	88.7g	67.0g
Mowilith X	414.0g	101.1g	75.0g
Mowilith Y	190.0g	77.0g	60.0g
Mowilith Z	375.0g	101.2g	71.8g

Gráfica 8.- Aceptación de cargas:



## Productos modificados

Cada uno de los látex fue modificado para ver si cambiaba su comportamiento en el uso final. Los dos primeros utilizaron un surfactante diferente al de la formulación original y los dos últimos son una mezcla entre dos diferentes látex.

Tabla 36.- Productos modificados.

<b>Nombre</b>	<b>Comentarios:</b>
<b>Mowilith W + aditivo</b>	<b>Utilizando un surfactante alternativo</b>
<b>Mowilith X + aditivo</b>	<b>Utilizando un surfactante alternativo</b>
<b>Mowilith Z + aditivo</b>	<b>Utilizando un surfactante alternativo</b>
<b>Mowilith Z + X</b>	<b>Mezcla 1:1</b>

Tabla 37.- Propiedades de látex modificados:

<b>Características</b>	<b>Mowilith W + aditivo</b>	<b>Mowilith X + aditivo</b>	<b>Mowilith Z + aditivo</b>	<b>Mowilith Z + X (Mezcla 1:1)</b>
% Sólidos	54.69	55.21	54.97	53.63
Valor pH	4.42	4.17	4.63	4.72
Viscosidad (cPs)	2,500 cPs (R3/20RPM) a 25°C	870 cPs (R3/20RPM) a 25°C	2,200 cPs (R3/20RPM) a 25°C	1,100 cPs (R3/20RPM) a 25°C
% Absorción de agua	7.07	19.49	6.95	8.92
MFFT (0-18°C)	8.0	9.8	10.1	10.5

Tabla 38.- % Elongación de productos modificados:

	<b>Mowilith W + aditivo</b>	<b>Mowilith X + aditivo</b>	<b>Mowilith Z + aditivo</b>	<b>Mowilith Z + X (Mezcla 1:1)</b>
Kp/cm <sup>2</sup>	56.4	68.5	75.1	43.09
% Elongación	342.0	368.4	450.6	398.4

Como podemos ver en las tablas las propiedades si sufren modificaciones y como primera observación la viscosidad de todos los productos modificados es menor. Dos de ellos también presentan mejora en la absorción de agua mientras que los dos restantes disminuyen su rendimiento al absorber más líquido que el producto original.

## **Laboratorio de servicio técnico y aplicación**

Para conocer de manera más amplia las propiedades de los látex, en un laboratorio de servicio técnico y aplicación se realizan pruebas físicas y químicas para llevar a los látex, en la mayoría de las veces, a condiciones extremas para determinar su funcionalidad, resistencia y/o durabilidad como productos finales. Tanto las pruebas, como los métodos empleados son diseñados de manera muy diversa para satisfacer tanto las necesidades del mercado como las necesidades específicas de los clientes.

Aún con lo anteriormente mencionado muchas pruebas se han estado estandarizando alrededor del mundo, para que de esta manera se puedan comparar cuantitativamente los desempeños de los diferentes látex producidos.

La comunicación entre el cliente y el laboratorio de servicio técnico y aplicación es crucial para la realización de proyectos específicos, de igual forma contar con suficiente información de los látex y/o productos de los competidores en términos de aplicación se convierte en un reto para mantener la innovación y el desarrollo de nuevos productos.

Cada proyecto contiene en sí mismo pruebas que hacen evidente las ventajas y desventajas de cada tipo de látex empleado. Aun con ello, hay un grupo de pruebas que se llevan a cabo de manera uniforme en un laboratorio de servicio técnico y aplicación a la par con el laboratorio de calidad para:

- Determinar las propiedades de las resinas.
- Verificar que se encuentren dentro de parámetros de producción.
- Caracterizar el lote producido.
- Evaluar si el producto es apto para su uso final.

En la siguiente tabla se hace un resumen general de dichas pruebas, que son las que corresponden a la primera etapa de un proyecto en el área de servicio técnico y aplicación.

*Tabla 6.-Descripción de actividades.*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción general</b>	<b>Látex</b>	<b>Polímero seco</b>
<b>Determinación de sólidos</b>	Se realiza por medio de métodos gravimétricos de análisis, empleando balanza, hornos de calentamiento y recipientes metálicos.	X	
<b>Determinación de pH</b>	Mediante un potenciómetro con electrodo de vidrio a las condiciones de temperatura especificadas en los manuales de laboratorio.	X	
<b>Determinación de Viscosidad</b>	Medida en viscosímetros Brookfield a las condiciones de temperatura especificadas en manuales.	X	
<b>Absorción de agua</b>	Con métodos gravimétricos al igual que la determinación de sólidos y recipientes para sumergir las muestras de película seca en agua.		X
<b>Medición de Elongación</b>	Mediante un tensiómetro mecánico se determina el porcentaje de elongación de las resinas e impermeabilizantes preparados por medio de probetas.		X
<b>Pruebas de Resistencia a la alcalinidad</b>	Se somete a la resina y a las aplicaciones a condiciones y medios alcalinos para posteriormente llevar a cabo una titulación y observaciones cualitativas.		X
<b>Determinación de Estabilidad térmica</b>	Envejecimiento de muestras para observar el comportamiento presentado mediante su incorporación a estufas a 47.5°C y la determinación de su viscosidad.	X	
<b>Pruebas de estabilidad mecánica.</b>	Mediante cambios en la viscosidad se observa la estabilidad mecánica de las muestras después de hacerlas pasar en un proceso de agitación que va de bajas a altas revoluciones en ciertos periodos de tiempo.	X	
<b>Película en vidrio</b>	Se hace la aplicación de una película fina de la resina analizada para determinar los tiempos de secado y apariencia de la película, tanto en húmedo como en seco.	X	X

Los principales equipos usados para determinar las propiedades mostradas en la tabla 6 se muestran a continuación y solo en algunas de ellas se hace una explicación adicional por la importancia que tiene en la caracterización del látex analizado.

*Tabla 7.- Información revisada durante la capacitación:*

<b>Equipo</b>	<b>Uso</b>
<b>Espectrómetro FTIR</b>	Principalmente se emplea para la generación de espectros comparables con una biblioteca digital para determinar la similitud entre productos finales o para ver las diferencias significativas entre ellos.
<b>Agitadores o mezcladores</b>	Usados principalmente para realizar preparaciones o nuevas formulaciones, así como para la realización de pruebas mecánicas en los látex.
<b>Mufla de calcinación</b>	Se utiliza para determinar el contenido de ciertos componentes en los látex (ligantes, cargas, etc.)
<b>Hornos de calentamiento</b>	Empleados para el calentamiento de preparaciones, envejecimiento de muestras o evaporación paulatina de agua de los productos
<b>Balanzas</b>	Usadas para medir masas y como complemento de los métodos gravimétricos.
<b>Micrómetro</b>	Es utilizado para medir el espesor de películas de los látex para un tratamiento posterior.
<b>Brillómetros</b>	Son utilizados para determinar el brillo de los látex, así como el de sus aplicaciones.
<b>Grindómetro</b>	Este instrumento nos permite medir la finura de la molienda en una aplicación de pintura.
<b>MFFT (Minimum Film forming temperature)</b>	Equipo de laboratorio que, como su nombre lo indica, nos permite determinar la temperatura mínima de formación de película en los látex fabricados.

*Espectrómetro FTIR [4]:*

Los espectrómetros infrarrojos son una de las herramientas más importantes para observar espectros vibracionales. Las características más relevantes de esta espectroscopia son las siguientes:

1. Si dos moléculas están constituidas por átomos distintos, o tienen distinta distribución isotópica, o configuración, o se encuentran en ambientes distintos, los espectros infrarrojos serán distintos.
2. Una sustancia definida puede identificarse por su espectro infrarrojo. Estos espectros pueden ser considerados como las huellas digitales de dicha sustancia.
3. Los espectros muestran bandas que son típicas de grupos funcionales particulares y que tienen localizaciones e intensidades específicas dentro de los espectros infrarrojos
4. A partir de los espectros se pueden inferir las estructuras moleculares. Para ello se requiere un modelo en el cual basar los cálculos.



5. Las intensidades en las bandas del espectro de una mezcla, son generalmente proporcionales a las concentraciones de las componentes individuales. Por lo tanto, es posible determinar la concentración de una sustancia y realizar análisis de muestras con varias componentes.

6. Es posible, mediante el uso de dispositivos experimentales adecuados, obtener espectros infrarrojos sin alteración de la muestra, lo que constituye a esta espectroscopia como una herramienta de

análisis no destructiva.

7. El tiempo necesario para obtener y almacenar en una computadora el gráfico generado por un espectro infrarrojo es del orden de minutos.

*Temperatura mínima de formación de película (MFFT):*

La temperatura de transición vítrea de un polímero indica el rango de temperatura en °C por debajo de la cual el polímero se torna rígido o semirrígido y por encima de la cual el polímero tiene propiedades elásticas y flexibles más evidentes. Al secarse una dispersión a una temperatura mayor que la Tg obtendremos una película homogénea y transparente.

A temperaturas por debajo de la MFFT el producto se craquea, y al secarse la dispersión no presenta proceso de filmificación y el polímero se presenta en forma de polvo y no puede difundir o fluir de una partícula a otra, quedando sin ninguna característica ligante. [5]

Un equipo MFFT normalmente es utilizado como guía por los formuladores de recubrimientos para observar cómo el polímero afectará a los parámetros de cualquier revestimiento en el que se utiliza, dichos parámetros son:

Estabilidad al almacenamiento: cuanto mayor sea el MFFT menor será la probabilidad de formación de película a baja temperatura.

Flexibilidad: Como regla empírica, cuanto menor es la MFFT de un polímero más flexible y elastomérico será. Sin embargo, en los sistemas de polímeros modernos esta regla puede no aplicar. La flexibilidad es muy dependiente de los monómeros utilizados: Por ejemplo, un copolímero acrílico puro y un estiren-acrílico puede tener exactamente el mismo MFFT, pero no necesariamente tiene la misma flexibilidad o elasticidad.

La retención de suciedad de la película: Cuanto mayor sea la MFFT más dura será la película de polímero final y el polímero menos termoplástico será, que a su vez significa que la probabilidad de que la suciedad adherida será menor. Como es habitual en la tecnología de recubrimientos, requerimos de un equilibrio entre estas propiedades y es por lo que se tiende a manipular estas propiedades del polímero, ya sea mediante la adición de un plastificante temporal volátil (coalescente) o mediante la alteración la morfología de la cadena principal del polímero (por ejemplo, los sistemas núcleo-coraza) para lograr las propiedades deseadas.

### **Evaluación de impermeabilizantes:**

Al igual que en el caso de los látex, se determinaron las propiedades de los impermeabilizantes preparados a partir de las formulaciones guía con cada uno de los látex en cuestión y los datos obtenidos se reportan en las siguientes tablas.



Tabla 20.- Propiedades fisicoquímicas:

<b>IMPERMEABILIZANTE 3 AÑOS – FORMULA GUÍA</b>								
	<b>Mowilith A</b>	<b>Mowilith B</b>	<b>Mowilith C</b>	<b>Mowilith D</b>	<b>Mowilith E</b>	<b>Mowilith F</b>	<b>Mowilith F + 2% Coalescente</b>	<b>Mezcla 1:1 (C + D)</b>
<b>% Sólidos</b>	60.29	56.42	57.98	57.73	57.80	58.13	58.26	58.30
<b>pH</b>	7.80	8.10	8.05	7.80	8.09	7.75	7.88	8.05
<b>Viscosidad Brookfield</b>	43,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	19,800 cPs (R7/20RPM) a 25°C	70,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	76,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	48,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	26,400 cPs (R7/20RPM) a 25°C	28,800 cPs (R7/20RPM) a 25°C	74,800 cPs (R7/20RPM) a 25°C

Tabla 21.- Propiedades fisicoquímicas:

<b>IMPERMEABILIZANTE 5 AÑOS – FORMULA GUÍA</b>								
	<b>Mowilith A</b>	<b>Mowilith B</b>	<b>Mowilith C</b>	<b>Mowilith D</b>	<b>Mowilith E</b>	<b>Mowilith F</b>	<b>Mowilith F + 2% Coalescente</b>	<b>Mezcla 1:1 (C + D)</b>
<b>% Sólidos</b>	61.21	45.28	57.96	58.30	56.87	57.11	58.60	57.97
<b>pH</b>	8.03	8.20	8.25	8.00	8.32	8.22	8.15	8.26
<b>Viscosidad Brookfield</b>	120,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	43,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	110,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	162,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	70,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	44,400 cPs (R7/20RPM) a 25°C	68,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C	134,000 cPs (R7/20RPM) a 25°C

Para la determinación de la absorción de agua de cada impermeabilizante se realizó una aplicación del mismo sobre una superficie plástica y se dejó secar durante 3 días. Ya seca se cortaron cuadros de impermeabilizante que fueron pesados y posteriormente sumergidos en agua para determinar la absorción de los impermeabilizantes a 24 horas y 7 días. Dicha prueba se realiza por triplicado para minimizar los errores. Los datos obtenidos de esta prueba se muestran a continuación:

Tabla 22.- Absorción de agua:

IMPERMEABILIZANTE 3 AÑOS – FORMULA GUÍA								
	Mowilith A	Mowilith B	Mowilith C	Mowilith D	Mowilith E	Mowilith F	Mowilith F + 2% Coalescente	Mezcla 1:1 (C + D)
<b>% ABS 24 horas</b>	8.18	9.05	9.30	5.85	5.24	7.87	8.66	6.75
<b>% ABS. 7 días</b>	8.97	6.83	7.55	4.39	3.68	7.36	6.49	5.44

Grafica 3.- Absorción de agua en Impermeabilizantes 3 años

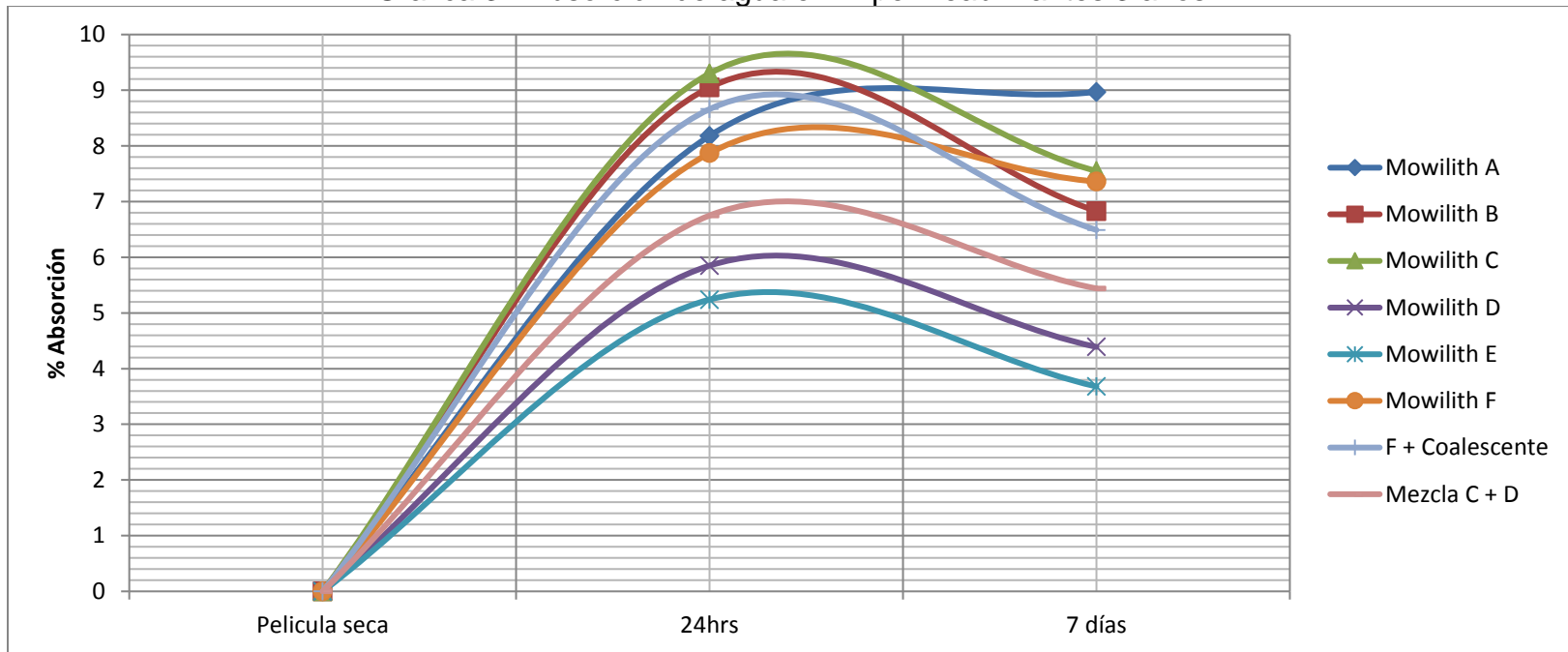
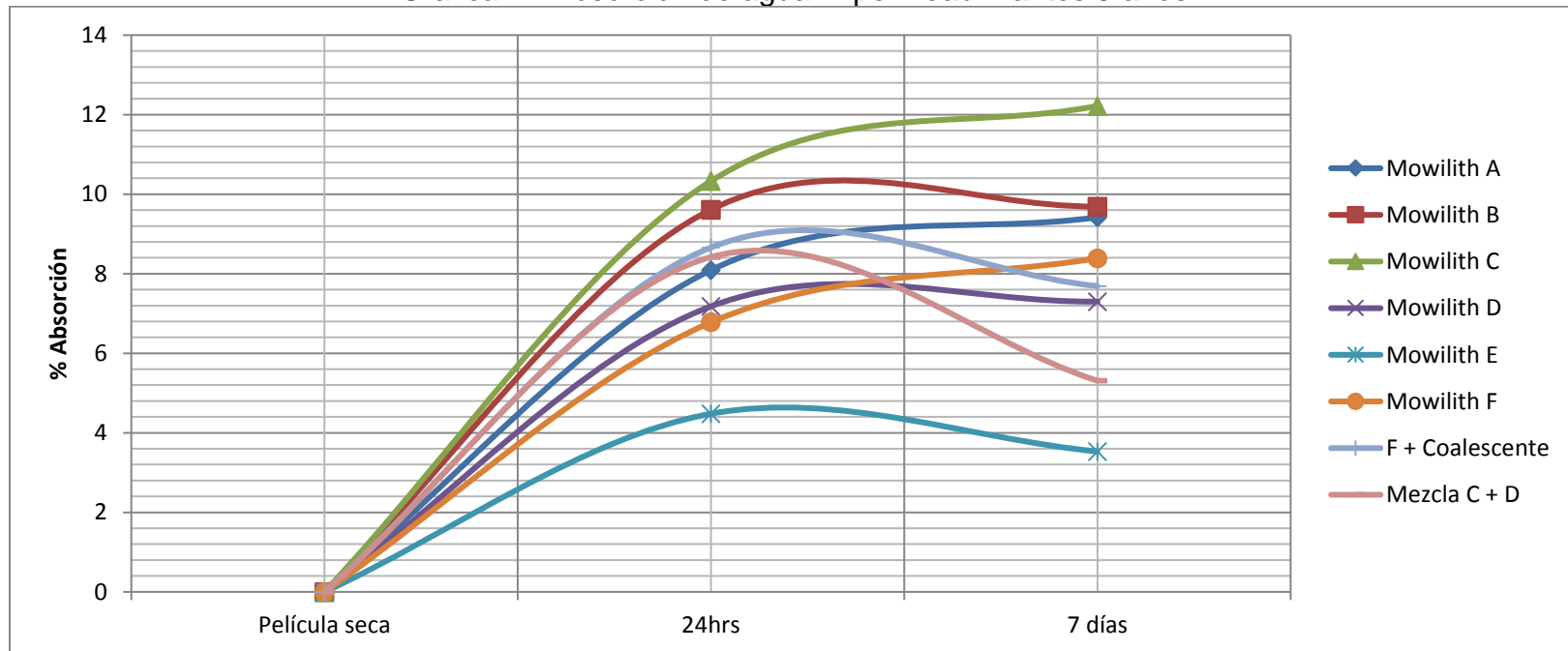


Tabla 23.- Absorción de agua:

IMPERMEABILIZANTE 5 AÑOS – FORMULA GUÍA								
	Mowilith A	Mowilith B	Mowilith C	Mowilith D	Mowilith E	Mowilith F	Mowilith F + 2% Coalescente	Mezcla 1:1 (C + D)
<b>% ABS. 24 horas</b>	8.09	9.61	10.33	7.18	4.48	6.78	8.66	8.42
<b>% ABS. 7 días</b>	9.42	9.69	12.22	7.30	3.53	8.39	7.69	5.31

Grafica 4.- Absorción de agua Impermeabilizantes 5 años



La prueba de estabilidad térmica (en estufas de convección natural con termómetro digital) y %Elongación de los impermeabilizantes se realiza al igual que en el caso de los látex; la única diferencia es que para los impermeabilizantes las pruebas se repiten después de envejecer, mediante la aplicación de temperatura, al producto preparado. Las mediciones son a 7 días, 14 días y 28 días de envejecimiento. Los datos obtenidos de ambas pruebas se muestran a continuación:

Tabla 24.- estabilidad térmica de impermeabilizantes de 3 años

IMPERMEABILIZANTE 3 AÑOS – FORMULA GUÍA								
	Mowilith A	Mowilith B	Mowilith C	Mowilith D	Mowilith E	Mowilith F	Mowilith F + 2% Coalescente	Mezcla 1:1 (C + D)
<b>Inicial</b>	43,000	19,800	70,000	76,000	48,000	26,400	28,800	74,800
<b>7 días</b>	43,000	21,600	72,000	81,000	-	23,200	24,600	61,600
<b>14 días</b>	50,000	19,800	68,800	78,000	-	20,800	22,800	78,000
<b>21 días</b>	63,000	22,200	76,000	100,000	-	26,000	24,700	100,000
<b>28 días</b>	50,000	22,000	84,000	86,000	-	26,000	25,000	92,000

Grafica 5.- Estabilidad térmica Impermeabilizantes de 3 años

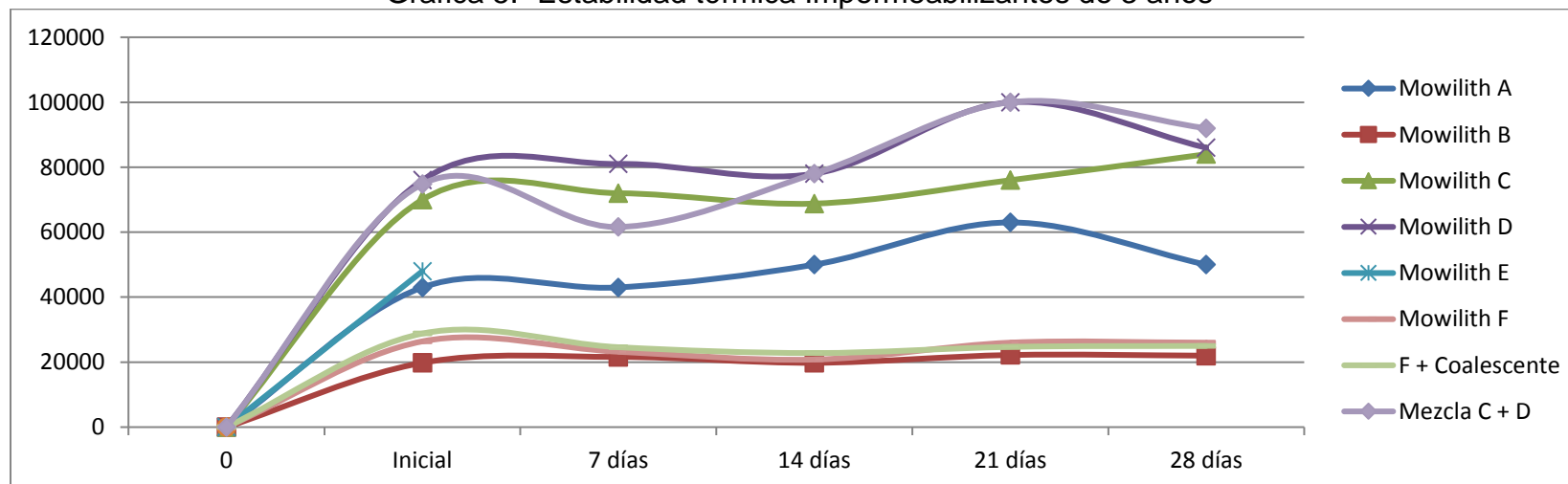
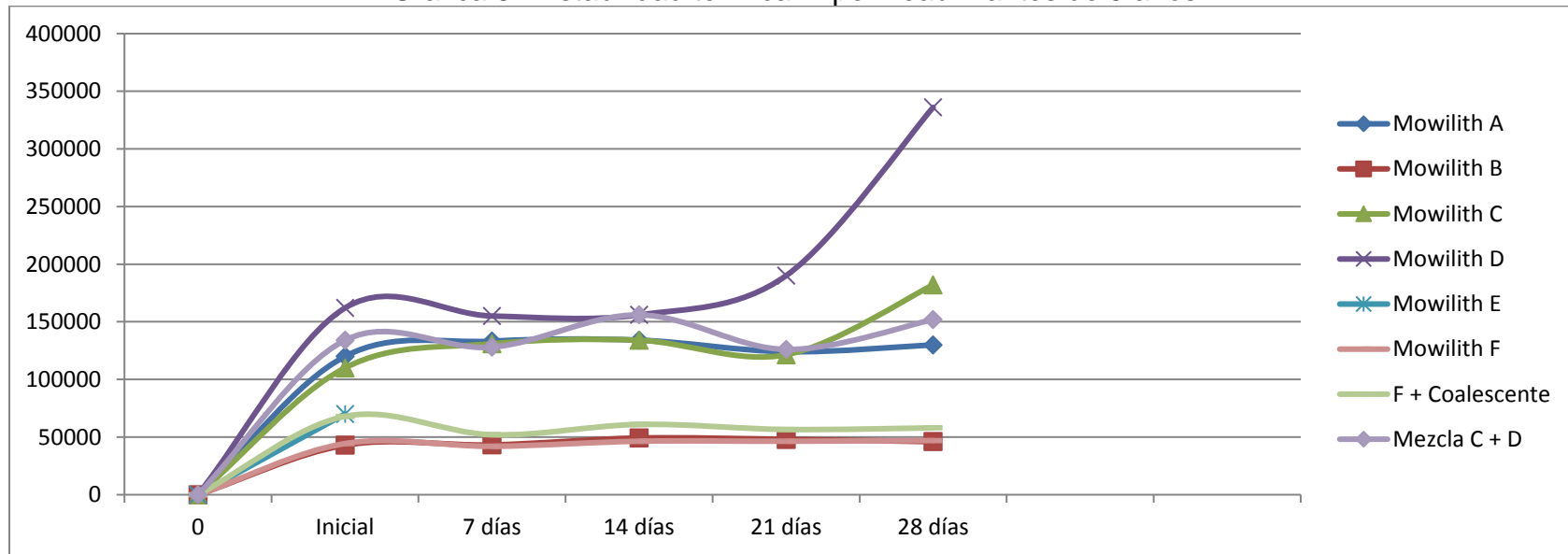


Tabla 25.- Estabilidad térmica de impermeabilizantes de 5 años

IMPERMEABILIZANTE 5 AÑOS – FORMULA GUÍA								
	Mowilith A	Mowilith B	Mowilith C	Mowilith D	Mowilith E	Mowilith F	Mowilith F + 2% Coalescente	Mezcla 1:1 (C + D)
<b>Inicial</b>	120,000	43,000	110,000	162,000	70,000	44,400	68,000	134,000
<b>7 días</b>	133,200	43,200	131,000	155,200	-	42,000	52,000	128,000
<b>14 días</b>	134,100	49,200	134,000	156,000	-	46,400	61,000	156,000
<b>21 días</b>	124,000	48,000	121,400	190,000	-	46,400	56,600	126,000
<b>28 días</b>	130,000	46,000	182,000	336,000	-	47,000	58,000	152,000

Grafica 6.- Estabilidad térmica Impermeabilizantes de 5 años



Observaciones: Los impermeabilizantes con Mowilith D presentan endurecimiento. Todas las mediciones se realizaron en viscosímetro Brookfield a 20 RPM y con el husillo 7.

Tabla 26.- Elongación de impermeabilizantes:

<b>IMPERMEABILIZANTE 3 AÑOS – FORMULA GUIA</b>						
		<b>Mowilith A</b>	<b>Mowilith B</b>	<b>Mowilith C</b>	<b>Mowilith D</b>	<b>Mowilith E</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>3 días</b>	<b>3.9</b>	<b>6.09</b>	<b>6.14</b>	<b>6.6</b>	<b>6.56</b>
<b>% Elongación</b>		<b>752.8</b>	<b>336.8</b>	<b>393.6</b>	<b>415.2</b>	<b>128.8</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>7 días</b>	<b>3.06</b>	<b>5.68</b>	<b>7.10</b>	<b>10.20</b>	<b>6.24</b>
<b>% Elongación</b>		<b>383.2</b>	<b>298.4</b>	<b>240.0</b>	<b>76.8</b>	<b>114.4</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>14 días</b>	<b>3.80</b>	<b>5.98</b>	<b>6.53</b>	<b>13.17</b>	<b>6.29</b>
<b>% Elongación</b>		<b>364.0</b>	<b>173.6</b>	<b>224.8</b>	<b>57.6</b>	<b>137.6</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>28 días</b>	<b>10.56</b>	<b>14.32</b>	<b>17.54</b>	<b>26.58</b>	<b>16.95</b>
<b>% Elongación</b>		<b>394.4</b>	<b>218.4</b>	<b>264.0</b>	<b>60.8</b>	<b>153.6</b>

Tabla 26.- Elongación de impermeabilizantes (Continuación)

<b>IMPERMEABILIZANTE 3 AÑOS – FORMULA GUIA</b>				
		<b>Mowilith F</b>	<b>Mowilith F + 2% Coalescente</b>	<b>Mezcla 1:1 (C + D)</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>3 días</b>	<b>14.32</b>	<b>9.53</b>	<b>7.11</b>
<b>% Elongación</b>		<b>54.4</b>	<b>90.4</b>	<b>191.2</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>7 días</b>	<b>11.05</b>	<b>7.06</b>	<b>7.27</b>
<b>% Elongación</b>		<b>48.0</b>	<b>59.2</b>	<b>106.4</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>14 días</b>	<b>16.12</b>	<b>10.90</b>	<b>7.71</b>
<b>% Elongación</b>		<b>34.4</b>	<b>41.6</b>	<b>92.8</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>28 días</b>	<b>26.14</b>	<b>25.52</b>	<b>21.27</b>
<b>% Elongación</b>		<b>33.6</b>	<b>36.8</b>	<b>71.2</b>

Tabla 27.- Elongación de impermeabilizantes:

<b>IMPERMEABILIZANTE 5 AÑOS – FORMULA GUIA</b>						
		<b>Mowilith A</b>	<b>Mowilith B</b>	<b>Mowilith C</b>	<b>Mowilith D</b>	<b>Mowilith E</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>3 días</b>	<b>6.25</b>	<b>8.70</b>	<b>6.15</b>	<b>5.14</b>	<b>3.27</b>
<b>% Elongación</b>		<b>616.8</b>	<b>352.0</b>	<b>180.8</b>	<b>419.2</b>	<b>172.0</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>7 días</b>	<b>5.19</b>	<b>7.17</b>	<b>7.69</b>	<b>9.76</b>	<b>6.21</b>
<b>% Elongación</b>		<b>612.8</b>	<b>389.6</b>	<b>169.6</b>	<b>141.6</b>	<b>160.0</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>14 días</b>	<b>9.56</b>	<b>8.09</b>	<b>15.21</b>	<b>12.30</b>	<b>9.38</b>
<b>% Elongación</b>		<b>604.0</b>	<b>329.6</b>	<b>134.4</b>	<b>84.8</b>	<b>214.4</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>28 días</b>	<b>11.84</b>	<b>14.78</b>	<b>23.04</b>	<b>22.89</b>	<b>17.23</b>
<b>% Elongación</b>		<b>603.2</b>	<b>375.9</b>	<b>214.4</b>	<b>76.8</b>	<b>214.4</b>



Tabla 27.- Elongación de impermeabilizantes (Continuación):

<b>IMPERMEABILIZANTE 5 AÑOS – FORMULA GUÍA</b>				
		<b>Mowilith F</b>	<b>Mowilith F + 2% Coalescente</b>	<b>Mezcla 1:1 (C + D)</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>3 días</b>	<b>12.21</b>	<b>7.65</b>	<b>9.29</b>
<b>% Elongación</b>		<b>137.6</b>	<b>226.4</b>	<b>276.0</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>7 días</b>	<b>8.35</b>	<b>10.85</b>	<b>6.94</b>
<b>% Elongación</b>		<b>102.4</b>	<b>120.0</b>	<b>231.2</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>14 días</b>	<b>14.98</b>	<b>15.27</b>	<b>12.61</b>
<b>% Elongación</b>		<b>68.8</b>	<b>68.8</b>	<b>185.6</b>
<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>28 días</b>	<b>21.36</b>	<b>26.90</b>	<b>21.63</b>
<b>% Elongación</b>		<b>84.8</b>	<b>80.8</b>	<b>173.6</b>

Para revisar la resistencia de los impermeabilizantes a las condiciones alcalinas se cortan cuadros del mismo tamaño que los utilizados para la absorción de agua, pero a diferencia de esa prueba, en esta después de identificar y pesar los cuadros de impermeabilizantes son sumergidos en una solución de NaOH al 10% y se observan los cambios generados después de 14 días en esas condiciones. A continuación, las tablas de las observaciones realizadas:

Tabla 28.- Alcalinidad

<i>Impermeabilizantes 3 años – Formula guía</i>	
<b>Resina utilizada</b>	<b>Observaciones generales</b>
Mowilith A	A los 3 días la película presenta rompimiento mínimo y ligera degradación. A los 7 días presenta mayor rompimiento y ligera degradación.
Mowilith B	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith C	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith D	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith E	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith F	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith F + 2% Coalescente	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mezcla 1:1 (C + D)	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.

Tabla 29.- Alcalinidad

<i>Impermeabilizantes 5 años – Formula guía</i>	
<b>Resina utilizada</b>	<b>Observaciones generales</b>
Mowilith A	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith B	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith C	A los 7 días la película presenta rompimiento de la película
Mowilith D	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith E	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith F	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mowilith F + 2% Coalescente	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.
Mezcla 1:1 (C + D)	Película en buen estado y sin degradación a los 14 días.

### **Evaluación de las pinturas:**

Se prepararon las pinturas a con cada uno de los látex evaluados y se procedió a determinar las propiedades fisicoquímicas de cada una de ellas para revisar las principales diferencias entre ellas y así determinar cuál es la que tiene mejor rendimiento en las pruebas de aplicación:

Tabla 41.- Propiedades de pinturas – Pasta alta calidad

Características	Mowilith W	Mowilith X	Mowilith Y	Mowilith Z
% Sólidos	52.15	52.34	53.00	52.79
Valor pH	8.45	8.40	8.25	8.15
Viscosidad	4,080 cPs (R5/20RPM) a 25°C	4,900 cPs (R5/20RPM) a 25°C	5,700 cPs (R5/20RPM) a 25°C	4,800 cPs (R5/20RPM) a 25°C
Viscosidad KU*	134.45	142.5	81.3	141.73
Dilatancia	4,040 cPs	4,400 cPs	5,160 cPs	4,200 cPs
% Absorción de agua	14.24	19.75	8.00	12.60
Molienda	27	27	20	25
Trabajabilidad	✓	✓	✓	✓
Fluidez (Copa Ford)	Θ = 7'20"	Θ = 9'25"	θ = 7'47"	Θ = 9'00"

Tabla 42.- Propiedades de pinturas – Económica

Características	Mowilith W	Mowilith X	Mowilith Y	Mowilith Z
% Sólidos	51.71	51.67	52.00	51.90
Valor pH	8.32	8.40	8.35	8.40
Viscosidad	7,000 cPs (R5/20RPM) a 25°C	5,900 cPs (R5/20RPM) a 25°C	5,760 cPs (R5/20RPM) a 25°C	7000 cPs (R5/20RPM) a 25°C
Viscosidad KU*	160.19	151.55	95.0	160.19
Dilatancia	6,400 cPs	5,400 cPs	5,560 cPs	6,600 cPs
% Absorción de agua	16.85	21.23	8.37	14.12
Molienda	27	32	21	25
Trabajabilidad	✓	✓	✓	✓
Fluidez (Copa Ford)	Θ = 20'25"	Θ = 15'26"	θ = 13'29"	Θ = 20'20"

\*KU (Krebs units – Unidades Krieb)

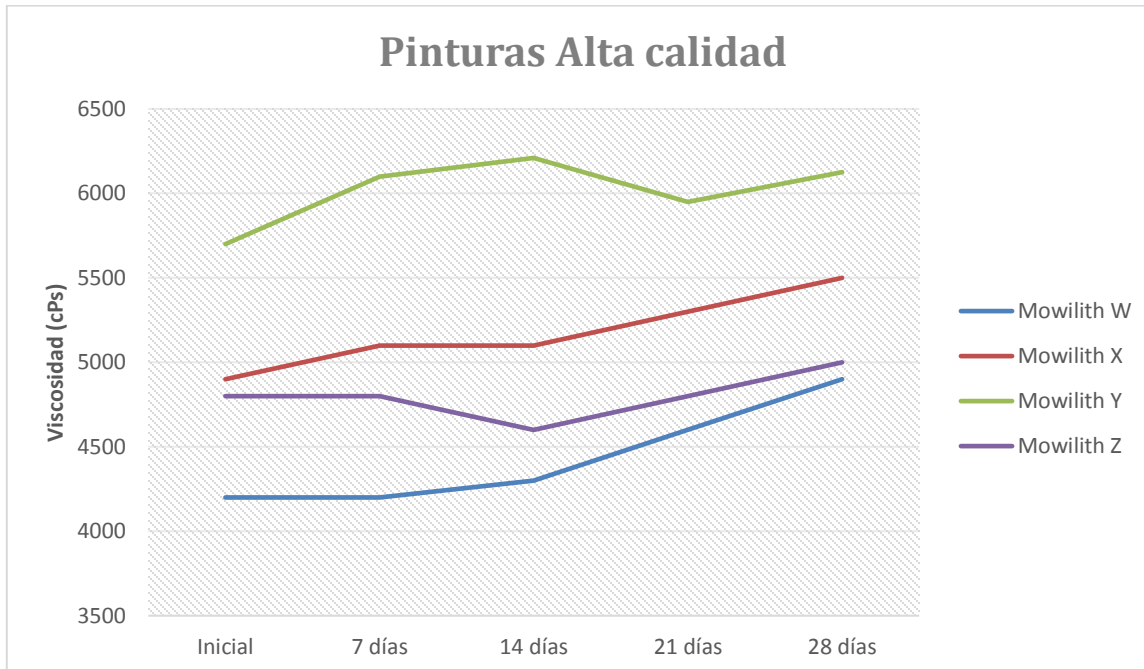
Observaciones: Las pinturas económicas presentan una mayor viscosidad, menos fluidez y debido a que el contenido de látex en la formulación es menor se obtuvo una mayor absorción de agua en la pintura.

Tabla 43.- Estabilidad térmica

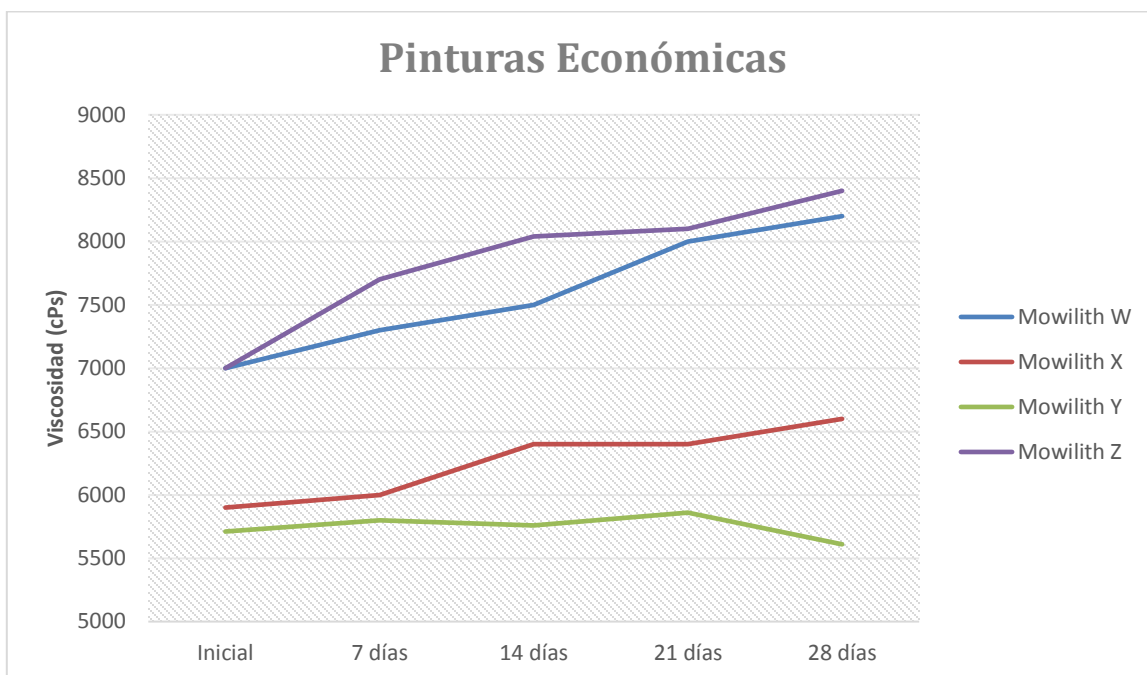
Tiempo a 47.5 °C	Mowilith w		Mowilith X	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
Inicial	4,200 cPs	7,000 cPs	4,900 cPs	5,900 cPs
7 días	4,200 cPs	8,000 cPs	5,100 cPs	6,000 cPs
14 días	4,300 cPs	7,500 cPs	5,100 cPs	6,400 cPs
21 días	4,600 cPs	8,000 cPs	5,300 cPs	6,400 cPs
30 días	4,900 cPs	8,200 cPs	5,500 cPs	6,600 cPs

Tiempo a 47.5 °C	Mowilith Y		Mowilith Z	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
Inicial	5,700 cPs	5,710 cPs	4,800 cPs	7,000 cPs
7 días	6,100 cPs	5,800 cPs	4,800 cPs	7,700 cPs
14 días	6,210 cPs	5,760 cPs	4,600 cPs	8,040 cPs
21 días	5,950 cPs	5,860 cPs	4,800 cPs	8,100 cPs
30 días	6,125 cPs	5,610 cPs	5,000 cPs	8,400 cPs

Gráfica 9.- Estabilidad térmica en pinturas de alta calidad



Gráfica 10.- Estabilidad térmica en pinturas económicas



#### Observaciones:

Para todas las pinturas de alta calidad se observó separación de fases durante la prueba de estabilidad térmica, esto es normal dado que la formulación está diseñada para proteger al producto a esas condiciones de almacenaje porque al separarse las fases se evita la formación de natas y grumos. Para realizar la medición de viscosidades se tuvo que mezclar nuevamente la muestra durante algunos minutos para incorporar ambas fases.

Caso contrario ocurre para las pinturas económicas que presentan formación de natas y consecuentemente un aumento más significativo en la viscosidad. De la misma forma hay una pérdida de volumen en las muestras debido a que se tienen que retirar las natas cada que se realiza una medición de la viscosidad.

Para evitar una pérdida de volumen en las muestras sometidas a esta prueba se colocó una película de polietileno para sellar la tapa del recipiente y evitar pérdida de líquido.

## Alcalinidad

Tabla 44.- Pinturas alta calidad

Tiempo en NaOH 10%	Mowilith W		Mowilith X	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
3 días	Película en buen estado	Completamente rota	Película en buen estado	Mínima ruptura de película
5 días	Mínima ruptura de película	No aplica	Película en buen estado	Mínima ruptura de película
7 días	Película medianamente rota	No aplica	Película en buen estado	Mínima ruptura de película
14 días	Completamente rota	No aplica	Película en buen estado	Mínima ruptura de película

Tiempo en NaOH 10%	Mowilith Y		Mowilith Z	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
3 días	Completamente rota	Completamente rota	Película en buen estado	Película en buen estado
5 días	No aplica	No aplica	Película en buen estado	Película en buen estado
7 días	No aplica	No aplica	Película en buen estado	Película en buen estado
14 días	No aplica	No aplica	Película en buen estado	Película degradada a los 10 días

### Observaciones:

Durante la prueba se puede observar cuales resinas son más propensas a la saponificación y a su vez cuales de ellas tienen en su estructura una mayor exposición de la parte vinílica del copolímero ya que esta parte es la que más se ve afectada por las condiciones alcalinas. En ese mismo sentido podemos decir que aquellas que tienen un buen rendimiento durante esta prueba tienen en su estructura más expuesta la parte acrílica del copolímero lo que les brinda de una protección en condiciones alcalinas.

En aquellas donde la película de pintura es fuertemente atacada se observa formación de espuma al agitar el frasco mientras que en aquellas que no sufrieron muchos cambios no presentan ese fenómeno.

Tabla 45.- Determinación de brillo en pinturas:

	Mowilith W		Mowilith X	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
20°	1.2	1.0	1.3	1.1
60°	3.0	2.0	3.2	2.0
85°	4.6	1.6	5.1	1.7

	Mowilith Y		Mowilith Z	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
20°	1.3	1.0	1.4	1.1
60°	4.2	2.0	4.2	2.1
85°	5.8	1.7	6.9	1.7

Observaciones:

Dado que la formulación guía de la pintura de alta calidad contiene una mayor cantidad de resina observamos que sus brillos son ligeramente mayores a los de la pintura económica que contiene menos y que además tiene un mayor contenido de cargas de tamaño de partícula mayores por lo que la reflexión es menor. En la pintura de alta calidad se tiene más dióxido de titanio lo que brinda de partículas más pequeñas y uniformes a la pintura para que refleje la luz y de más brillo a la aplicación final.

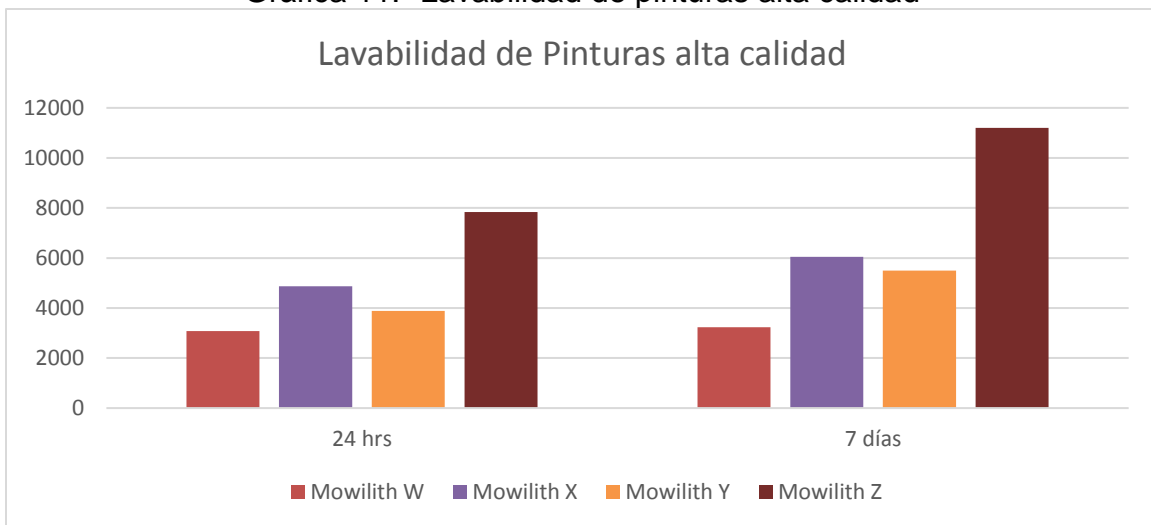
Las pinturas analizadas caen un rango de brillo que corresponde a pinturas mate ya que son base agua y tienen la finalidad de emplearse en el sector arquitectónico, por lo que en este caso el brillo no es una de las variables más importantes a considerar durante el estudio.

Tabla 46.- Lavabilidad de pinturas:

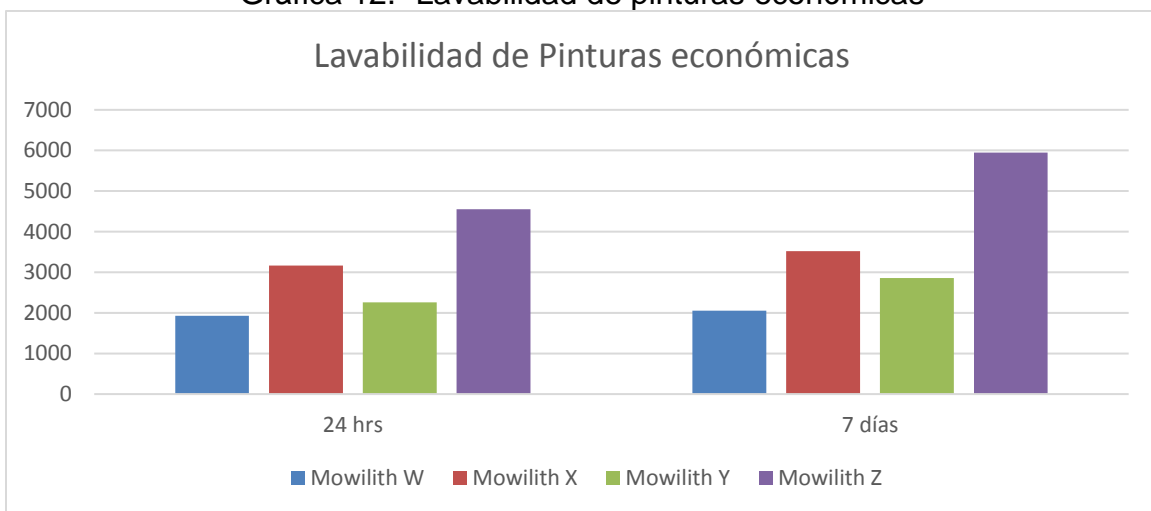
	Mowilith W		Mowilith X	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
24 horas	3,076 ciclos	1,925 ciclos	4,875 ciclos	3,163 ciclos
7 días	3,227 ciclos	2,056 ciclos	6,048 ciclos	3,523 ciclos

	Mowilith Y		Mowilith Z	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
24 horas	3,890 ciclos	2,261 ciclos	7,840 ciclos	4,550 ciclos
7 días	5,490 ciclos	2,857 ciclos	11,205 ciclos	5,945 ciclos

Gráfica 11.- Lavabilidad de pinturas alta calidad



Gráfica 12.- Lavabilidad de pinturas económicas





Propiedades de pinturas con productos modificados:

Tabla 47.- Propiedades de pinturas – Pasta alta calidad

Características	Mowilith W + aditivo	Mowilith X + aditivo	Mowilith Z + Aditivo	Mowilith Z + X (Mezcla 1:1)
% Sólidos	53.14	52.43	52.85	52.14
Valor pH	8.22	8.30	8.17	8.25
Viscosidad	4,900 cPs (R5/20RPM) a 25°C	4,500 cPs (R5/20RPM) a 25°C	5,060 cPs (R5/20RPM) a 25°C	3,700 cPs (R5/20RPM) a 25°C
Viscosidad KU	142.68		144.17	130.25
Dilatancia	4,700 cPs	4,000 cPs	4,600 cPs	3,500 cPs
% Absorción de agua	16.52	17.90	13.83	13.07
Molienda	22	23	24	27
Trabajabilidad	✓	✓	✓	✓
Fluidez (Copa Ford)	Θ = 10'26"	Θ = 7'30"	Θ = 13'15"	Θ = 4'30"

Tabla 48.- Propiedades de pinturas – Económica

Características	Mowilith W + aditivo	Mowilith X + aditivo	Mowilith Z + Aditivo	Mowilith Z + X (Mezcla 1:1)
% Sólidos	51.80	51.61	51.67	49.79
Valor pH	8.30	8.35	8.40	8.41
Viscosidad	7,300 cPs (R5/20RPM) a 25°C	5,900 cPs (R5/20RPM) a 25°C	7,900 cPs (R5/20RPM) a 25°C	4,800 cPs (R5/20RPM) a 25°C
Viscosidad KU	162.39	151.55	166.90	141.73
Dilatancia	6,200 cPs	5,500 cPs	7,050 cPs	4,300 cPs
% Absorción de agua	17.80	19.12	13.83	13.13
Molienda	22	32	24	30
Trabajabilidad	✓	✓	✓	✓
Fluidez (Copa Ford)	Θ = 22'30"	Θ = 13'15"	Θ = 36'20"	Θ = 8'12"

Observaciones:

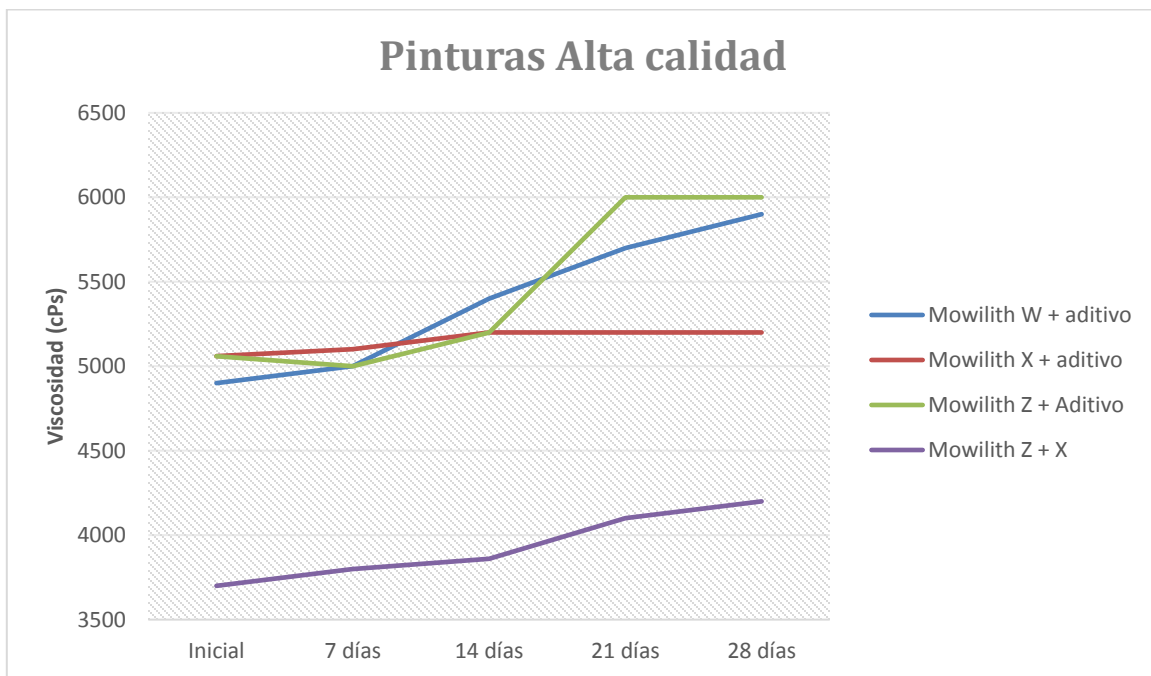
Los productos modificados muestran propiedades fisicoquímicas muy similares entre ellos debido a que la base de la formulación es la misma, sin embargo, la naturaleza del látex empleado en cada pintura es lo que dota de diferencias fundamentales a cada producto. Por ejemplo, la pintura con la mezcla de Mowilith Z + X (Mezcla 1:1) presenta una viscosidad muy inferior a la que presentan las demás pinturas. En las siguientes pruebas es donde se hace evidente lo anterior.

Tabla 49.- Estabilidad térmica

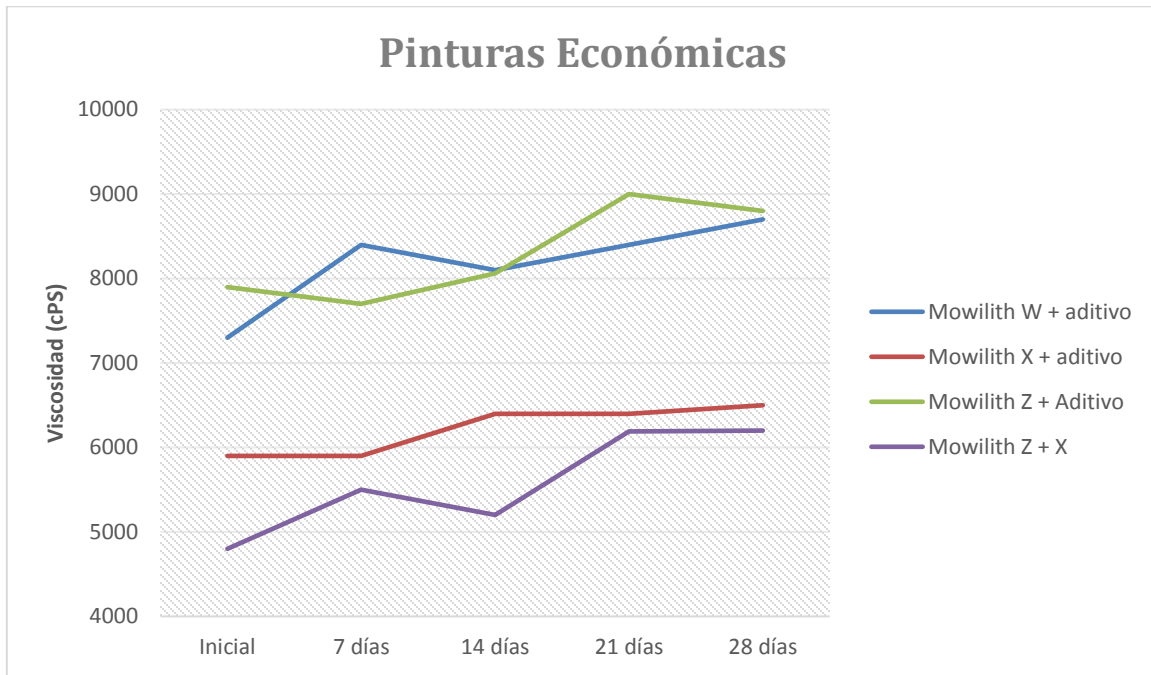
Tiempo a 47.5 °C	Mowilith W + aditivo		Mowilith X + aditivo	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
Inicial	4,900 cPs	7,300 cPs	5,060 cPs	5,900 cPs
7 días	5,000 cPs	8,400 cPs	5,100 cPs	5,900 cPs
14 días	5,400 cPs	8,100 cPs	5,200 cPs	6,400 cPs
21 días	5,700 cPs	8,400 cPs	5,200 cPs	6,400 cPs
30 días	5,900 cPs	8,700 cPs	5,500 cPs	6,500 cPs

Tiempo a 47.5 °C	Mowilith Z + Aditivo		Mowilith Z + X	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
Inicial	5,060 cPs	7,900 cPs	3,700 cPs	4,800 cPs
7 días	5,000 cPs	7,700 cPs	3,800 cPs	5,500 cPs
14 días	5,200 cPs	8,060 cPs	3,860 cPs	5,200 cPs
21 días	6,000 cPs	9,000 cPs	4,100 cPs	6,190 cPs
28 días	6,020 cPs	8,800 cPs	4,200 cPs	6,200 cPs

Gráfica 13.- Estabilidad térmica de pinturas alta calidad - Productos modificados.



Gráfica 14.- Estabilidad térmica de pinturas económicas - Productos modificados.



#### Observaciones:

Todas las pinturas de alta calidad presentan separación de fases a diferencia de las pinturas económicas que no presentan esto y en consecuencia tienen formación de natas que tienen que ser retiradas en cada medición de la viscosidad.

Para evitar un choque térmico en las muestras, al salir de la estufa de calentamiento se dejan enfriar a temperatura ambiente para posteriormente dejarlas a 25°C para determinar su viscosidad.

Aunque se observan algunos puntos en los cuales la viscosidad disminuye el comportamiento que presentan todas las muestras es que tienden a aumentar su viscosidad al estar almacenadas.

## Resistencia a la alcalinidad de pinturas con látex modificados

Tabla 50.- Resistencia a la alcalinidad

Tiempo en NaOH 10%	Mowilith W +aditivo		Mowilith X + aditivo	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
3 días	Película en buen estado	Película completamente rota	Película en buen estado	Película en buen estado
5 días	Película con mínima ruptura	No aplica	Película con mínima ruptura	Película con mínima ruptura
7 días	Película Medio rota	No aplica	Película con mínima ruptura	Película con mínima ruptura
14 días	Película completamente rota	No aplica	Película con mínima ruptura	Película con mínima ruptura

Tiempo en NaOH 10%	Mowilith Z + aditivo		Mowilith Z + X (Mezcla 1:1)	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
3 días	Película en buen estado	Película en buen estado	Película en buen estado	Película en buen estado
5 días	Película en buen estado	Película en buen estado	Película en buen estado	Película en buen estado
7 días	Película en buen estado	Película en buen estado	Película en buen estado	Película en buen estado
14 días	Película degradada a los 10 días	Película degradada a los 10 días	Película en buen estado	Película en buen estado

### Observaciones:

Únicamente las películas de Mowilith LDM Z + X (Mezcla 1:1) son las que presentaron una degradación en condiciones alcalinas. Las demás aplicaciones únicamente presentaron ruptura.

En las aplicaciones completamente rotas y en las películas degradadas se presenta espuma al agitar, lo que nos indica saponificación. En las que se encuentran en buen estado la espuma es mínima a la vista.

Tabla 51.- Determinación de brillo en pinturas:

	Mowilith W + aditivo		Mowilith X + aditivo	
	Alta calidad	Media calidad	Alta calidad	Media calidad
20°	1.2	1.0	1.2	1.1
60°	3.2	1.9	2.5	2.0
85°	4.6	1.6	4.8	1.8

	Mowilith Z + aditivo		Mowilith Z + X (Mezcla 1:1)	
	Alta calidad	Media calidad	Alta calidad	Media calidad
20°	1.3	1.1	1.3	1.1
60°	3.9	2.0	4.1	2.1
85°	6.4	1.6	6.9	1.7

Tabla 52.- Lavabilidad de pinturas:

	Mowilith W + aditivo		Mowilith X + aditivo	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
24 horas	6,511 ciclos	3,525 ciclos	5,643 ciclos	3,370 ciclos
7 días	6,660 ciclos	3,575 ciclos	6,598 ciclos	3,618 ciclos

	Mowilith Z + aditivo		Mowilith Z + X (Mezcla 1:1)	
	Alta calidad	Económica	Alta calidad	Económica
24 horas	7,175 ciclos	4,440 ciclos	8,745 ciclos	5,079 ciclos
7 días	9,100 ciclos	5,715 ciclos	9,620 ciclos	5,972 ciclos

Tabla 15.- Lavabilidad de pinturas alta calidad con productos modificados

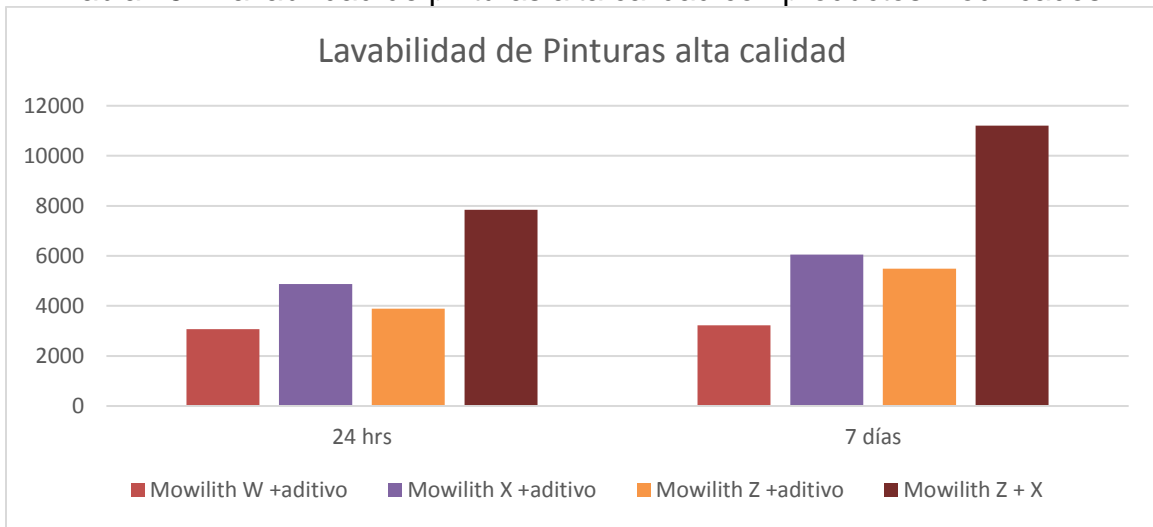
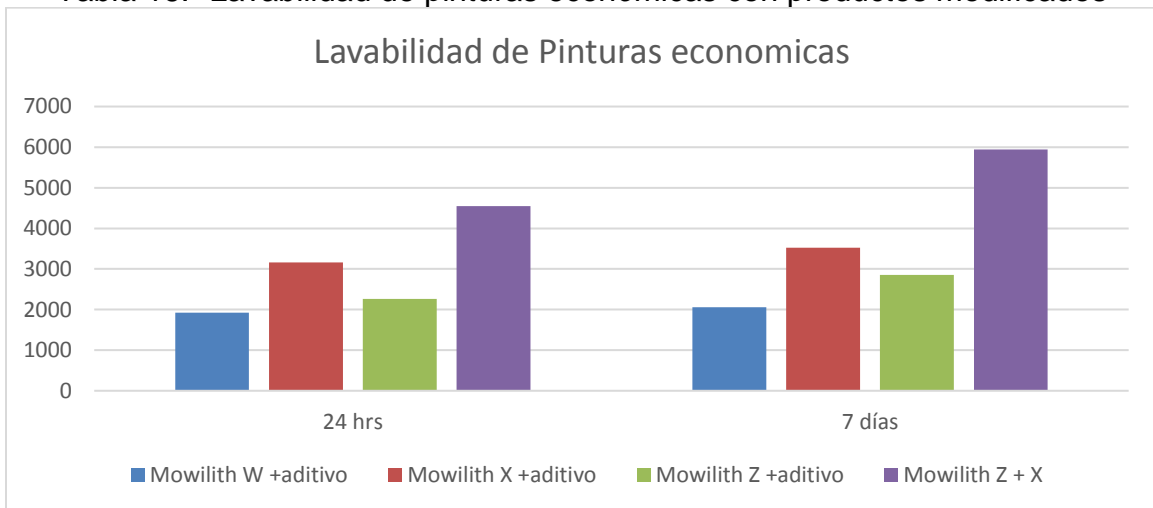


Tabla 16.- Lavabilidad de pinturas económicas con productos modificados



## **Análisis de resultados:**

### **Impermeabilizantes:**

Para tener un panorama más limitado a los objetivos del proyecto se acotó el análisis a los látex que brindan los mejores resultados para los impermeabilizantes, y son tres las propiedades fundamentales para la elección de la mejor opción.

- Baja o nula absorción de agua
- Resistencia a condiciones alcalinas
- Resistencia a la elongación.

Como látex vemos que hay tres que nos brindan estas propiedades, ya que presentan los valores más altos o con mejores rendimientos. Por ejemplo, en la gráfica 1 observamos el % de elongación, las tres con los mejores resultados en orden de mayor a menor son:

1° Mowilith A      2° Mowilith E      3° Mowilith B

Pero en lo que respecta a impermeabilizantes; los 3 látex que presentan la mejor elongación después del envejecimiento durante 28 días ordenadas de mayor a menor son:

1° Mowilith A      2° Mowilith B      3° Mowilith E

De la misma manera si observamos la tabla 14 vemos que los látex que presentan mayor adherencia al sustrato (vidrio) en condiciones húmedas son:

1° Mowilith E      2° Mowilith D      3° Mowilith F

En las gráficas 3 y 4 correspondientes a los datos de absorción de los impermeabilizantes preparados observamos en primera instancia que entre más tiempo pase, el impermeabilizante “se cura”, es decir, termina de adquirir todas sus propiedades, por lo que conforme pasa el tiempo absorbe menos agua. Los látex con los mejores rendimientos son nuevamente:

1° Mowilith E      2° Mowilith D      3° Mezcla C+D

Con estos resultados podemos observar que el mejor látex resulta ser Mowilith E ya que tiene propiedades de repelencia al agua, elongación y resistencia a las condiciones alcalinas (Como el cemento del techo de las casas). Aunque resulta ser el mejor látex, en las pruebas de estabilidad térmica los impermeabilizantes, presenta gelificación, es decir, que no podrían ser almacenados o permanecer bajo inventario, por tal razón dicho látex tiene esa limitante, misma que puede ser coadyuvada al colocar mayor cantidad de coalescente en la formulación guía.

Algo muy similar sucede con los látex Mowilith D y la mezcla C+D; tienen baja absorción de agua, buena elongación y no cambian su apariencia al ser expuestas a condiciones alcalinas, la cuestión con estos látex es que presentan cierto endurecimiento durante la prueba de envejecimiento (Estabilidad térmica), por lo que la propuesta en la formulación será la misma que para el látex Mowilith E.

Por otro lado, al utilizar un coalescente para mejorar la unión de las partículas en la emulsión vemos que no hay una mejora significativa, por lo que esa opción queda descartada para este proyecto. Aunque incorporando una mayor cantidad del mismo coalescente en el impermeabilizante si existe mejoría.

En el caso en el que se mezclaron 2 látex, se buscaba complementar las propiedades de cada una de ellas con la de la otra, pero los resultados tampoco favorecieron los resultados de acuerdo con los objetivos del estudio.



Con base a lo anteriormente mencionado observamos que tendremos 3 resinas con características muy particulares, pero a su vez muy similares en términos de su aplicación en impermeabilizantes:

- ✓ Mowilith E
- ✓ Mowilith D
- ✓ Mowilith A

Gráfica 7.- Comparativo de látex

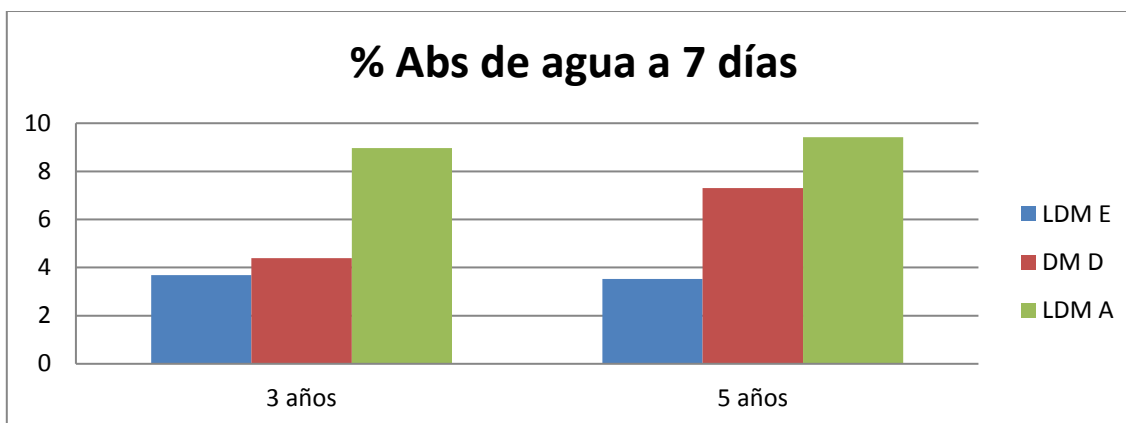


Tabla 30.- Comparativo de impermeabilizantes:

	Absorción de agua	Elongación	Resistencia	Estabilidad al envejecimiento	Trabajabilidad
<b>Mowilith E</b>	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓
<b>Mowilith A</b>	✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
<b>Mowilith D</b>	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓	✓ ✓ ✓

**Pinturas:**

Durante la evaluación en aplicación de los látex en pinturas se tienen pruebas que tienen algunas condiciones especiales. Por ejemplo, al aplicar la pintura sobre la cartulina plástica (leneta), tanto para determinar brillo como para llevar a cabo la prueba de lavabilidad, dicha aplicación se deja secar a las mismas condiciones de temperatura y de humedad (25°C 60% humedad) dentro de un cuarto climatizado para que con esto se obtengan datos comparativos más representativos y con menor margen de error.

Del mismo modo que se hizo con las pastas de los impermeabilizantes, en las pinturas se preparó un solo lote de pasta de cada tipo con la finalidad de que la pasta estándar preparada no tuviera diferencias significativas durante la evaluación de los látex. Esto asegura que los datos de molienda reportados en las tablas 41, 42, 47 y 48 son lo suficientemente representativos para observar la compatibilidad de la pasta con los látex evaluados, ya que a menor medida de molienda hay una mayor compatibilidad entre el látex y la pasta, lo que dará pinturas con mejor brillo y mejor adherencia a los sustratos sobre los cuales sea aplicado el producto.

Otro análisis que se puede hacer respecto a los datos obtenidos en la experimentación es que el látex Mowilith X es aquel que tiene un mejor desempeño durante la prueba de aceptación de cargas. Esto indica que la dispersión de las cargas y el pigmento durante la elaboración de la pintura son muy buenos, y ayuda a que la pintura tenga características particulares. Esto a su vez indica que el látex o la pintura son más adaptables a la hora que se aplican sobre superficies que no fueron tratadas previamente, tanto en términos de higiene como en uniformidad.

En lo referente a los productos modificados se observa que el aditivo empleado en los látex tiene un mejor desempeño en el látex Mowilith Y, es decir que el surfactante brinda de una mejor dispersión de las partículas, lo que dota al látex de mejores resultados en aplicación, ya que a diferencia de los demás en este caso si hay una modificación muy evidente en las propiedades de la pintura, que la mejoran y le brindan mayor desempeño en algunas de las pruebas como la elongación y la viscosidad, por mencionar algunas.

Otra situación que es muy evidente con respecto a los productos modificados es que todos mejoran su elongación alrededor de un 10% promedio con respecto al látex evaluado inicialmente, esto quiere decir que el aditivo los dota de una mayor resistencia a la ruptura y en pruebas de aplicación esto ayuda a la pintura a mantenerse sin agrietamientos o a impedir que las fallas estructurales del sustrato donde se aplica se hagan evidentes fácilmente a la vista del usuario.

Del mismo modo la viscosidad de los productos modificados disminuye con respecto a la del látex original, esto ayuda a que la trabajabilidad (que se refiere a la resistencia cualitativa que presenta la pintura al ser aplicada en el sustrato, ya sea con brocha o rodillo) en pinturas económicas mejore considerablemente ya que la resistencia al momento de aplicar es menor y facilita su uso común.

Sin embargo, se observa que la tendencia de los productos originales y los productos modificados es prácticamente la misma durante la prueba de envejecimiento, es decir, tiende a incrementarse la viscosidad de las muestras analizadas hasta en un 10% sin importar si se trata de una formulación de alta calidad o económica.

Otra propiedad que si se modifica con el uso del aditivo es la adherencia y la resistencia al frote ya que se observa que todos los productos modificados tienen un incremento en los ciclos de lavado y que resisten más antes de llegar al desgaste, lo que sugiere que si se requieren pinturas lavables debemos incluir el aditivo en futuras formulaciones.

En el caso de Mowilith W + Aditivo es donde se observa mayor incremento en ciclos de lavado ya que aumenta hasta un 40% la resistencia. Enseguida se tiene la mezcla de Mowilith Z + X la cual presenta un incremento de 15% de ciclos de lavado con respecto a los látex individuales. Y por último se encuentran el Mowilith X + aditivo y el Mowilith Z + aditivo en las cuales el incremento en esta prueba es del 10% respecto a los látex empleados inicialmente.

Por el brillo que se observa reportado en las tablas prácticamente todas son consideradas mate y en consecuencia esta propiedad no brinda un valor comparable entre los látex utilizados. Aunque si se puede ver por ejemplo que las pinturas con Mowilith Z y la mezcla 1:1 de Mowilith z + Mowilith X son los presentan los mejores datos de brillo al alcanzar un 20% más de brillo.

Al igual que en los impermeabilizantes, en las pinturas se debe acotar el análisis de resultados a las pruebas de aplicación que definen de manera muy general la funcionalidad de una pintura y las características que brindan de valor agregado a dicho producto. Algunas de esas pruebas son:

- Resistencia a las condiciones alcalinas
- Alta lavabilidad y resistencia al envejecimiento.
- Resistencia a pruebas de intemperismo.

En la tabla 44 y 50 se muestra el desempeño de las pinturas en ambientes alcalinos y se puede observar que el Mowilith X y el Mowilith Z tienen buenos resultados, pero al agregar aditivos o mezclados entre sí, generan una mayor resistencia a esas condiciones, por lo que se puede decir que el orden en el que quedan los látex de mayor a menos resistencia es:

1° Mowilith Z+X (Mezcla 1:1)      2° Mowilith X + aditivo      3° Mowilith Z

Para el caso de la lavabilidad en las pinturas preparadas se tiene que los que presentan mejor desempeño conforme la muestra va secando en el sustrato son:

1° Mowilith Z+X (Mezcla 1:1)      2° Mowilith Z      3° Mowilith X + aditivo

Por ultimo en las pruebas de envejecimiento, como se describió en las observaciones de las tablas 43 y 49, la separación de fases que presentan las pinturas de alta calidad la dotan de protección adicional a la vida en anaquel, pero aun con ello se pueden ver comportamientos diferentes las resinas durante la prueba, lo que se busca es que la viscosidad y la apariencia de las mismas se mantenga lo más constante posible, así que los látex que más se acercan a esto son:

1° Mowilith Z      2° Mowilith X      3° Mowilith X + aditivo

La última prueba y la más determinante para los polímeros en aplicaciones como pinturas e impermeabilizantes es el intemperismo acelerado.

Esta prueba se realiza en un equipo intemperimetro (Marca QUV Serie LU-0801) que de manera programada recrea ciclos de humedad, condiciones de temperatura y radiación a la que son expuestos los materiales en su uso común, esto con el fin de ver la resistencia del polímero a dichas condiciones.

En este proyecto estaba considerado emplear los datos arrojados por el QUV para ver una aproximación más real a las condiciones a las que se emplean los productos, pero debido a una falla en el equipo no pudieron realizarse y en consecuencia esta prueba quedo anulada. Así que únicamente se tomaran en cuenta los resultados previamente realizados.

Tabla 53.- Comparativo de látex en pinturas (Sin considerar el tipo de pasta):

	<b>Resistencia a la alcalinidad</b>	<b>Lavabilidad</b>	<b>Estabilidad térmica</b>	<b>Absorción de agua</b>	<b>Trabajabilidad</b>
<b>Mowilith Z + X</b>	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓
<b>Mowilith X + aditivo</b>	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓
<b>Mowilith Z</b>	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓	✓ ✓

	<b>Intemperismo acelerado</b>	<b>Viscosidad</b>	<b>Ausencia de Dilatancia</b>	<b>Brillo</b>
<b>Mowilith Z + X</b>	No aplica	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓
<b>Mowilith X + aditivo</b>	No aplica	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓
<b>Mowilith Z</b>	No aplica	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓

## **Conclusiones:**

### **Proyecto de impermeabilizantes:**

Se utilizaron dos grupos de látex para realizar el estudio comparativo en impermeabilizantes, la primera fue un grupo de látex con una base de estireno más ésteres de ácido acrílico y el segundo grupo está conformado con bases de ésteres del ácido acrílico. Entre ambos grupos los segundos son los que dominan las pruebas de aplicación por lo que se puede concluir que los látex a partir de ésteres de ácido acrílico son los más adecuados para usar en impermeabilizantes.

Algo que se observa en la industria de los látex es que aquellos que tienen un mayor contenido de sólidos tienden a ser más caros, esto debido a que esa propiedad brinda mejores desempeños y propiedades a la hora de realizar la aplicación. Contrario a lo anterior, en el estudio comparativo podemos concluir que uno de los látex con menor cantidad de sólidos brinda mejores rendimientos ya en uso final dentro de una formulación de impermeabilizantes, es decir, el número de sólidos no es necesariamente una propiedad determinante en el desempeño del látex en aplicación.

Aunque una alta elongación en los látex refleja una gran resistencia estructural y mecánica en la aplicación final, se observa que aquellos que presentan menos elongación brindan otras propiedades más trascendentes como la absorción y la adherencia, así que, en impermeabilizantes de uso doméstico o común, se recomienda el empleo de látex en la formulación para tener mejores rendimientos de durabilidad y permeabilidad.

Otra conclusión a la que se llega con este estudio es que entre las formulaciones guía, tanto de 3 años como de 5 años, se observa una correspondencia entre dos propiedades: Absorción de agua con respecto al tiempo y cantidad de cargas en las formulaciones mencionadas.

En los impermeabilizantes de 3 años se muestra que al paso del tiempo la absorción de agua se disminuye. Esto es un comportamiento que de cierto modo parece lógico ya que el agua y en general todos los disolventes en la formulación se evaporan, hacen que el polímero y las cargas se aglomeren y generen la película seca que impide el paso del agua. Sin embargo, en los impermeabilizantes de 5 años ocurre exactamente lo contrario; se muestra un aumento en la absorción de agua al pasar el tiempo y esto se explica debido a que la cantidad de cargas es menor, en consecuencia, la película tiene menor aglomeración de cargas y permite más paso de agua. Ahora bien, la formulación de 3 años tiene menor contenido de látex que la de 5 años, esto es lo que le brinda a los impermeabilizantes de 5 años mayor adherencia y durabilidad, pero no precisamente los mejores resultados en absorción de agua.

Se puede concluir también que la adición de una pequeña cantidad de coalescente los látex en el presente proyecto no le brindan de mejores propiedades para que presente mayores rendimientos durante pruebas de aplicación. Del mismo modo ocurre con la mezcla de látex en el proyecto de impermeabilizantes, ya que no resultó adecuado mezclar diferentes tipos de látex para tratar de mejorar las propiedades del producto final.

Cada impermeabilizante puede ser adecuado a las características del látex que llevará en su formulación para optimizar sus propiedades ya que utilizar la misma formulación guía para diferentes no es la mejor opción. Aunque usar la misma base ayudó a que algunas de las pruebas no tuvieran mucha variación como en el caso de la resistencia la alcalinidad y estabilidad térmica.

Todos los látex aprobaron las pruebas de calidad para ser comercializados en el mercado, aunque no necesariamente para el sector de los impermeabilizantes, ya que algunos de ellos también son empleados en pinturas, selladores o algún otro tipo de recubrimiento.



## **Proyecto de pinturas:**

En el proyecto de pinturas todos los látex empleados fueron para formular pinturas vinil acrílicas, todas con un número similar de sólidos. Para este caso el número de sólidos totales tanto del látex como de la pintura formulada no son determinantes para las pruebas de aplicación puesto que esto no determino el desempeño.

Todas las pinturas presentan buena fluidez, lo que las dota de buena trabajabilidad. En ese sentido, los látex presentan altos tiempos de secado y curado, lo que supone que las pinturas tendrían este comportamiento, sin embargo, los tiempos de secado son cortos. Un ejemplo de lo anterior es que las pruebas de lavabilidad comienzan 24 hrs después de la aplicación, es decir, en menos de 24 hrs la película de pintura ya está seca.

También se puede concluir que en caso contrario a lo que sucede en los impermeabilizantes, en las pinturas el hecho de adicionar un nuevo surfactante o realizar mezclas de látex para buscar mejoras dentro de las pruebas de aplicación si resultaron adecuadas ya que el mejor desempeño del proyecto lo presentó una mezcla de látex y un látex modificado con el uso de un nuevo surfactante.

Se muestra claramente que la cantidad de látex en cada una de las formulaciones guías es la que hace la diferencia para obtener mejores desempeños en pruebas determinantes para la pintura como: lavabilidad, estabilidad térmica y brillo.

Todos los látex evaluados presentan reemulsificación en presencia prolongada de agua, pero en pinturas la absorción de agua es baja debido a la aglomeración y acomodo de cargas durante la preparación de la pintura ya que la mayoría de los látex evaluados son más compatibles con cargas de tamaño de partícula grande, como el  $\text{CaCO}_3$  utilizado.

Todos los látex evaluados durante el proyecto de pinturas fueron aprobados por el laboratorio de control de calidad y posteriormente por el laboratorio de servicio técnico para su comercialización, tanto para el sector pinturas como para otros sectores.

El terpolímero utilizado durante este proyecto (Mowilith Z) es sin lugar a duda el mejor látex en el proyecto de pintura, lo que muestra que tener polímeros o látex versátiles, responden de mejor forma un abanico más amplio de aplicaciones, ya que por sus características puede ser empleado en diferentes sectores. Este tipo de terpolímeros tienen alta resistencia a medios alcalinos.

Los látex versátiles, VeoVa® o ésteres vinílicos del ácido versático corresponden a una gama de productos especializados de marca registrada que se comercializan como aditivos o látex para la producción de resinas con características definidas y que se caracterizan por proveer a la película de látex seco de una mejor elasticidad y resistencia a condiciones alcalinas principalmente.

### **Conclusiones generales:**

El mejor látex para el proyecto de impermeabilizantes llevado a cabo es un éster del ácido acrílico: Mowilith E.

El mejor látex para el proyecto de pinturas llevado a cabo es un terpolímero de acetato de vinilo, ésteres acrílicos y éster vinílico: Mowilith X y Mowilith Z.

Emplear el nuevo surfactante en el proyecto de impermeabilizantes fue perjudicial para las pruebas de aplicación, mientras que en el proyecto de pinturas se obtuvieron beneficios para los productos finales.

En impermeabilizantes usar dicho componente resultó en productos poco resistentes a condiciones alcalinas, con baja estabilidad y vida en anaquel y una mayor absorción de agua.

En las pinturas el uso de ese componente dio como resultado, una mejor adherencia de la pintura al sustrato, mejoras en pruebas de elongación y mayor resistencia a condiciones alcalinas.

Cuando sea económicamente viable o comercialmente conveniente realizar un proyecto para un cliente en específico, se recomienda adecuar las formulaciones guía de modo que los clientes obtengan el producto que brinde las condiciones óptimas para su producto final.

## Referencias:

- [1] <http://emulsions.archroma.com/about-us/>
- [2] Billmeyer J. Fred W. "Ciencia de los polímeros" Editorial Reverte, Barcelona España 2004, P 5.
- [3] Chern, Chorng-Shyan. "Principles and Applications of Emulsion Polymerization" Wiley VCH, EUA 2008.
- [4] Bernhard Schrader, "Infrared and Raman Spectroscopy" Editorial VCH, Alemania 1995.
- [5] Schweigger Enrique, "Manual de Pinturas y recubrimientos plásticos" Ediciones Díaz, de Santos, España 2005.
- [6] <https://es.wikipedia.org/wiki/Impermeabilizante>
- [7] <http://www.adendorf.net/brillometro-de-20-60-85-1999-gu-p-386.html>
- [8] [http://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/theory/appearance/es/Intro\\_Brillo.pdf](http://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/theory/appearance/es/Intro_Brillo.pdf)
- [9] Carbonell Calvo Jordy, "Pinturas y Barnices. Tecnología básica", Díaz de Santos, España 2014

## Bibliografía:

- Rodríguez Ferdinand. "Principios de sistemas de polímeros" Editorial El manual moderno, México 1984.
- Hammond Paula. "Processing Approaches: Emulsion Polymerization Processes" OCW-MIT. EUA 2006.
- Odian G. "Principles of Polymerization" 2nd ed., Wiley Interscience, New York, 1981.
- Gilbert, R. G., "Emulsion Polymerization", Academic Press, New York, 1995.
- C.D. Anderson E.S. Daniels "Emulsion Polymerization and latex applications" Rapra Technology, UK 2004.
- [http://www.detextiles.com/informaciones\\_en\\_espanol.html](http://www.detextiles.com/informaciones_en_espanol.html)

- Athey D. Robert Jr. "Emulsion Polymer technology" Marcel Dekker Inc. EUA 1991.
- <http://www.glossmeters.com/gloss-meter.html>
- Manual de métodos de trabajo de Laboratorio de servicio técnico y aplicación. Archroma Emulsions México.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- Gardon J. L, "Emulsion Polymerization I. Recalculation and Extension of SmithEwart Theory". J. Polym. Sci., 1968.
- Caprari, J.J., Pinturas. Ed. J.M. Martínez, Vol. 1. Red CYTED VIII, España, 2003.
- Lambourne, R., Paint composition and applications: a general introduction, Paint and Surface Coatings, Theory and Practice, Segunda edición, Ed., Woodhead Publishing Ltd, Inglaterra, 1999.
- Schweigger Enrique, "Manual de pinturas y recubrimientos plásticos", Ediciones Díaz de Santos, España, 2005.

Otras fuentes consultadas:

- Química Hoechst de México S.A. "Manual de Mowilith" Farbawerke Hoechst, México 1971.
- Manual de métodos de trabajo del Laboratorio de calidad. Archroma Emulsions México.
- <http://www.inpralatina.com/201606076385/articulos/pinturas-y-recubrimientos/pvc-y-pvc-critico.html>

## Anexos

### División Eteres Celulósicos & Polimerizados

---

## ®Mowilith DM 611 aprox. 50 %

### Hoja Técnica *Preeliminar*

#### Características

Mowilith DM 611 es una dispersión copolimera a base de estireno y un éster del ácido acrílico, de viscosidad media y tamaño de partícula fino. La película seca presenta un film claro, libre de rajaduras y flexible. Esta dispersión

tiene muy buena resistencia al agua y buena estabilidad frente a los álcalis. Mowilith DM 611 posee una muy alta capacidad de aceptación de cargas y de pigmentos y se utiliza fundamentalmente como ligante en la fabricación de pinturas y revestimientos plásticos, también puede ser utilizado como materia

prima para distintos adhesivos para la construcción.

**Emulsionante / Coloides protector:**

**Agentes Tensioactivos.**

#### Valores Característicos

*Estos datos son determinados por nuestro laboratorio de Control de Calidad para cada lote después de su fabricación.*

	Unidad	Valor
<b>Contenido de Sólidos</b> (DIN 53 189 / ISO 1625)	%	50 ± 1
<b>Viscosidad (ISO 2555; 23 °C)</b> Viscosímetro Brookfield RVT; Aguja 5; 20 ml <sup>-1</sup>	cP	5500 - 9500
<b>Valor pH</b> (DIN 53 785 / ISO 1148)	-	7,0 - 9,0

Estas informaciones corresponden al estado actual de nuestros conocimientos y pretenden instruirles acerca de nuestros productos y sus posibles aplicaciones.

Con ello no quedan garantizadas propiedades específicas de los mismos ó su aplicación para un uso concreto. Se habrán de tener en cuenta posibles derechos de propiedad industrial.

® = Marca Registrada Agosto 1998

Clariant ( Colombia )  
División CP - Eteres Celulósicos & Polimerizados  
Carrera 77 A # 45 - 61 Santafé de Bogotá  
Tel.: (57) (1) 5460231 ó (57) (1) 5460232  
Fax: (57) (1) 5460294

Clariant ( Venezuela )  
División CP - Eteres Celulósicos & Polimerizados  
Calle Los Vegas, Urb. Ind. La Trinidad  
Apto. 80.222, Caracas 1080-A  
Tel.: (58)(2) 903.3267 Fax: (58)(2) 903.3279

## ®Mowilith DM 765 aprox. 50 %

Hoja Técnica **preeliminar**

### Generalidades

Mowilith DM 765 aprox. 50 % es una dispersión copolimera acuosa, a base de éster acrílico y estireno.

Emulsionante / Coloide protector:

Surfactantes.

### Campos de Aplicación

Mowilith DM 765 aprox. 50% puede ser usado particularmente con componentes de los recubrimientos flexibles, sistemas de revestimiento y revoques a base de resinas sintéticas.

### Valores Característicos

Estos datos son determinados por nuestro laboratorio de Control de Calidad para cada lote después de su fabricación.

De la Dispersión	Unidad	Valor
Contenido de Sólidos (DIN 53 189 / ISO 1625)	%	50 ± 1
Viscosidad (ISO 2555; 23 °C) Viscosímetro Brookfield-RVT; Aguja 5; 20 min <sup>-1</sup>	cP	4000 - 11000
Valor pH (DIN 53 785 / ISO 1148)		7,5 - 9,5

Se trata de un producto cuyo datos no son definitivos.

# ®Mowilith LDM 7900

Technical Data Sheet

Version - Issue 09/2002

## Characteristics

Mowilith LDM 7900 is a plasticizer-free aqueous dispersion based on acrylic acid esters and modified with styrene.

## Stabilization

Surfactants

## Recommended Application Areas

Elastomeric wall coatings

Elastomeric roof coatings

## Specification

These technical data are determined for each lot before its release by our Quality Control Laboratory.

	Unit	Value	
Solids content (DIN 53 189 / ISO 1625)	%	55 ±	1
Viscosity (ISO 2555; 23 °C) Brookfield viscometer RVT; spindle no. 2; 20 min <sup>-1</sup>	mPa·s	500 ±	300
pH value (ISO 976)		8.5 ±	0.5