



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**"Influencia del viniltrimetoxisilano como promotor de
adherencia por polimerización en pintura satinada"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

Bachiller SIMPERTEGUI ROJAS LALY JUDITH

LAMBAYEQUE- PERU

2019

“Influencia del viniltrimetoxisilano como promotor de adherencia por polimerización en pintura satinada”

Bachiller SIMPERTEGUI ROJAS LALY JUDITH

TESISTA

M.Sc. RUBEN DARIO SACHUN GARCIA

ASESOR

LAMBAYEQUE – PERU

2019

DEDICATORIA:

A mi madre, Flora, por su incondicional apoyo
y amor que ha sido la causa de todos mis
éxitos incluyendo la culminación de esta tesis.

A mis abuelos, Eloy y Margarita, quienes
desde el cielo guían mi camino.

A Dios por guiarme en un sendero de
oportunidades

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a mi madre, que ha dado todo el esfuerzo para que alcance a culminar esta etapa de mi vida.

A la Facultad de Ingeniería Química e Industrias alimentarias de la UNPRG, por el apoyo y orientación considerada de los maestros hacia mi persona.

A mi Asesor RUBEN DARIO SACHUN GARCIA por la orientación técnica y profesional que me brindó para realizar esta tesis.

Finalmente, a todas aquellas personas que siempre me brindaron su apoyo incondicional para la realización de esta tesis.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO 1: FUNDAMENTO TEORICO	5
1.1. Pintura	5
1.1.1. Principales tipos de pintura.....	5
1.1.2. Componentes De Una Pintura.....	6
1.1.3. Propiedades específicas de las pinturas:	8
1.4. Polimerización	9
1.4.1. Procesos de polimerización.....	10
1.4.2. Componentes principales de una polimerización	13
1.2. Promotores de adherencia y agentes de acoplamiento	19
1.3. Viniltrimetoxisilano (VTMO)	23
1.3.1. Propiedades y aplicaciones del Viniltrimetoxisilano (VTMO)	24
CAPITULO 2: MATERIALES Y METODOS	26
CAPITULO 3: RESULTADOS	35
3.1. Evaluación de propiedades básicas de la resina patrón	35
3.2. Formulaciones establecidas de la resina para polimerización con diferentes concentraciones de VTMO.	36
3.3. Resultados de polimerización de la resina vinil-acrítica	42
3.4. Resultados de estabilidad de las resinas.	43
3.5. Evaluación de parámetros básicos de las muestras de pintura satinada	45
3.6. Resultados de resistencia al frote húmedo de las muestras de pintura satinada.	45
CAPITULO 4: DISCUSIÓN	48
CAPITULO 5: CONCLUSIONES	49
CAPITULO 6: RECOMENDACIONES	51
CAPITULO 7: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
CAPITULO 8: ANEXOS	54

RESUMEN

Actualmente la competencia a nivel mundial en la industria de resinas poliméricas y pinturas se ha intensificado, y busca mejorar calidad de producto, obtener una pintura con mejores cualidades y características (dureza, resistencia al frote, brillo, poder cubriente) que proporcione adecuada protección de la intemperie y medio ambiente, como temperatura, humedad, erosión, etc.

La presente investigación tiene por objetivo determinar la influencia de la concentración del viniltrimetoxisilano por polimerización como promotor de adherencia y esta resina polimerizada ser aplicada en pintura satinada la cual dé como resultado alta resistencia al frote húmedo.

Para ello se evaluó las concentraciones del viniltrimetoxisilano en la resina vinil-acrílica donde se plantea que a mayor concentración será mayor la resistencia al frote en la pintura. Evaluadas en 6 concentraciones distintas (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.35%, 0.4% y 0.5%) de la formulación de la resina para determinar la concentración óptima de dicha mezcla. Estas formulaciones fueron polimerizadas a nivel laboratorio (pilotos) 4 kg cada una y evaluadas en sus parámetros físicos: viscosidad, sólidos, pH y estabilidad; para ser comparadas con una resina patrón a la cual se pretende llegar en todas sus características.

Finalmente, esta resina vinil-acrílica es aplicada en pintura satinada para ser evaluada y determinar la resistencia al frote húmedo comparada con la resina patrón. Este método se basa en la norma ASTM D2486-17, "Métodos de prueba estándar para la resistencia al frote de pinturas para paredes" ;

Al finalizar las pruebas realizadas se concluye que, si influye la concentración del VTMO en la formulación de la resina como promotor de adherencia en la pintura, siendo 0.35% la concentración optima, ya que a mayores concentraciones tiende a afectar la estabilidad de ésta y no mejora los ciclos en la resistencia al frote.

Palabras clave: Promotor de adherencia, Viniltrimetoxisilano, Polimerización.

ABSTRACT

Currently, worldwide competition in the polymer resins and paints industry has intensified, and the aim is to improve the quality of the product, obtain a paint with better qualities and characteristics (hardness, rub resistance, gloss, hiding power) that provides the adequate protection of the inclemency and the environment, such as temperature, humidity, erosion, etc.

The objective of the present investigation is to determine the influence of the concentration of vinyltrimethoxysilane by polymerization as an adhesion promoter and this polymerized resin will be applied in satin paint which results in high wet rub resistance.

To this end, the expressions of vinyltrimethoxysilane in the vinyl-acrylic resin where the highest concentration of rub resistance in the paint is presented are evaluated. Evaluation in 6 different options (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.35%, 0.4% and 0.5%) of the resin formulation to determine the optimum concentration of said mixture. These formulations were polymerized at the laboratory level (pilots) 4 kg each time they were evaluated in their physical parameters: viscosity, solids, pH and stability; to be compared with a resin pattern to which it is intended to reach all its characteristics.

Finally, this resin is applied to the satin paint to be used and determine the wet rub resistance compared to the standard resin. This method is based on ASTM D2486-17, "Standard test methods for rubbing resistance of wall paints";

At the end of the tests it has been concluded that, if the concentration of the VTMO in the resin has been influenced, as a promoter of the adhesion in the paint, with 0.35% being the optimum concentration, since a greater the responsibility of maintaining stability and improving cycles. in the resistance to rubbing.

.

Keywords: adhesion promoter, vinyltrimethoxysilane, polymerization.

INTRODUCCIÓN

Los polímeros en emulsión se emplean en la fabricación de pinturas para unir y adherir el producto a un sustrato o soporte. Las resinas copolímeras dan el carácter de la pintura y de ellas dependen en su mayoría las características finales de ésta. (dureza, lavabilidad, resistencia química, brillo, cubrimiento, permeabilidad, blancura entre otros).

Entre las propiedades más importantes tenemos la resistencia al frote húmedo que es un problema de la pintura cuando presenta un bajo número de ciclos, lo cual ha despertado un gran interés de investigación en el ámbito de aplicaciones industriales.

La investigación realizada es de suma importancia en la medida que permitirá resolver uno de los problemas que enfrenta actualmente la industria de los procesos industriales y las industrias de pintura, entre otros sectores que se dedican a la polimerización, donde se busca ofrecer al mercado una resina que ayude a las pinturas sean resistentes a la humedad y de mayor duración.

Se plantea como hipótesis que el incremento de la concentración del viniltrimetoxisilano (VTMO) en la polimerización de la resina vinil acrílica dará mayor resistencia al frote en pintura satinada. Ya que éste es un agente acoplador o actúa como promotor adherencia.

Teniendo como objetivo principal determinar la influencia de la concentración del viniltrimetoxisilano por polimerización como promotor de adherencia y esta resina polimerizada ser aplicada en pintura satinada, la cual dé como resultado alta resistencia al frote húmedo.

La investigación cuenta con ocho capítulos, en los cuales se describe detalladamente conceptos relacionados a pinturas, polimerización y el agente acoplador viniltrimetoxisilano; además presenta los materiales usados e instrumentaria, así como también, el procedimiento aplicado en la investigación, como sus resultados, discusiones con respecto a otros autores y conclusiones.

El resultado de esta investigación será un aporte importante a la tecnología de procesos de polimerización, ya que se contará con otra alternativa para ofrecer a la industria de pinturas, donde se fabrique una pintura de buena calidad, resistente a la humedad, lavado y buena adherencia.

CAPITULO 1: FUNDAMENTO TEORICO

1.1. Pintura

Una pintura o recubrimiento es una mezcla heterogénea de productos que una vez aplicada y seca se transforma a en una película continua sin pegajosidad y con las características para las que ha sido concebida. (J. Carbonell)

1.1.1. Principales tipos de pintura

Existen diversas formas de clasificar las pinturas, que van desde el tipo de resina o ligante, del solvente empleado y/o de la aplicación final.

Según su aplicación las pinturas suelen clasificarse como pinturas de decoración, pinturas para tráfico, pinturas automotivas y pinturas industriales.

Dentro las pinturas para decoración se encuentran las pinturas de emulsión, las imprimaciones y esmaltes, barnices, lacas o, y los productos auxiliares.

Según su contenido tenemos pinturas a base de aceite y a base de agua o "látex".

- Las pinturas de látex: son tan duraderas como las pinturas a base de aceite y se lavan con agua y jabón.
- Las pinturas a base de aceite: son bastante duraderas, pero necesitas solventes para su limpieza y hay que seguir unos pasos muy concretos para retirarlas.

También están según su acabado mate, satinada y brillo.

- Pintura mate: La pintura con acabado mate suele ser para interiores y también para paredes que no están completamente lisas, ya que esta pintura no refleja la luz y disimula los fallos en las paredes.
Si bien muchas marcas de pintura presumen que es una pintura lavable, es mejor volver a retocar con pintura que pasarle un trapo

húmedo o mojado porque en este tipo de acabado si frotamos o lavamos se suele quedar una marca.

- Pintura satinada: El acabado satinado proporciona un ligero brillo en el acabado final. Esta pintura es más resistente y si admite limpieza con un trapo húmedo. Esta pintura si se va a aplicar en una superficie lisa, es conveniente quitarle todos los fallos a dicha pared, ya bien sea enmasillando o lijando, pues al llevar algo de brillo refleja la luz, destacando así los fallos de la pared.
- Pintura brillo: La pintura con acabado en brillo es una pintura ostentosa, su acabado imita el aspecto del esmalte o del plástico. No es muy corriente verla en interiores, ya que dado su brillo destaca mucho los fallos de las paredes. Para utilizar esta pintura es aconsejable tener las paredes en un estado perfecto. Es muy resistente y perfectamente lavable.

1.1.2. Componentes de una pintura

La composición genérica de una pintura es la siguiente, aun cuando algunos tipos pueden no contener todos los ingredientes:

- Pigmentos.
- Cargas (no es imperativo).
- Ligante o resina.
- Disolvente (no es imperativo).
- Aditivos.

En el listado anterior se han indicado no imperativos en algunos productos. La razón está en que existen recubrimientos en los cuales no se utilizan cargas, disolventes o ninguno de los dos. (J. Carbonell). Veamos ahora la función de cada uno de ellos:

Los pigmentos: insumo que define a una pintura es el pigmento que se incorpora a la mezcla para atribuirle estabilidad, cuerpo, opacidad y color al producto. Suelen ser insolubles y opacos, naturales o sintéticos, inorgánicos u orgánicos. Dentro de los pigmentos orgánicos se pueden encontrar sales metálicas de compuestos policíclicos, pigmentos azoicos, ftalocianina y negros de humos. En el caso de los pigmentos inorgánicos se suelen usar óxidos de titanio, hierro y cobre, sulfatos de aluminio y zinc, silico aluminatos de sodio polisulfurados, cromatos de plomo, sulfuros de cadmio, aluminos irregulares entre otros. [J. Carbonell. 2009].

Resinas o ligantes: son productos cuya misión es la de mantener unidas las partículas sólidas, pigmentos y cargas, una vez la pintura está seca. Según el tipo de resina utilizada la pintura tendrá unas características de secado y resistencias determinadas. La terminología en el campo de las pinturas y recubrimientos es variada y por ello no debe extrañarnos encontrar indistintamente los términos resina, ligante, polímero, etc.; se debe tener en cuenta que aumentando el ligante se obtiene mayor resistencia al frote húmedo.

Disolventes: se llama así al agua y otros productos de naturaleza orgánica cuya misión es la de dar a la pintura una viscosidad óptima según el método de aplicación que debe utilizarse. Los disolventes se utilizan además para solubilizar las resinas y regular la velocidad de evaporación. La utilización de disolventes que no disuelven al ligante es frecuente en la formulación de pinturas en este caso se les nombra cosolventes.

Aditivos: son productos que se dosifican en pequeñas cantidades para facilitar el proceso de fabricación de la pintura, aportar unas características concretas a la pintura seca, crear las condiciones adecuadas para que el secado se produzca de forma correcta y para estabilizar la pintura en el periodo de almacenamiento.

Dentro de este grupo de productos encontramos humectantes y dispersantes, para facilitar el mojado de los pigmentos y cargas, y su posterior dispersión y estabilización; espesantes, que se utilizan para obtener una consistencia determinada; agentes reológicos, para dar un comportamiento determinado a la pintura durante y después del proceso de aplicación; y todo un etcétera de productos con misiones muy concretas.

Concentración de pigmento en volumen

La relación cuantitativa entre el pigmento y el ligante habitualmente se la expresa como concentración de pigmento en volumen de la película seca y se lo indica como PVC (pigment volume concentration):

$$\text{PVC} = \text{VP} / (\text{VP} + \text{VL})$$

Donde *VP* corresponde al volumen de pigmento y *VL* al volumen de ligante.

Un importante concepto fue desarrollado por van Loo, Asbeck y Laiderman con respecto al valor de la PVC en el que la demanda de ligante por parte del pigmento, en su máximo grado de empaquetamiento, está exactamente satisfecha. Este punto único, fue llamado por los autores citados como CPVC (concentración crítica de pigmento en volumen).

Un valor de PVC superior a la CPVC significa que la cantidad de ligante no es suficiente para completar los espacios vacíos e inversamente un valor de la PVC inferior al de la CPVC indica que el aglutinante está en exceso y las partículas de pigmento no están en contacto entre sí. Los cambios abruptos en las propiedades de las películas están asociados al punto de transición definido como CPVC.

1.1.3. Propiedades específicas de las pinturas

Rendimiento, poder cubritivo, resistencia a la intemperie, resistencia a la abrasión, resistencia a la limpieza, durabilidad, lavabilidad, brillo.

- Resistencia a la abrasión: Los distintos materiales que están preparados para resistir productos abrasivos como detergentes y otros

que causarían daños en pinturas convencionales. Las pinturas con gran resistencia a la abrasión generalmente se usan en ámbitos industriales.

- Lavabilidad: Una pintura lavable es una pintura que admite una limpieza con agua y elementos no abrasivos periódicamente, para quitar suciedad adherida, pero no significa que resista una limpieza constante.

1.2. Polimerización

Es el proceso químico por medio del cual, pequeñas moléculas bifuncionales llamadas monómeros, se unen para formar una macromolécula o polímero. Los monómeros deben ser reactivos mínimos en dos de sus extremos para poder sujetarse a la cadena en formación y poder así mismo sujetar al siguiente monómero o a la molécula de finalización. (W. Billbeyer)
A base de la polimerización se obtienen las resinas o emulsiones.

Aspectos generales de las resinas para pinturas

Las resinas o ligantes para pinturas constituyen una amplia gama vehículos fijos para los componentes de la pintura; el rol que desempeñan estos compuestos en la pintura es indudablemente el más importante al ser este, el encargado en determinar las propiedades finales de una pintura. Dependiendo la aplicación final del recubrimiento se pueden encontrar en el mercado una variedad de resinas, de las cuales se destacan las siguientes:

Principales resinas o ligantes

J. Carbonell. (2009), resume en su libro los siguientes ligantes de uso frecuente por la industria de las pinturas.

- *Resinas fenolicas*: Obtenidas de la reacción de grupos fenol que originan pinturas con buena resistencia a la intemperie.

- *Resinas Alquílicas o gliceroftálicas*: Son las resinas obtenidas de la de esterificación de un ácido dicarboxílico y un poliol, generalmente se obtiene de la reacción del anhídrido ftálico o ácido ftálico, glicerina y un ácido graso proveniente de un aceite, en Colombia se suele usar el aceite de palma, tofa y soya, su uso suele limitarse a la elaboración de esmalte sintético, barnices, lacas catalizadas y anticorrosivos.
- *Resinas poliuretanos*: Son las que provienen de la reacción de poliésteres con grupos hidroxilos libres con isocianatos. Dependiendo del poliol empleado se obtienen pinturas con elevadas resistencias al ataque del agua y productos químicos, buena retención del color o brillo, resistencia a altas temperaturas y buena durabilidad por lo que su uso se concentra en aplicaciones industriales.
- *Resinas de caucho clorado*: Se obtienen de la reacción del cloro con el caucho natural, posee una gran resistencia al agua y a los álcalis por lo que su uso se restringe a la elaboración de pinturas para piscinas.
- *Resina de polímeros en emulsión*: Son los más usados en la industria de las pinturas, se obtienen por la polimerización de uno o más monómeros derivados del petróleo en un proceso batch de polimerización por emulsión o dispersión. Dependiendo la aplicación deseada se pueden obtener resinas epoxicas, de poliuretano, vinil-acríticas, vinil-veova, vinilo oleofina, de etileno, acrílicos, esterinadas, acrílicas y acrílicas estirenadas.

1.2.1. Procesos de polimerización

- 1.2.1.1. Polimerización por condensación**, se forman por un mecanismo de reacción en etapas, es decir, ésta no depende de la reacción por la que es precedida: el polímero se forma dado que los monómeros que actúan aquí tienen más de un grupo funcional capaz de reaccionar con el grupo de otro monómero.

1.2.1.2. polimerización por etapas, es un mecanismo de polimerización que procede por pasos independientes. En una primera etapa los monómeros con dos o más grupos funcionales inicialmente reaccionan para formar dímeros, luego trímeros y oligómeros más grandes, y eventualmente polímeros de cadena larga.

1.2.1.3. polimerización por adición, a partir del mecanismo de radicales libres puede ser efectuada por diferentes procesos. Es importante notar que una misma composición monomérica puede resultar en polímeros totalmente diferentes, evidentemente con características y propiedades diferentes.

Los procesos más importantes son:

- Polimerización en masa

La polimerización en masa no es muy usada en la preparación de polímeros para la industria de la pintura. La disipación del calor de reacción es difícil, lo que también dificulta el control térmico.

- Polimerización en solución

La polimerización en solución es un método de polimerización en donde se disuelve un monómero en un disolvente no reactivo que contiene un iniciador. En la polimerización en solución, el monómero, el iniciador y el polímero resultante son todos solubles en el disolvente o la mezcla de disolventes. Por lo general, la velocidad de la reacción es directamente proporcional a la concentración de monómero.

- Polimerización en suspensión

La polimerización en suspensión tampoco es muy común en la síntesis de polímeros para pintura. En este proceso el calor de reacción es fácilmente controlado.

- Polimerización en emulsión

La polimerización en emulsión es particularmente importante en la obtención de las denominadas “emulsiones acuosas” que constituyen los vehículos básicos para las pinturas al látex. Es un proceso alto, cuya característica fundamental es permitir la obtención de polímeros de alto peso molecular, mucho mayor que aquellos obtenidos por otros métodos. La curva de distribución de peso molecular es más estrecha que la obtenida por los demás procesos. El control de la polimerización es muy eficiente.

El método para la obtención de la resina por preferencia es la polimerización por emulsión (*L. H. Sperling, 2006*) ya que es un proceso sencillo por lotes donde se obtiene un mayor control, temperaturas menores de reacción (dependiendo del tipo de resina a sintetizar) y productos que no requieren tratamientos intensivos de purificación o adecuación. El proceso básicamente consta de la mezcla de monómero, surfactante e iniciador (fuente de radicales libres para el proceso de polimerización) en un líquido que forme la fase continua, el surfactante genera micelas en un proceso análogo al de la acción limpiadora de un jabón, al inicio de la reacción el surfactante está formando micelas compuestas de 50 a 100 moléculas, formando estructuras separadas por capas de moléculas de agua de un espesor de 2nm; la adición del iniciador da lugar a la formación de radicales libres en el sistema y la migración de estos hacia las micelas de monómero solubilizado inician la polimerización; mientras el polímero se forma, las micelas continúan suministrando monómero que toman de la disolución o de las gotas de monómero; la propagación tiene lugar en las partículas de polímero que están embebidas de monómero que alimentan a otras partículas en crecimiento por difusión a través de la fase acuosa. Dichas partículas de polímero pueden

contener hasta un 50% de monómero en el punto en que desaparecen las gotas de este (60-80% conversión) y la velocidad que se ha mantenido prácticamente constante empieza a disminuir, hasta completar la polimerización. [C. S. Chern, 2006].

1.2.2. Componentes principales de una polimerización

Para obtener un polímero en emulsión es necesario el uso de uno o más monómeros, iniciadores, surfactantes, buffers, coloides protectores y otros aditivos. La concentración o formulación de estos compuestos dependen de las propiedades deseadas siendo las de mayor importancia, el contenido de sólidos, la viscosidad, la temperatura de transición vítrea.

1) Monómeros

Unidades que reaccionan en cadena durante la polimerización por emulsión para producir polímeros (“polimerizan”). Cada monómero tiene su estructura química especial que tiene un gran impacto en las propiedades del polímero resultante.

La selección del monómero adecuado debe ser realizada, no sólo teniendo en cuenta que el polímero resultante satisfaga el uso final que se dará al mismo, sino también asegurar la compatibilidad con pigmentos y cargas y asegurar que el látex sea “procesable” Ejm.: estable durante el bombeo, mezcla, etc.

En gran parte, los requerimientos de uso final del polímero son satisfechos por las propiedades del polímero en sí mismo (cadenas de monómero o monómeros), pero una importante serie de propiedades estará gobernada por las propiedades de superficie y coloidales de la dispersión.

Los monómeros suelen dividirse –arbitrariamente- en dos grupos: monómeros blandos y monómeros duros. “Blando” y “duro” se refieren aquí a las propiedades del homopolímero resultante en la partícula de látex, por lo general definida a través de la temperatura de transición vítrea (Tg) del

polímero, lo que a su vez se convierte en una propiedad importante para denotar la dureza o la durabilidad mecánica de un polímero.

Se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ Monómeros duros
 - Estireno
 - Metil-metacrilato
 - Cloruro de vinilo
 - Vinil acetato
 - Acrilonitrilo

- ✓ Monómeros blandos
 - esteres acrílicos
 - butadieno
 - etileno
 - VeoVa
 - Esteres de ácidos maleico y fumárico

- ✓ Monómeros estabilizantes
 - Acido acrílico
 - Ácido metacrilato
 - Acido maleico
 - Acido fumárico
 - Vinilsulfonato

A la vez son lo monómeros lo que determinará las características finales del recubrimiento en cuanto a dureza, resistencia al rayado, adherencia entre otras, que se resumen a continuación:

Tabla 1*Propiedades específicas de los homopolímeros convencionales*

Monómero	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
α metil estireno	◆◆◆	◆	◆◆◆	◆	◆◆◆	◆◆◆	
Estireno	◆◆◆	◆	◆◆◆	◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆
Vinil tolueno	◆◆	◆	◆◆◆	◆	◆◆◆		
Acrilonitrilo	◆◆◆	◆	◆	◆	◆◆◆		
Metil Metacrilato	◆◆	◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
Etil Metacrilato	◆◆	◆	◆◆◆	◆◆	◆◆	◆◆◆	
Butil Metacrilato	◆◆	◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	
Ácido metacrílico	◆◆	◆	◆◆		◆◆	◆◆	◆◆
2-Hidroxietil metacrilato	◆◆	◆	◆◆◆		◆◆◆	◆	
2-Hidroxietil acrilato	◆◆	◆	◆◆◆		◆◆◆	◆	◆
Metil acrilato	◆	◆◆	◆◆	◆	◆	◆◆	◆
Etil acrilato	◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
Butil acrilato	◆	◆◆◆	◆◆	◆◆◆	◆◆	◆◆	◆◆◆
Vinil acetato	◆◆	◆◆	◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆	◆◆◆
2-Etil Hexil acrilato	◆	◆◆◆	◆	◆◆	◆◆	◆◆	
Ácido acrílico	◆◆	◆	◆		◆◆◆		◆◆
Acrilamida	◆◆	◆	◆				

Nota: Tomado de J. Carbonell., 2009

Convenciones: ◆: Mala ◆◆: Regular ◆◆◆: Buena

F1: Dureza. F2: Flexibilidad. F3: Resistencia a álcalis. F4: Resistencia a la luz UV. F5: Resistencia al agua. F6: Brillo. F7: Adherencia.

2) Emulsionantes

Los emulsionantes (también referidos como surfactantes o tensoactivos), tienen una función dual, generando sitios para formación de partículas (micellas) y proveyendo de estabilidad coloidal a las partículas en crecimiento como resultado de la adsorción a la interface partícula –agua.

Son compuestos de bajo peso molecular que contienen una parte de la molécula hidrofóbica y otra parte hidrofílica. Los emulsionantes estabilizan la emulsión que ha de ser polimerizada y también estabilizan las partículas dispersas del polímero producidas durante la polimerización por emulsión.

Los emulsionantes más comúnmente utilizados en polimerización en emulsión son aniónicos, habitualmente en combinación con emulsionantes no iónicos (para controlar la morfología de la partícula de látex, y fundamentalmente para mejorar la estabilidad coloidal post-polimerización contra elevados esfuerzos de corte, congelamiento y adición de electrolitos).

Los tensoactivos se clasifican por su carga como aniónicos, no iónicos, catiónicos y zwitteriónicos.

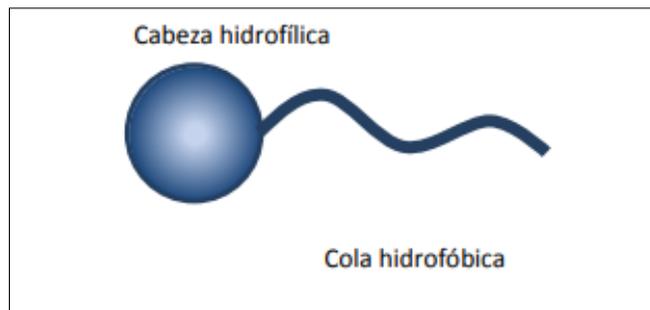


Figura 1 Representación de la estructura de un surfactante

En solución, los surfactantes tienden a agruparse en las interfaces, que en altas concentraciones forman estructuras características llamadas micelas, que suelen unirse por sus colas lipofílicas como se muestra en la Figura 3.

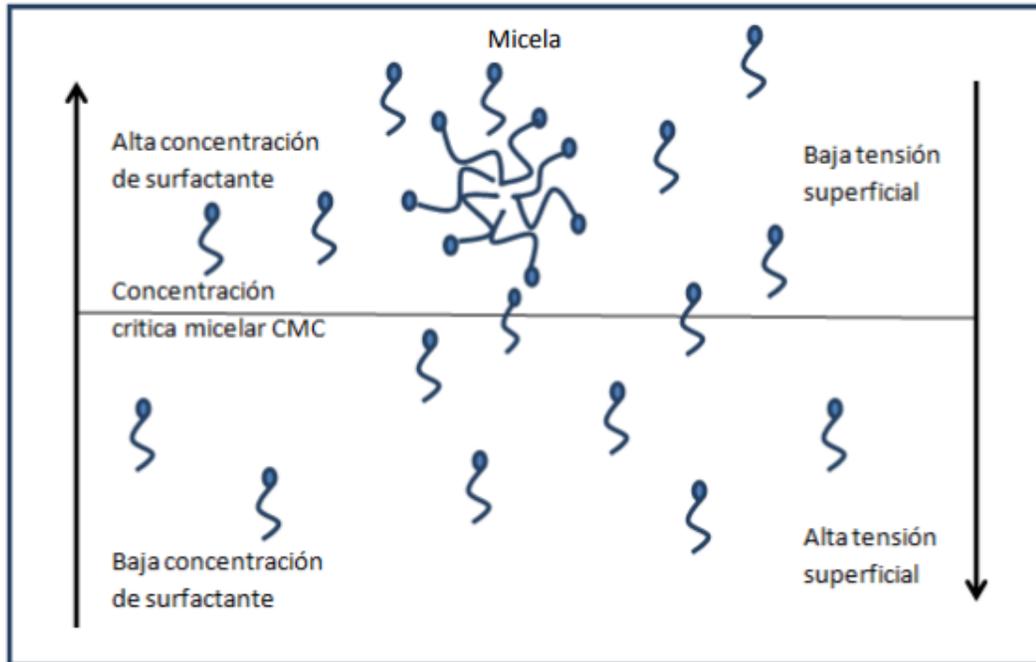


Figura 2: Formación de micelas

La concentración de tensoactivo en la cual ocurre este fenómeno se conoce como concentración crítica micelar (CMC), y su valor se asocia al cambio en la tensión superficial de la solución. Como se muestra en la figura, al aumentar la concentración de surfactante se disminuye la tensión superficial hasta obtener un valor bajo constante que se da cuando todas las moléculas de surfactantes se disponen a formar micelas con las demás. En las micelas se alojan las fuentes o reservorios de monómero que harán parte de la cadena del polímero, así que permite la interacción entre el monómero y el solvente (agua). [C. López, 2011]

3) Buffers

Las sustancias como el bicarbonato de sodio, acetato de sodio, bórax entre otros se usan para regular el pH del sistema de reacción y evitar la reacción de hidrólisis de algunos monómeros como los ester acrílicos que ocurren a un pH elevado. Controlar el pH durante la polimerización es importante para obtener una emulsión estable y un tamaño de partícula adecuado. Sistemas

muy ácidos ($\text{pH} < 4$) pueden generar descomposición acelerada de iniciadores de persulfato lo que conlleva a la reducción de la conversión debido a la disminución de la presencia de radicales libres en el sistema. En la formulación de emulsiones se busca obtener pH en un rango de 4 a 5 cuando se emplean este tipo de tensoactivos, además en este rango se favorece la descomposición del iniciador.

4) Iniciador

Los iniciadores son sales solubles en agua que se descomponen térmicamente para formar radicales libres que aumentan la velocidad de reacción sin constituirse como catalizadores. Los más empleados son los persulfatos de metales como el sodio o el potasio donde la parte activa de los componentes es el enlace oxígeno-oxígeno, sobre el cual ocurre el rompimiento homolítico, los grupos enlazados a este enlace son muy importantes ya que estabilizan al radical formado, aumentando la vida media de este lo suficiente para que reaccione con los monómeros. En algunos procesos suelen emplearse compuestos reductores para crear un par redox que suele usarse para la etapa de agotamiento o remate de la reacción

5) Agua

Como fase continua e inerte actúa manteniendo baja la viscosidad y como un buen agente de transferencia de calor. El agua también actúa como el medio de transferencia de monómero desde las gotas a las partículas. Siendo además el sitio donde ocurre la descomposición de iniciadores y a menudo, la formación de oligómeros, como así también actúa como el medio de intercambio dinámico de emulsionantes entre las fases.

6) Otros aditivos

Modificadores de pH , coalescentes, plastificantes, agentes de transferencia de cadena, promotores de adhesión, surfactantes post reacción y una serie de aditivos suplementarios suelen usarse para mejorar algunas propiedades

del producto como flexibilidad, pH, comportamiento reológico, desempeño mecánico, entre otros. La función de los aditivos auxiliares en su mayoría corresponde a mejorar la estabilidad de almacenamiento de las emulsiones por lo que podemos encontrar biocidas, fungicidas, absorbentes de luz ultravioleta y antioxidantes

1.3. Promotores de adherencia y agentes de acoplamiento

En numerosas aplicaciones para pinturas y plásticos, las interfases juegan un papel decisivo en la eficiencia de la aplicación final. Las interfases se dan entre sólidos y líquidos o bien diferentes estructuras de sólidos. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se recubre un sustrato con una pintura o en la adición de cargas y materiales de refuerzo en un plástico compuesto. Hay una variedad de fuerzas moleculares y físicas que determinan la fortaleza de la unión entre las fases.

El objetivo de los promotores de adherencia y de los agentes de acoplamiento es el de crear tantos enlaces estables como sea posible. En función del mecanismo de acción y de su área de aplicación, no siempre es sencilla la diferenciación entre un tipo de aditivo u otro. Escuchamos términos como promotores de adherencia, agentes de acoplamiento o modificadores de superficie, y parece que el mismo aditivo pueda ser usado para distintas aplicaciones. Por ejemplo, un agente de acoplamiento para mejorar las propiedades mecánicas de un plástico compuesto en algunos casos puede ser usado también como promotor de adherencia entre una pintura y el sustrato

En condiciones de humedad y temperatura ambientes, los silanos actúan como agentes reticulantes en las moléculas de los polímeros para crear una red tridimensional. Esta reticulación puede resultar en una estabilidad térmica y resistencia al roce mejoradas, así como una mayor dureza y resistencia a agentes químicos en revestimientos, adhesivos, selladores y compuestos. La reticulación también puede mejorar la adherencia en superficies húmedas,

permitir una adherencia sin imprimación a muchos sustratos y mejorar la resistencia a la intemperie y la durabilidad.

Los agentes silanos son compuestos basados en silicio que contienen dos tipos de reactividad, al poseer en su estructura un grupo organofuncional y un grupo hidrolizable lo que ofrece una reactividad con compuestos orgánicos y una compatibilidad o acople con compuestos inorgánicos, como se ilustra en la *figura 3*. [S. Sterman et al. 1966]

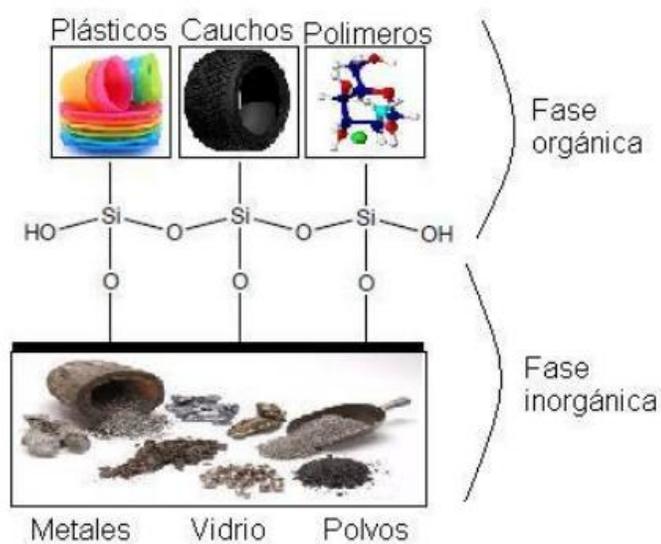


Figura 3 Mecanismo de acoplamiento de los agentes silanos.

A esta dualidad reactiva se le atribuyen características como el aumento en la estabilidad de dispersión de un polímero en un solvente evitando la formación de segregados al formar superficies cargadas negativamente que se repelen entre sí, mejoran la adhesión y resistencia a condiciones ambientales de alta humedad al generar compuestos hidrorrepelentes y fomentando la adherencia de la emulsión al sustrato inorgánico al compatibilizar la parte orgánica y la parte inorgánica de un material.

Los métodos habituales para el acoplamiento del sustrato inorgánico al silano suelen ser similares al de preparación de catalizadores [N. Granizo et al,

2011] o dependiendo de los recursos disponibles técnicas avanzadas como la deposición de películas de titanio por magnetrón sputtering [T.D. Radjabov, 1995]. Por lo general antes de la aplicación los agentes de acoplamiento de tipo silano deben ser químicamente activados, los grupos alcoxy hidrolizables reaccionan en una solución de alcohol acuoso a un pH ácido de 4-5, formando silanol el cual condensa y se deposita en el sustrato con enlaces del tipo siloxano. [Matinlinna et al. 2007], representan gráficamente este hecho de la siguiente forma:

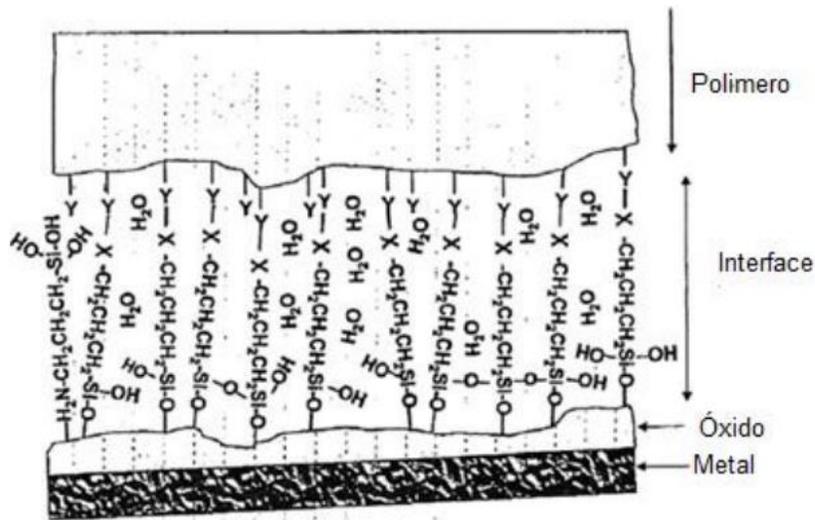


Figura 4 Acople de sustrato orgánico e inorgánico unido por un siloxano.

El mecanismo de acoplamiento habitual con los sustratos inorgánicos lo representa la siguiente figura:

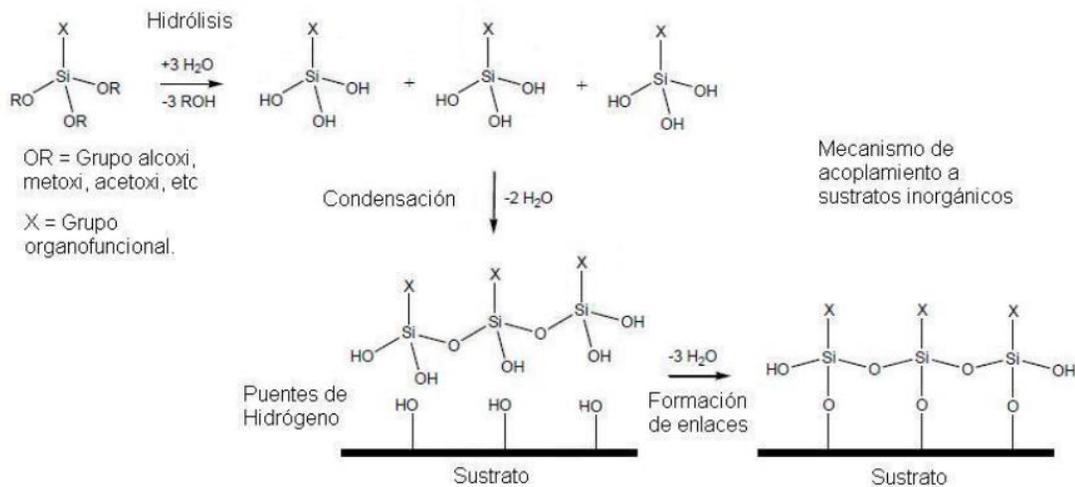


Figura 5 Mecanismo de acoplamiento de silanos a sustratos inorgánicos

Se han documentado diversos mecanismos de acoplamiento de los agentes silanos, el más común es el descrito en la figura anterior el cual puede suceder a un proceso de síntesis in situ de materiales como la sílica en donde se produce una hidrólisis a pH ácidos y presencia de alcoholes livianos para producir grupos silanol con presencia de grupos hidroxilo que pueden condensar y formar enlaces covalentes de tipo siloxanos y la correspondiente liberación de agua, en la reacción también se puede liberar alcohol si la condensación ocurre entre el silano y el silanol. [W. J. Van et al, 2005]

Otros mecanismos de acoplamiento se dan por adhesión con diferentes tipos de mecanismos como es el mecánico, por absorción, físico, químico y por difusión; estos se emplean cuando no es posible su preparación in situ con el sustrato como en el caso de algunos óxidos de metales que suelen usarse como pigmentos para pinturas o tintes. [S. Sterman et al. 1966]

Para el caso de la unión con la parte orgánica esta se debe a la alta reactividad de alguna de las partes del grupo silanol que aportan generalmente insaturaciones que reaccionan fácilmente con los copolímeros en una emulsión. A la unión resultante se le atribuyen mejoras en las propiedades mecánicas, repelencia al agua, estabilidad en ambientes exigentes de humedad y alta temperatura. Una ideal interface para la

promoción del enlace entre el dióxido de titanio y la resina deberá proveer un enlace covalente durable entre las partes orgánica e inorgánica que puede ser provista por la introducción de un grupo funcional apropiado del agente acoplador, adicional a esto la fuerza cohesiva de la interface deberá ser superior que la fuerza de la interfaz polimérica por lo que formará un híbrido orgánico-inorgánico robusto; la elección del agente acoplador es fundamental para el desarrollo del proyecto, donde se buscarán agentes acopladores con insaturaciones en su estructura para facilitar la reacción con el polímero. [C. Park et al, 2000] [S. Sterman, J. Marseden, 1966]

1.4. Viniltrimetoxisilano (VTMO)

Conocido también como: (Trimethoxysilyl) ethylene, Ethenyltrimethoxysilane, Trimethoxy(vinyl)silane.

El Viniltrimetoxisilano es un organoalcoxisilano en el cual el catión metálico central es un átomo de Silicio, con tres radicales orgánicos metoxi y un grupo vinilo reactivo.

La naturaleza dual de su reactividad permite que VTMO se una químicamente a ambos materiales inorgánicos (por ejemplo, vidrio, metales, rellenos) y polímeros orgánicos (por ejemplo, termoestables, termoplásticos, elastómeros); funcionando, así como un agente de reticulación, adhesión promotora y / o modificador de superficie.

VTMO es un líquido incoloro de baja viscosidad con un olor aromático típico.

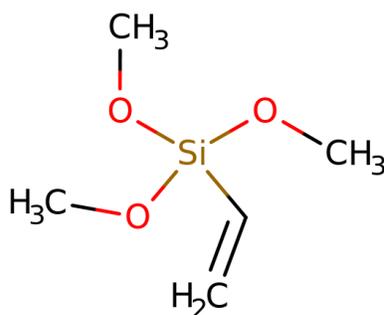


Figura 6: Formula estructural del Viniltrimetoxisilano

Tabla 2*Propiedades del VTMO*

Propiedades del Viniltrimetoxisilano	
Fórmula Molecular	$C_5H_{12}O_3S$
Masa Molar	148.23 g · mol ⁻¹
Estado Físico	Líquido
Densidad	0.97 g · cm ⁻³
Punto De Fusión	-97 ° C
Punto De Ebullición	124 ° C
Solubilidad	se descompone en agua
Seguridad	
CAS	2768-02-7

Nota: Elaboración propia.**1.4.1. Aplicaciones del Viniltrimetoxisilano (VTMO)**

- *curado de humedad de polímeros*

VTMO es adecuado para la preparación de humedad polímeros de curado, por ejemplo, polietileno. El rasgo característico de este proceso es un injerto iniciado por peróxido del vinilsilano al polímero durante la extrusión. Después del injerto, el polímero aún puede ser procesado como termoplástico Solo después del tratamiento con humedad (en un baño de agua a 80-100 ° C, baño de vapor o incluso a temperatura ambiente) las cadenas de polímero están unidas entre sí; de este modo formando un polímero reticulado. Esta reacción puede acelerarse usando un catalizador.

El polietileno reticulado de silano es ampliamente utilizado como aislamiento de cable y revestimiento principalmente en aplicaciones

de baja tensión, así como para tuberías de agua caliente / sanitaria y calefacción por suelo radiante.

La resistencia al calor es la razón principal de la reticulación de polímeros para aplicaciones de cable, pero la reticulación también puede mejorar las siguientes propiedades: resistencia a la rotura y al desgarro, sustancia química resistencia, resistencia a la abrasión, efecto de memoria. El VTMO también se puede usar como comonomero para la preparación de diferentes polímeros tales como polietileno o acrílicos. Aquellos los polímeros muestran una adhesión mejorada a superficies inorgánicas y también pueden ser reticulados con humedad como se describió anteriormente.

- *Promoción de adhesión y modificación de superficie*

Debido a su capacidad de reaccionar con rellenos inorgánicos, así como con polímeros orgánicos (activados por ej. peróxidos o radiación), VTMO actúa como un promotor de adhesión eficiente para varios polímeros rellenos de minerales, mejorando mecánicamente y propiedades eléctricas especialmente después de la exposición a la humedad.

- *VTMO como comonomero para dispersiones poliméricas*

Dispersiones poliméricas (por ejemplo: estireno acrílico), modificadas con VTMO muestra una mejor fuerza de adhesión en mojado condiciones y resistencia al lavado en húmedo.

CAPITULO 2: MATERIALES Y METODOS

2.1. Materiales, equipos y reactivos

a. Materiales

- ✓ Agitador
- ✓ Electrodo
- ✓ Estufa
- ✓ Lenetas
- ✓ Malla 40
- ✓ Aplicador de 150 μm
- ✓ Termómetro
- ✓ Balanza
- ✓ Grindometro
- ✓ Material de vidrio de laboratorio
- ✓ Cronometro

b. Equipos

- ✓ Máquina de abrasión Erichsen Mod. 494
- ✓ Erichsen Testing Equipment
- ✓ Reactor piloto para polimerización
- ✓ Viscosímetro Brookfiel

c. Reactivos

- ✓ Acetato vinil monómero
- ✓ Acrilato de butilo
- ✓ Viniltrimetoxisilano.
- ✓ Tensoactivos
- ✓ Persulfato de sodio
- ✓ Acetato de sodio trihidratado
- ✓ Vinilsulfanato de sodio
- ✓ Cellosize
- ✓ Dióxido de Titanio

- ✓ Hexametáfosfato de Sodio
- ✓ Talco Micronizado
- ✓ Propilenglicol
- ✓ Soda Caústica
- ✓ Texanol
- ✓ H₂O osmotizada
- ✓ Dispersante
- ✓ Conservante
- ✓ Antiespumante
- ✓ Pasta abrasiva

2.1. Procedimientos

a) Polimerización de la resina vinil-acrílica

Proceso:

- En el reactor se agrega el agua y en agitación de 93 RPM (a escala industrial la velocidad debe ser 50 RPM) el Cellosize QP4400, calentar a 70 °C por 30 minutos.
- Se agrega el tensoactivo que es el medio para polimerización y el acetato de sodio trihidratado para mantener el pH funciona como tampón.
- Calentar a 78 °C temperatura óptima para el arranque de la polimerización.
- Dosificación de iniciador I: persulfato de sodio diluido en agua, dosificación rápida.
- Inmediatamente dosificación de monómero inicial en 10 minutos aproximadamente (previamente se debe haber mezclado el monómero VAM, BUA Y VTMO).
- Observar un incremento de temperatura por la reacción que se está dando, es dónde se forman las micelas. Cuando se forma esta

curva de temperatura dosificar en paralelo solución iniciadora y resto de monómero por 4 horas (se debe llevar buen control de temperatura 78-80 °C, evitando subidas o bajadas de temperatura ya que afectara el resultado obtenido).

- Al finalizar la dosificación mantener por una hora a 85°C, llamada hora de quema, con la finalidad de que todo el monómero polimerice. Enfriar a 35 °C, agregar conservante, sacar del reactor y evaluar (viscosidad, %sólidos, pH, estabilidad).
- También se tiene que tener en cuenta si la formulación establecida es estable con el tiempo o tiene efectos secundarios, para ello se coloca 200gr de muestra en la estufa a 52°C y vemos si hay diferencia con el tiempo, 15 días aproximadamente, este tiempo equivale a medio año a temperatura ambiente.

Caracterización de muestras

i. Evaluación de viscosidad

La viscosidad es una propiedad de los líquidos, que está definida en términos de la fuerza requerida para mover un plano de superficie continuamente.

- Introducir 500 a 600 ml de muestra previamente homogenizada a un vaso de 600ml de capacidad termofijada a la temperatura de trabajo (23°C).
- En el Viscosímetro Brookfield ajustar el spin correcto, velocidad (RPM) y seleccionar las unidades de trabajo, en este caso se usa el spin 3 a 20 RPM.
-

ii. Determinación de porcentaje de sólidos

El presente procedimiento sirve para determinar el contenido de materia seca (%Sólidos) por pérdida de material volátil de cualquier muestra que pueda ser secada bajo las condiciones descritas.

- Pesar una lámina de aluminio de 5 cm de diámetro por 1 cm de altura, Tomar la lectura del peso como “LAMINA” y tarar la balanza.
 - Pesar una cantidad adecuada de muestra entre 1 – 2 gr. de substancia previamente homogeneizada sobre la lámina ya tarada, tomar el peso como “PESO HUMEDO”
- Nota: La muestra debe ser rápidamente pesada y dispersada en el platillo.
- Secar la lámina por espacio de 2.5 Horas a una temperatura de 105°C +/- 2 en estufa.
 - Remover la muestra e inmediatamente colocarla en un desecador y enfriar a temperatura ambiente.
 - Pesar y tomar la lectura del peso como “PESO SECO Y LAMINA”.

Cálculos:

$$\% \text{ Sólidos} = \frac{(\text{PESO SECO Y LAMINA}) - (\text{LAMINA})}{(\text{PESO HUMEDO})} \times 100\%$$

iii. pH Potenciométrico

El valor es tomado por un potenciómetro debidamente estandarizado. Atemperar la muestra a la temperatura de trabajo 23°C y proceder a medir el pH en el potenciómetro.

iv. Evaluación de Estabilidad de Polímeros en Emulsión

Las emulsiones y los productos preparados en base a estas emulsiones como adhesivos y pinturas pueden presentar durante su almacenamiento un incremento o disminución de su viscosidad, coagulación o desfasamiento, por ello mediante este método podemos determinar si el producto final se mantiene estable al conservar similares valores de viscosidad luego de ser sometidos a una temperatura de 50°C por 15 días, lo cual equivale a un tiempo de 6 meses a condiciones de ambiente.

- Medir la viscosidad inicial de la muestra.
- Colocar la muestra en el envase de vidrio, llenar el envase hasta $\frac{3}{4}$ partes de su volumen y llevarlo a la estufa, la cual se debe encontrar a 50°C.
- Retirar la muestra luego de 15 días, enfriar al ambiente y observar si existe coagulación o desfase.
- Volver a medir la viscosidad.

Un producto estable es aquel que presenta la menor alteración de viscosidad y conserva sus propiedades físicas.

b) Elaboración de Pintura Satinada

Proceso

- La preparación de la pintura se realizará en un dispersador de capacidad 1-10 RPM x 1000, para tener buena dispersión de las cargas.
- Se agrega de acuerdo con el orden de la formulación que se indica a continuación teniendo en cuenta que para la dispersión del Dióxido de Titanio se da un tiempo de 25 minutos o según lo requiera.
- El antimuzol Z-70 que es el antiespumante se agrega en 2 partes al inicio y al momento de las cargas.
- Preparada la pintura evaluar (viscosidad, %sólido, pH).

Tabla 3
Formulación de pintura satinada

PINTURA SATINADA		
Orden De Adición	Componentes	Porcentaje %
1° Vehículo	Agua	29.95
2° Dispersante orgánico	Rhodoline	0.60
	Hexametáfosfato de sodio	0.16
3° Tensoactivo	Arkopal N090	0.06
4° Antiespumante	Antimuzol Z-70	0.42
Mezclar bajo agitación moderado no más de 5 minutos		
5° Carga	Dióxido de Titanio	20.96
	Talco Micronizado	2.00
Dispersar bajo fuerte agitación el dióxido de titanio 8000 rpm, verificar el grado de dispersión vía Grindometro		
5° Coloide protector	Cellosize	0.60
verificar la celulosa esté completamente hinchada		
6° Conservante	Fongrabac IG	0.26
7° ligante	resina	43.92
8° Solvente	Propilenglycol	0.53
9° Coalescente	Texanol	0.53
Agregar en el orden establecido con agitación moderada.		

Nota: Elaboración propia.

Diagrama de flujo del proceso para elaboración de pintura

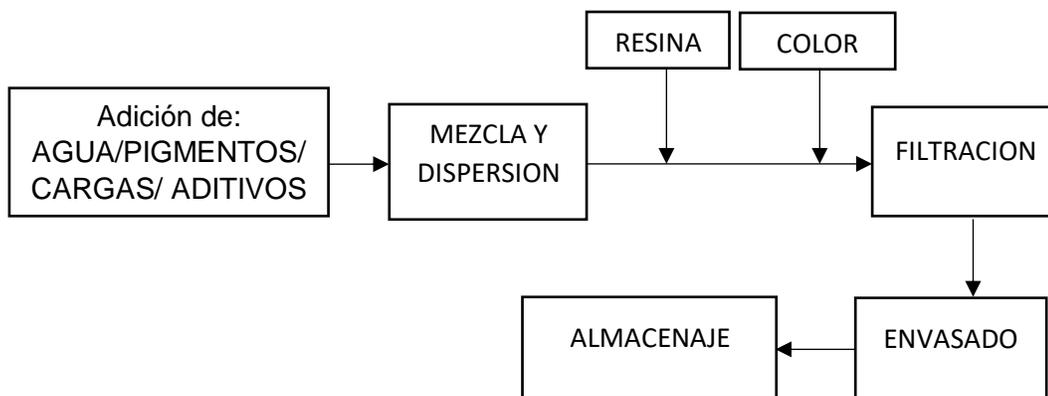


Figura 7 Diagrama de flujo del proceso para elaboración de pintura.
Elaboración propia.

Aplicación de la pintura satinada

Para la aplicación de la pintura se utiliza el equipo Erichsen Testing Equipment. Usando un aplicador de 7 mils se recubre la leneta con la pintura a analizar. Aunque la norma no lo contempla, se suele usar dos muestras de pinturas distintas en la misma aplicación para observar y comparar el desempeño de las dos pinturas garantizando que las mismas condiciones de desgaste ejercidas por el cepillo. Una vez hecha la aplicación se procede a dejar secar y esperar el curado por 7 días, procurando mantener la aplicación en un lugar libre de polvo y a una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 50%.

Evaluación de la Resistencia al frote húmedo

Es donde evaluamos cuanto influye el viniltrimetoxisilano como promotor de adherencia en la pintura ya preparada.

Para la prueba de resistencia a la abrasión o frote de una pintura o resina se emplea el equipo de medición de abrasión o ciclos de lavado ERICHSEN Mod. 494 que mide el desempeño del recubrimiento al someterlo al frote o fregado hecho por un cepillo húmedo de cerdas de nylon estándar; además se usa una leneta o panel de abrasión estándar de color negro similar al empleado en la prueba de lavabilidad, un medio abrasivo y un detergente.

Al cepillo se aplica una solución de 5gr de agua y 10 gramos del agente abrasivo de composición estándar. En el montaje el cepillo se ubica perpendicularmente a la dirección de aplicación de la pintura; este equipo hace que el cepillo realice un frito o ciclo y los contabiliza. Cada 400 ciclos se proceden a adicionar 10 gramos de medio abrasivo adicional hasta que se observe un desgaste total que se evidencia al ver el fondo negro de la leneta.

Esta evaluación de resistencia al frote húmedo o resistencia a la abrasión es referente a la norma:

ASTM D2486 - 17 “Métodos de prueba estándar para la resistencia al frote de pinturas para paredes”

En donde Estos métodos de prueba cubren un procedimiento para determinar la resistencia de las pinturas para paredes a la erosión causada por el lavado, referido aquí como "resistencia al lavado".

Dos métodos de prueba están cubiertos de la siguiente manera:

1 Método de prueba A: ciclos a falla obtenidos en la pintura de prueba.

2 Método de prueba B: relación expresada como un porcentaje de ciclos a falla obtenidos en la pintura de prueba con respecto a la obtenida en una ejecución concurrente con una pintura de referencia conocida.

Esta norma no pretende abordar todas las preocupaciones de seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas adecuadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

Esta norma internacional fue desarrollada de acuerdo con los principios reconocidos internacionalmente sobre la normalización establecidos en la Decisión sobre Principios para el Desarrollo de Normas, Guías y Recomendaciones Internacionales emitida por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la Organización Mundial del Comercio.

NOTA: para la caracterización de las muestras se realizará pilotos modificando la concentración de VTMO: 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.35%, 0.4% Y 0.5 %, con respecto a la formulación de la resina vinil-acrílica. Y en la aplicación de la pintura se realizará por duplicado para 7 y 28 días, estaría dado de la siguiente manera:

Muestra de pintura A: concentración de VTMO 0.1%.

A1: aplicación en pintura para 7 días.

A2: aplicación en pintura para 28 días.

Muestra de pintura B: concentración de VTMO 0.2%.

B1: aplicación en pintura para 7 días.

B2: aplicación en pintura para 28 días.

Muestra de pintura C: concentración de VTMO 0.3%.

C1: aplicación en pintura para 7 días.

C2: aplicación en pintura para 28 días.

Muestra de pintura D: concentración de VTMO 0.35%.

D1: aplicación en pintura para 7 días.

D2: aplicación en pintura para 28 días.

Muestra de pintura E: concentración de VTMO 0.4%.

E1: aplicación en pintura para 7 días.

E2: aplicación en pintura para 28 días.

Muestra de pintura F: concentración de VTMO 0.5%.

F1: aplicación en pintura para 7 días.

F2: aplicación en pintura para 28 días.

CAPITULO 3: RESULTADOS

Se obtuvieron 6 resinas vinil acrílicas por el método de polimerización en emulsión, con contenidos diferentes de viniltrimetoxisilano, las cuales fueron comparadas con una resina patrón. A fin de llegar a similares resultados de parámetros fisicoquímicos en emulsión. Y luego ser aplicadas en pintura al frote húmedo.

3.1. Evaluación de propiedades básicas de la resina patrón

La resina patrón fue proporcionada por el cliente (industria de pinturas) como muestra, así como también las especificaciones de la resina.

Tabla 4
Resultados de evaluación de resina patrón

Propiedades	Especificaciones	Resultados (Evaluado en Edesac)
Viscosidad (mPa.s), a 23°C.	2000 – 5500	3 800
% sólidos: evaluar a 23°C, por 2,5 horas en estufa a 105°C	49.0 – 51.0	50.1
Ph al 100%, a 23°C	4.0 – 5.0	4.3
Turbidez	700 - 1000	815
Estabilidad térmica: (15 días), a 50°C en estufa.	Leve amarillamiento, sin presencia de grumos o natas y sin aumento considerable de viscosidad.	Leve amarillamiento, sin presencia de grumos o natas
Película húmeda: Aplicador a 200 µm	Emulsión blanca brillo azulino al aplicar, no presenta grumos, natas, ni defectos de nivelación.	Emulsión blanca brillo azulino al aplicar, no presenta grumos, natas, ni defectos de nivelación.
Película seca	Transparente y flexible.	Transparente y flexible.

Nota: Elaboración propia.

3.2. Formulaciones establecidas de la resina para polimerización con diferentes concentraciones de VTMO.

Para cada piloto se realizó un diagrama de polimerización con el fin de observar la reacción del proceso y ver si la temperatura de reacción presenta cambios con la modificación del porcentaje de contenido del viniltrimetoxisilano.

Tabla 5

Formulación de resina vinil acrílica: piloto A

Composición	Porcentaje (%)	Cantidad (Gr)
Agua	43.31	1746.40
Cellosize	0.46	18.70
Arkopal N307	1.74	70.30
Genapol LRO	0.70	28.30
Acetato de Vinil Monómero	45.63	1840.00
Acrilato de 2-Etilhexilo	7.44	300.00
Viniltrimetoxisilano	0.10	4.03
Persulfato De Amonio	0.15	6.00
Acetato De Sodio Trihidratado	0.17	6.70
Vinilsulfonato De Sodio	0.30	12.20

Fuente: Elaboración propia.

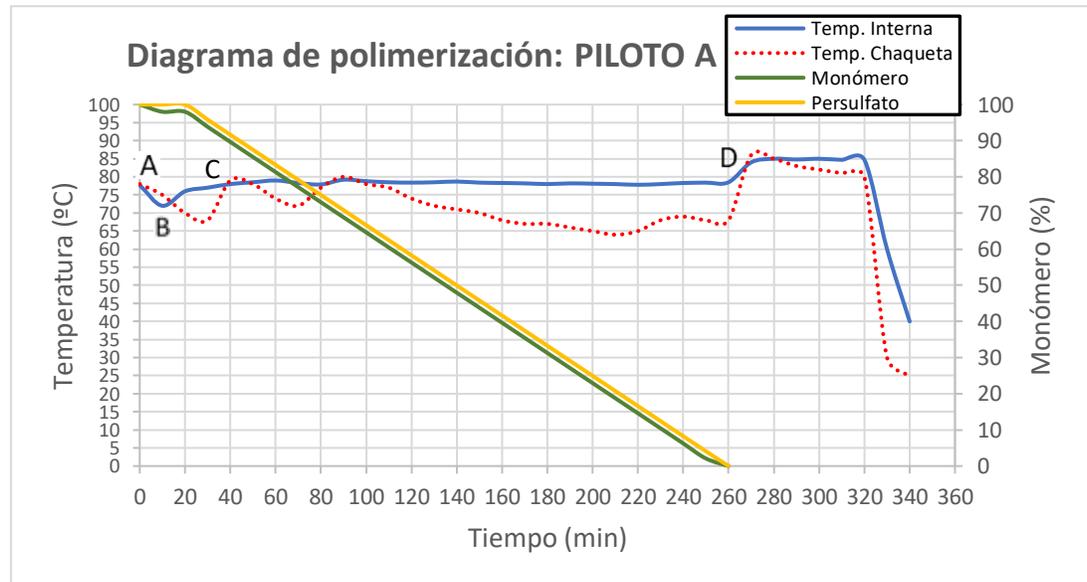
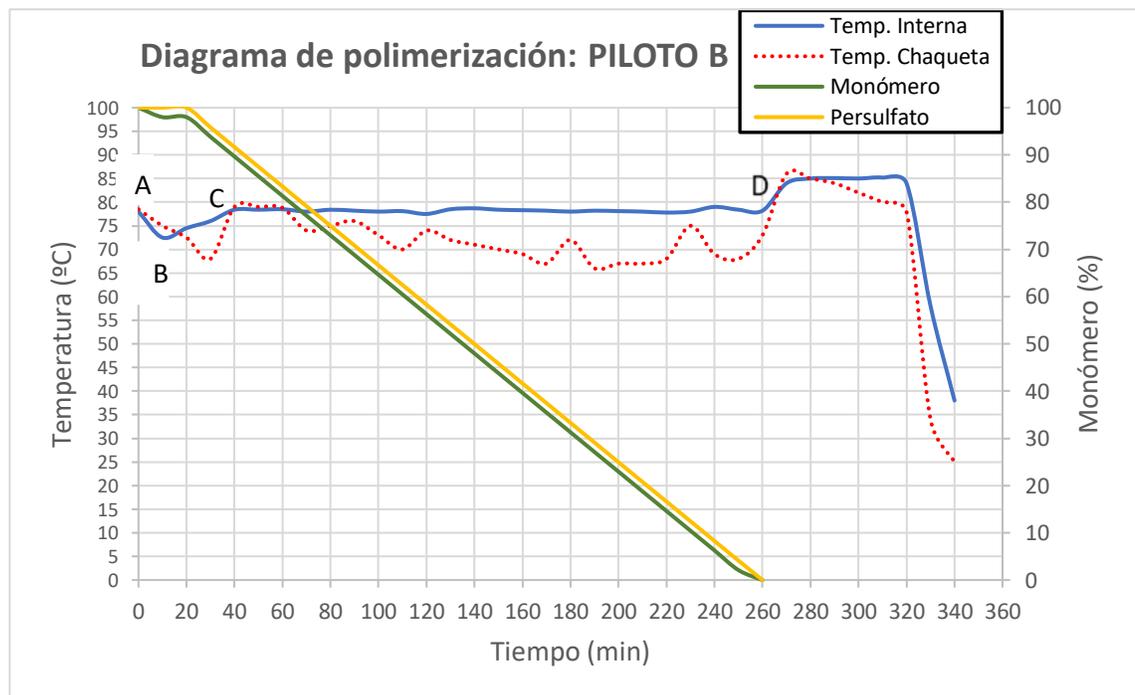


Figura 8 Diagrama de polimerización: piloto A. Elaboración propia.

- En la Tabla 5 se presenta la formulación de la resina de 0.1% de concentración de VTMO; y en la Figura 8 el diagrama de polimerización de esta, A: ingreso de monómero inicial, B-C: incremento de temperatura, C-D: 4 horas de polimerización ingreso de monómero e iniciador, D: inicio de la hora de quema, se observa una reacción exotérmica.

Tabla 6*Formulación de resina vinil acrílica: piloto B*

Composición	Porcentaje (%)	Cantidad (Gr)
Agua	43.26	1746.40
Cellosize	0.46	18.70
Arkopal N307	1.74	70.30
Genapol LRO	0.70	28.30
Acetato de Vinil Monómero	45.58	1840.00
Acrilato de 2-Etilhexilo	7.43	300.00
Viniltrimetoxisilano	0.20	8.07
Persulfato De Amonio	0.15	6.00
Acetato De Sodio Trihidratado	0.17	6.70
Vinilsulfonato De Sodio	0.30	12.20

Nota: Elaboración propia.**Figura 9** Diagrama de polimerización: piloto B. Elaboración propia

- En la tabla 6 se presenta la formulación de la resina de 0.1% de concentración de VTMO; y en la Figura 9 el diagrama de polimerización de esta, A: ingreso de monómero inicial, B-C: incremento de temperatura, C-D: 4 horas de polimerización ingreso de monómero e iniciador, D: inicio de la hora de quema, se observa una reacción exotérmica.

Tabla 7
Formulación de resina vinil acrílica: piloto C

Composición	Porcentaje (%)	Cantidad (Gr)
Agua	43.22	1746.40
Cellosize	0.46	18.70
Arkopal N307	1.74	70.30
Genapol LRO	0.70	28.30
Acetato de Vinil Monómero	45.54	1840.00
Acrilato de 2-Etilhexilo	7.42	300.00
Viniltrimetoxisilano	0.30	12.10
Persulfato De Amonio	0.15	6.00
Acetato De Sodio Trihidratado	0.17	6.70
Vinilsulfonato De Sodio	0.30	12.20

Nota: Elaboración propia.

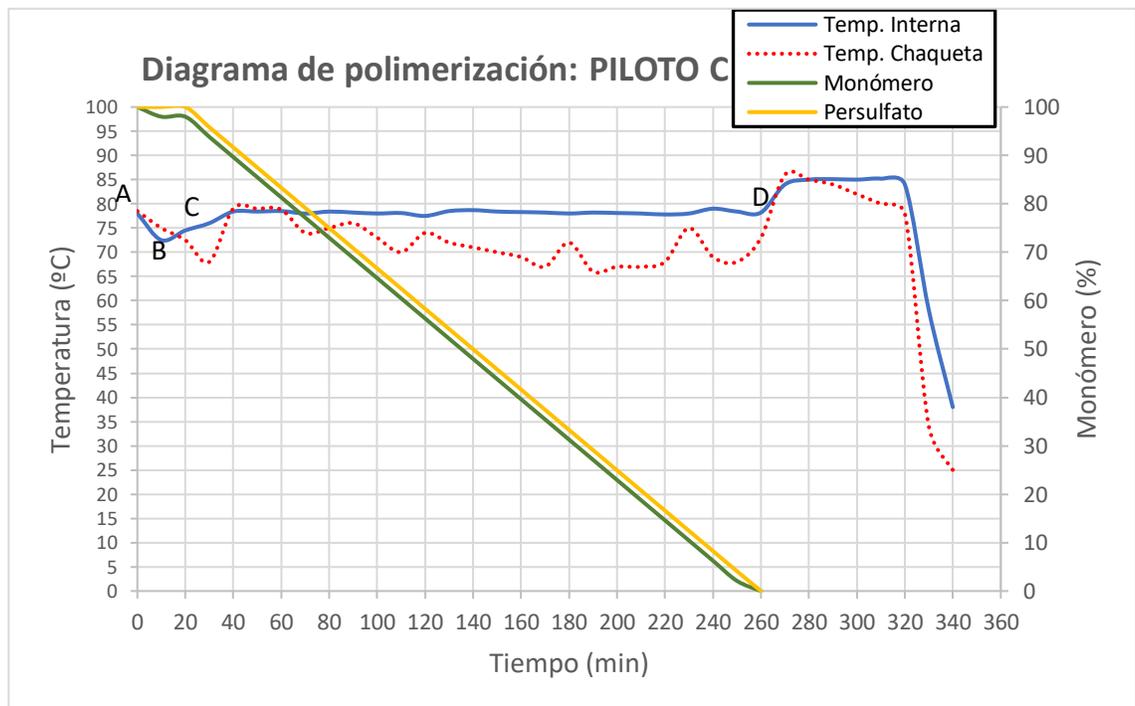
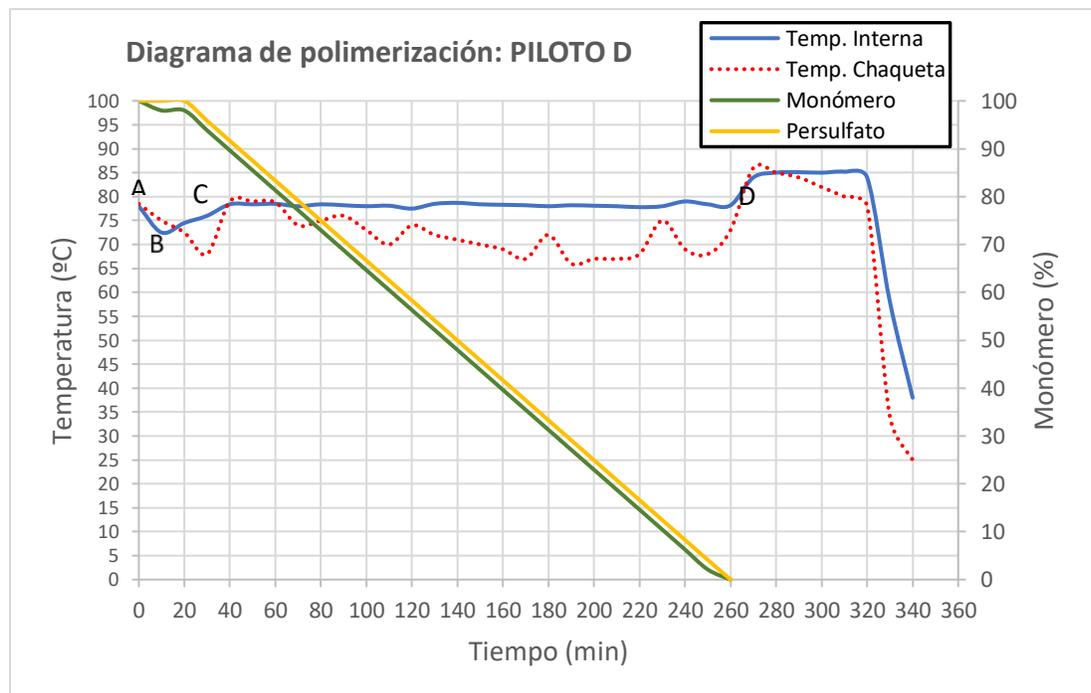


Figura 10 Diagrama de polimerización: piloto C. Elaboración propia.

- En la Tabla 7 se presenta la formulación de la resina de 0.1% de concentración de VTMO, y en la Figura 10 *el diagrama de polimerización* de esta; A: ingreso de monómero inicial, B-C incremento de temperatura, C-D 4 horas de polimerización ingreso de monómero e iniciador, D inicio de la hora de quema, se observa una reacción exotérmica.

Tabla 8*Formulación de resina vinil acrílica: piloto D*

Composición	Porcentaje (%)	Cantidad (gr)
Agua	43.20	1746.40
Cellosize	0.46	18.70
Arkopal N307	1.74	70.30
Genapol LRO	0.70	28.30
Acetato de Vinil Monómero	45.51	1840.00
Acrilato de 2-Etilhexilo	7.42	300.00
Viniltrimetoxisilano	0.35	14.11
Persulfato De Amonio	0.15	6.00
Acetato De Sodio Trihidratado	0.17	6.70
Vinilsulfonato De Sodio	0.30	12.20

Nota: elaboración propia.**Figura 11** Diagrama de polimerización: piloto D. Elaboración propia.

- En la Tabla 8 se presenta la formulación de la resina de 0.1% de concentración de VTMO, y en la Figura 11 el diagrama de polimerización de esta, A: ingreso de monómero inicial, B-C incremento de temperatura, C-D 4 horas de polimerización ingreso de monómero e iniciador, D inicio de la hora de quema, se observa una reacción exotérmica.

Tabla 9
Formulación de resina vinil acrílica: piloto E

Composición	Porcentaje (%)	Cantidad (gr)
Agua	43.18	1746.40
Cellosize	0.46	18.70
Arkopal N307	1.74	70.30
Genapol LRO	0.70	28.30
Acetato de Vinil Monómero	45.49	1840.00
Acrilato de 2-Etilhexilo	7.42	300.00
Viniltrimetoxisilano	0.40	16.13
Persulfato De Amonio	0.15	6.00
Acetato De Sodio Trihidratado	0.17	6.70
Vinilsulfonato De Sodio	0.30	12.20

Nota: Elaboración propia

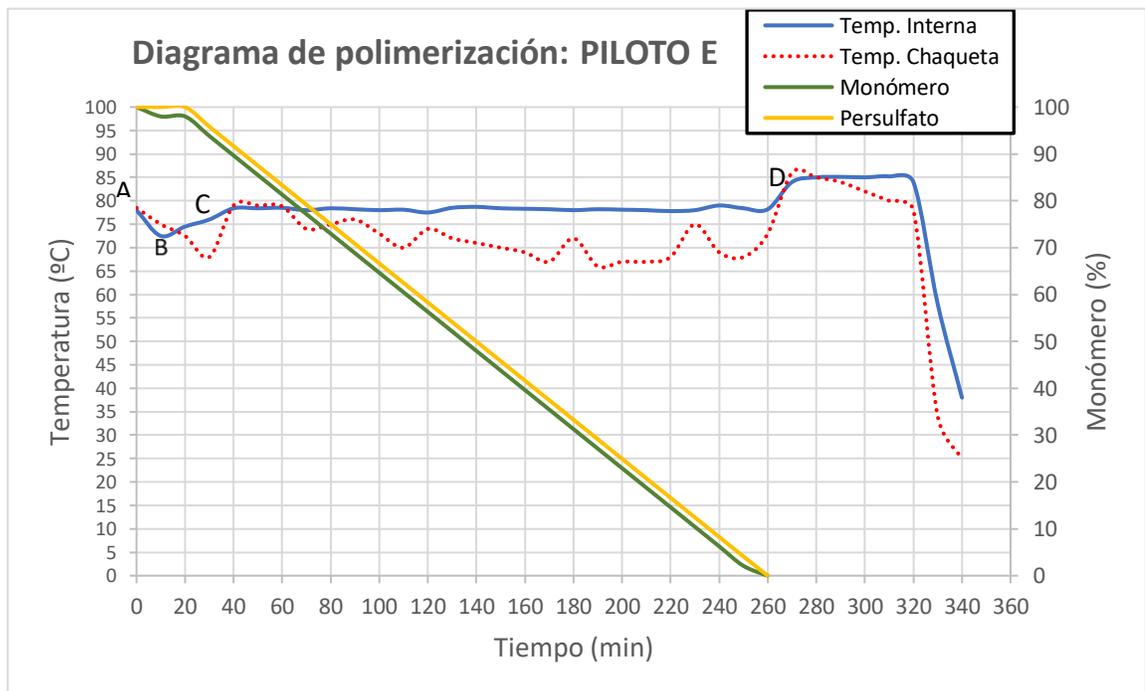
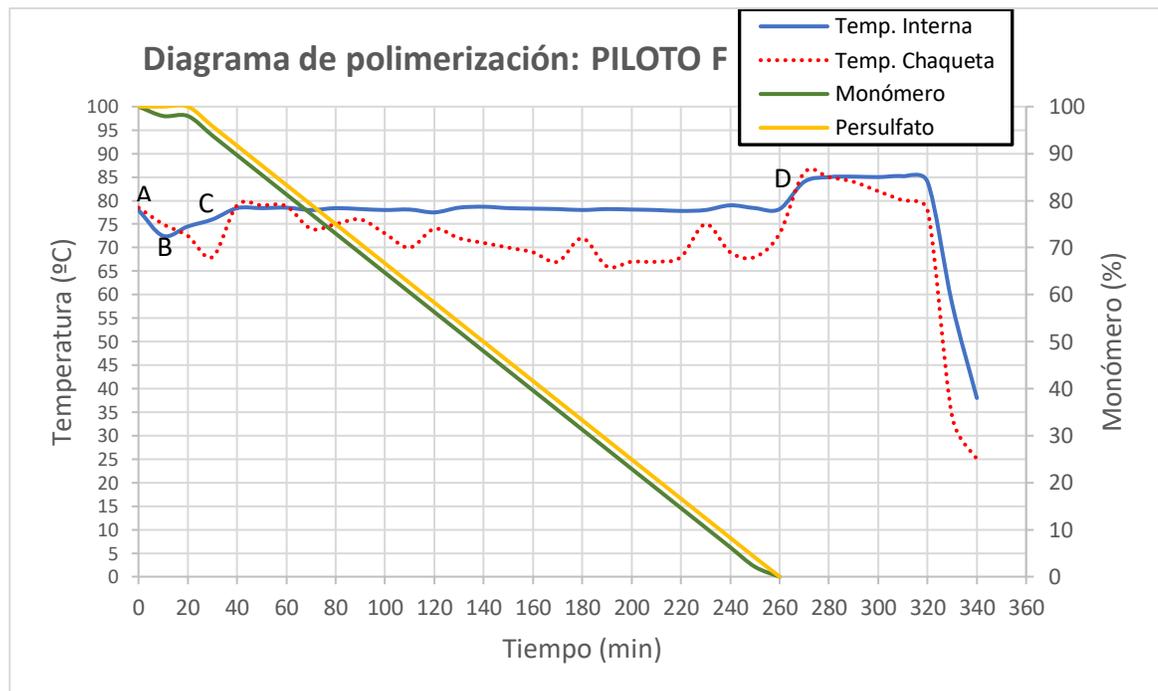


Figura 12 Diagrama de polimerización: piloto E. Elaboración propia.

- En la Tabla 9 se presenta la formulación de la resina de 0.1% de concentración de VTMO; y en la Figura 12 el diagrama de polimerización de esta, A: ingreso de monómero inicial, B-C: incremento de temperatura, C-D: 4 horas de polimerización ingreso de monómero e iniciador, D: inicio de la hora de quema, se observa una reacción exotérmica.

Tabla 10*Formulación de resina vinil acrílica: piloto F*

Composición	Porcentaje (%)	Cantidad (gr)
Agua	43.13	1746.40
Cellosize	0.46	18.70
Arkopal N307	1.74	70.30
Genapol LRO	0.70	28.30
Acetato de Vinil Monómero	45.45	1840.00
Acrilato de 2-Etilhexilo	7.41	300.00
Viniltrimetoxisilano	0.50	20.16
Persulfato De Amonio	0.15	6.00
Acetato De Sodio Trihidratado	0.17	6.70
Vinilsulfonato De Sodio	0.30	12.20

Nota: Elaboración propia**Figura 13** Diagrama de polimerización: piloto F. Elaboración propia.

- En la Tabla 10 se presenta la formulación de la resina de 0.1% de concentración de VTMO; y en la Figura 13 el diagrama de polimerización de esta, A: ingreso de monómero inicial, B-C: incremento de temperatura, C-D: 4 horas de polimerización ingreso de monómero e iniciador, D: inicio de la hora de quema, se observa una reacción exotérmica.

3.3. Resultados de polimerización de la resina vinil-acrítica

Se realizaron los procedimientos, tomando en cuenta las diferentes concentraciones de VTMO, para 4 kg de resina a polimerizada.

- Piloto A: concentración de VTMO 0.1%
- Piloto B: concentración de VTMO 0.2%
- Piloto C: concentración de VTMO 0.3%
- Piloto D: concentración de VTMO 0.35%
- Piloto E: concentración de VTMO 0.4%
- Piloto F: concentración de VTMO 0.5%

Tabla 11

Evaluación de parámetros fisicoquímicos de las diferentes resinas vinil acrílicas

PILOTO	VISCOSIDAD mPa.s	SOLIDOS %	PH	TURBIDES NTU	OBSERVACIÓN
Piloto A	2500	49.8	4.45	895	buena reacción, reflujo al inicio de dosificación de monómero.
Piloto B	2580	50.1	4.50	905	buena reacción, reflujo al inicio de dosificación de monómero.
Piloto C	2450	49.9	4.49	907	buena reacción, reflujo al inicio de dosificación de monómero.
Piloto D	2600	51.0	4.55	899	buena reacción, reflujo al inicio de dosificación de monómero.
Piloto E	2620	50.8	4.52	910	buena reacción, reflujo al inicio de dosificación de monómero.
Piloto F	2500	50.4	4.50	912	buena reacción, reflujo al inicio de dosificación de monómero.

Nota: Elaboración propia.

Presentan similares resultados todos los pilotos en los parámetros evaluados. Con respecto al aspecto físico todos son fluido blanco brillo azulino.

3.4. Resultados de estabilidad de las resinas.

Las muestras fueron puestas a estabilidad a 52°C en estufa, y estas fueron revisadas a los 7 y 15 días, teniendo en cuenta que, al pasar los 15 días es la simulación a medio año a temperatura ambiente de la resina vinil acrílica.

Tabla 12
Resultados de evaluación de estabilidad de la resina vinil acrílica

PILOTO	Estabilidad												estado			
	Inicio			7 días			15 días			15 días						
	Viscosidad	%solidos	pH	Viscosidad	%solidos	pH	aspecto fisico/color	Viscosidad	%solidos	pH	aspecto fisico/color	Viscosidad		%solidos	pH	aspecto fisico/color
Piloto A	2500	49.80	4.45	2500	49.75	4.45	-	2450	49.60	4.35	-	2450	49.60	4.35	-	aprobado
Piloto B	2580	50.10	4.50	2580	50.06	4.48	-	2500	50.00	4.46	-	2500	50.00	4.46	-	aprobado
Piloto C	2450	49.90	4.49	2450	49.80	4.49	-	2400	49.70	4.45	-	2400	49.70	4.45	-	aprobado
Piloto D	2600	51.00	4.55	2600	50.90	4.50	-	2500	50.50	4.49	-	2500	50.50	4.49	-	aprobado
Piloto E	2620	50.80	4.52	2620	50.74	4.50	-	2580	50.70	4.40	S/A	2580	50.70	4.40	S/A	desaprobado
Piloto F	2500	50.40	4.50	2500	50.32	4.45	-	2100	50.00	4.10	S/G/A	2100	50.00	4.10	S/G/A	desaprobado
Emulsión patrón	2800	50.20	4.60	2750	50.10	4.57	-	2740	50.00	4.55	-	2740	50.00	4.55	-	aprobado

Nota: Elaboración propia

S : Leve separación superficial; **G**: Apariencia de leve gelamiento; **A** : Ligeramente amarillento; -: Sin cambios

3.5. Evaluación de parámetros básicos de las muestras de pintura satinada

Los pilotos caracterizados se fabricaron con la misma pasta por lo que se obtienen resultados similares en parámetros fisicoquímicos (Viscosidad, %sólidos, pH), lo que garantiza la correcta evaluación de las propiedades de desempeño mecánico que aporta la resina, y evitar así considerar aportes hechos por componentes diferentes a esta.

Tabla 13

Resultados de evaluación de las muestras de pintura satinada

Piloto	Viscosidad Ku	Sólidos %	Ph	Estabilidad
Muestra A	110	50.1	8.2	-
Muestra B	106	50.0	8.3	-
Muestra C	108	49.9	8.2	-
Muestra D	107	50.3	8.2	-
Muestra E	108	50.4	8.2	-
Muestra F	105	50.9	8.2	-
Pintura patrón	102	50.5	8.1	-

Nota: Elaboración propia.

S : Leve separación superficial; **G**: Apariencia de leve gelamiento; -: Sin cambios

3.6. Resultados de resistencia al frote húmedo de las muestras de pintura satinada.

Para esta evaluación se tiene en cuenta la norma ASTM D2486-17, Métodos de prueba estándar para la resistencia al frote de pinturas para paredes, la pintura es aplicada en lenetas secadas al ambiente para 7 y 28 días, y se realiza el frote usando la máquina ERICHSEN 494.

En la siguiente tabla en los resultados solo influye la resina:

Tabla 14

Resultados de resistencia al frote de las muestras de pintura satinada

Muestras de pintura	RESISTENCIA AL FROTE HUMEDO (CICLOS)	
	7 días	28 días
Muestra A	450	480
Muestra B	640	700
Muestra C	750	803
Muestra D	940	987
Muestra E	925	972
Muestra F	930	975
Pintura patrón	990	998

Nota: Elaboración propia.

Se observa que la pintura patrón tiene de resistencia el frote húmedo a 28 días 998 ciclos y el más cercano es la pintura realizada con la resina de concentración 0.35% con un numero de ciclos de 987 (piloto D).

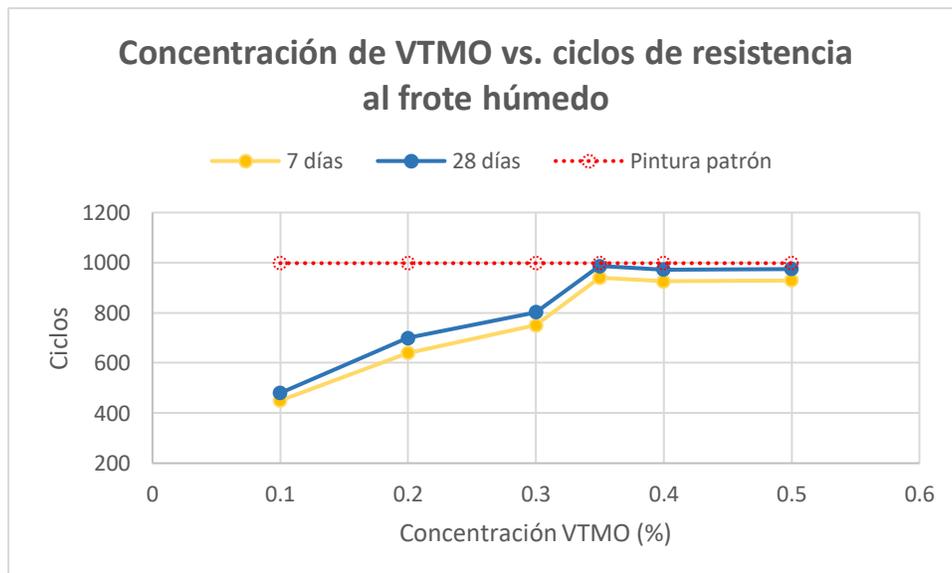


Figura 14 Relación entre concentración del VTMO y resultado de ciclos de resistencia al frote húmedo. Elaboración propia.

Según resultados el incremento de concentración de VTMO es favorable hasta un determinado punto, ya que, según Figura 11 se observa que aun incrementando concentración de VTMO en la resina ya no se logra subir los ciclos de frote a un máximo de 987 ciclos.

Con este resultado podemos clasificar la pintura obtenida de TIPO II según la Norma Técnica Peruana 319.216. (Anexo 2)

CAPITULO 4: DISCUSIÓN

Según la **Tabla 14** *Resultados de resistencia al frote de las muestras de pintura satinada* y **Figura 14** *Relación entre concentración del VTMO y resultado de ciclos de resistencia al frote húmedo*, podemos afirmar que a mayor concentración de Viniltrimetoxisilano en la resina aumenta la resistencia al frote de la pintura, pero tiene un límite de aceptación en la formulación de la resina ya que si se sigue incrementando la concentración a mayor de 0.35% ya no se observan resultados favorables. Estos resultados difieren de AMAYA D. (2014), quien deduce que la inclusión del agente acoplador VTMO no presenta ningún aporte significativo al desempeño frente a los ciclos de lavado o fregado, pero si un con mayor contenido de monómero blando (2 etil hexil acrilato) se obtiene un mejor desempeño mecánico. Ante esta diferencia se debe tener presente que la investigación realizada por el otro autor fue realizada adicionando también dióxido de titanio en la polimerización.

Según la **Tabla 12** *Resultados de evaluación de estabilidad de la resina vinil acrílica* muestra que a mayor concentración de VTMO la estabilidad se ve afectada de la resina vinil acrílica, según estudios realizados por Zhan y Whan (2003) donde polimerizaron resinas acrílicas usando diferentes tipos de silanos (3- glicidoxipropiltrimetoxisilano, 3- metacriloxipropiltrimetoxisilano, N-(2-aminoetil)-3-aminopropil-trimetoxisilano) concluyen que la resina tiene menos estabilidad con la adición exagerada de estos silanos; si bien el VTMO no fue evaluado por dicho autor se tiene presente que el silano usado en esta investigación pertenece a la misma familia de los silanos evaluados. En lo que si difiere es que mencionan a ver tenidos incrementos bruscos de temperatura lo cual no fue reflejado usando el VTMO según figuras 5, 6, 7, 8, 9,10.

Según los resultados obtenidos de la pintura se pueden clasificar de TIPO II según clasificación de la Norma Técnica Peruana 319.216. (Anexo 2)

CAPITULO 5: CONCLUSIONES

1. Se evaluó los parámetros fisicoquímicos de la resina patrón a la cual se pretendía llegar.
2. Se determinó las diferentes concentraciones del viniltrimetoxisilano en la formulación de la resina vinil acrílica.
3. Se aplicó las diferentes formulaciones de la resina vinil acrílica mediante polimerización, cada piloto fue de 4kg.

Cada proceso de polimerización fue realizado en las mismas condiciones para evitar cambios en los resultados: usando materia prima del mismo lote, mismo reactor, similar temperatura e igual tiempo de proceso. En donde para cada uno se realizó un diagrama de polimerización, que brindó información de la temperatura de proceso y fue óptima en todos los pilotos.

4. Se evaluó los parámetros fisicoquímicos de los diferentes pilotos: viscosidad, %sólidos, pH, turbidez, lámina seca; para todos los pilotos se observa similitud en los resultados y dentro del rango establecido, según comparación con la resina patrón. (Tabla 10). Se revisó la estabilidad de la resina a 7 y 15 días, la cual estuvo en estufa a 52°C. pasado los 7 días no presenta cambio alguno en la apariencia física. Pero pasado los 15 días en estufa la cual es la simulación de medio año a temperatura ambiente, se observó que el piloto E y F, con mayor concentración de VTMO de 0.4% y 0.5% respectivamente, presenta cambios físicos.
5. Se aplicó la resina vinil acrílica en la fabricación de pintura satinada; cada piloto de resina fue aplicado en pintura las cuales fueron realizadas en las mismas condiciones para evitar cambios en los resultados; de ello las muestras de pinturas fueron evaluadas y todas presentan similares resultados (Tabla 12). Con respecto a la evaluación de resistencia al frote húmedo de las muestras de pintura en las lenetas aplicadas para 7 y 28 días con secado ambiente. (Tabla

13), donde se observó que con una concentración de 0.35% de VTMO es suficiente para alcanzar un número de ciclos aceptable.

Según estos resultados indican que, si influye el incremento de la concentración del VTMO en las formulaciones de la resina polimerizada, ayudando que la resistencia al frote húmedo de la pintura satinada aumente, pero considerando que el máximo de concentración que admite la formulación es de 0.35%; ya que se observó que a mayores concentraciones afecta a la resina en su estabilidad y por otro lado no se observa mayores resultados en la resistencia al frote húmedo sino tienden a ser similares (gráfica 9), ya que, para el método de polimerización la cantidad de silano (VTMO) en la formación de cadenas al momento de ingresar por demás ya no existirá buena polimerización ya que el exceso que se agrega ya no tiene efecto porque las cadenas ya están todas formadas, la cantidad de moléculas para polimerizar ya es suficiente.

CAPITULO 6: RECOMENDACIONES

- Para la polimerización de resinas se debe tener en cuenta que es muy importante mantener estable la temperatura de proceso ya que en la fabricación de otro tipo de resinas se observó que los incrementos o bajas de temperatura durante el proceso hace que se afecte la viscosidad y el %sólidos. Y a toda polimerización siempre se debe dar no menos de una hora de quema a fin de que el monómero se polimerice por completo.
- Tener mucho cuidado en la manipulación de monómeros para polimerización, ya que son muy peligrosos para la salud.
- Para elaborar las resinas en escalas industriales se debe tener en cuenta que se debe realizar según las especificaciones dadas por laboratorio para dicho proceso, para que el resultado sea el mismo.
- La formulación establecida para la pintura satinada en este estudio puede variar según requerimiento del cliente.
- Para la aplicación de pintura para resistencia al frote húmedo en leneta se debe aplicar por duplicado a fin de tener seguridad en los resultados, si se observa mucha diferencia en los resultados repetir aplicación.
- Puede ser de gran interés producir otro tipo de resinas utilizando como agente acoplador al Viniltrimetoxisilano en la polimerización, las cuales sean usadas no solo para pinturas sino para adhesivos y textil.

CAPITULO 7: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- buriticá, L. M. (2010). Obtencion de una resina vinil acrilica nanoestructurada. Tesis para optar el grado de magister, Universidad Nacional de Colombia, Dpertamento de Ingenieria Quimica y Ambiental, Bogotá.
- Calvo, J. (2009). Pinturas y Recubrimientos. Madrid: Díaz de Santos.
- Carbonell, C. (2014). Pinturas y barnices: Tecnología básica. Ediciones Diaz de Santos.
- Chern, C. (2008). Principles and applications of emulsion polymerization. New Yersey: Willey.
- C. S. Chern. (2006). Emulsion polymerization mechanisms and kinetics. Progress in polymer science. 443-486.
- C. López. . (2011). Modelo de estabilidad de emulsiones poliméricas. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química y ambiental, Bogotá.
- Centro Nacional de Información Biotecnológica. PubChem Compound Database; CID = 76004, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/76004> (consultado el 2 de febrero de 2019).
- Felipe, J. V. (2013). Pinturas ,barnices y afines. Universidad Politécnica de Madrid.
- Fred, B. (2004). ciencia de los polimeros. España: Editorial Reverte S.A. Obtenido de https://books.google.com.pe/books/about/Ciencia_de_los_pol%C3%A9meros.html?id=vL9QrpOKsQcC&redir_esc=y
- Hernandez, M. (2013). Síntesis de recubrimientos polimericos inteligentes. Tesis maestría , Universidad Nacional Autonoma de México, México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2013/agosto/0699262/0699262.pdf>
- L. H. Sperling.(2006). Introduction to physical po (Hernandez, 2013)lymer science, fourth edition. John Wiley & Songs, INC. Publication, Pennsylvania.
- Norma Técnica Peruana 319.216 1984 (revisada el 2011) Indecopi 1° edición. 2011, Lima.
- Ortega, M. M. (2015). Obtención y caracterización de una emulsión acrílica para su uso en la fabricación de recubrimientos para madera. tesis para

optar al título de Magister, Universidad de Colombia, Departamento de Ingeniería Química.

PADÍN, R. B. (2008). Diseño y Caracterización de Nuevos Materiales Compuestos Polipropileno y Madera: Estado del Viniltrimetoxisilano como Agente de Acoplamiento. Tesis doctoral, UNIVERSIDAD DE A CORUÑA, Departamento de Física, Ferrol.

Schweigger, E. (2005). Manual de pinturas y recubrimientos plásticos. España: Ediciones Dias de Santos .

Seymour, R., & Carraher, C. (1995). Introducción a la química de los polímeros. España: Editorial Reverté S.A.

Velasco, U. (2010). Los polímeros: síntesis, caracterización y reología. México.

CAPITULO 8: ANEXOS

Anexo 1

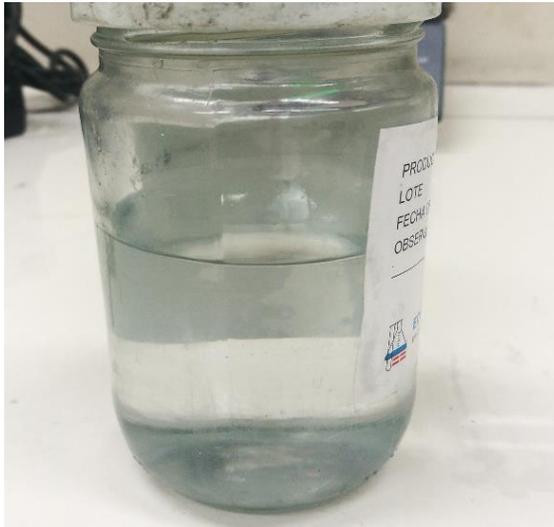


Figura 15 Viniltrimetoxisilano usado para la polimerización de la resina vinil acrílica. Elaboración propia.



Figura 16 Proceso de polimerización de la resina vinil acrílica. Laboratorio de desarrollo EDESAC. Elaboración propia.

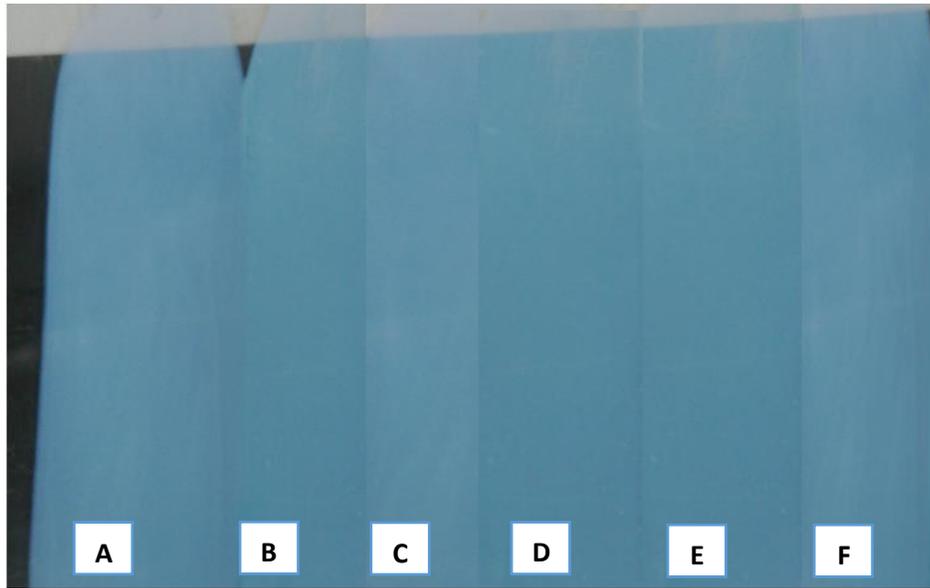


Figura 17 Aplicación en lámina de las muestras de resina de los pilotos para verificación del color, con 200 μm de espesor. Elaboración propia.



Figura 18 Determinación del %sólido de los pilotos polimerizados; secado en papel de aluminio, en estufa por 2.5 horas a 105°C. Laboratorio de control de calidad EDESAC. Elaboración propia.



Figura 19 Viscosímetro, equipo para medición de la viscosidad. Laboratorio de control de calidad EDESAC. Elaboración propia.



Figura 20 Evaluación de estabilidad en estufa a 52°C. Laboratorio de desarrollo EDESAC. Elaboración propia.



Figura 21 Evaluación de turbidez. Turbidímetro. Laboratorio de desarrollo EDESAC. Elaboración propia.



Figura 22 Dispersador de capacidad 1-10 RPM x 1000. Para fabricación de pintura. EDESAC. Elaboración propia.



Figura 23 Equipo aplicador de pintura Erichsen Testing Equipment. Laboratorio de desarrollo EDESAC. Elaboración propia.

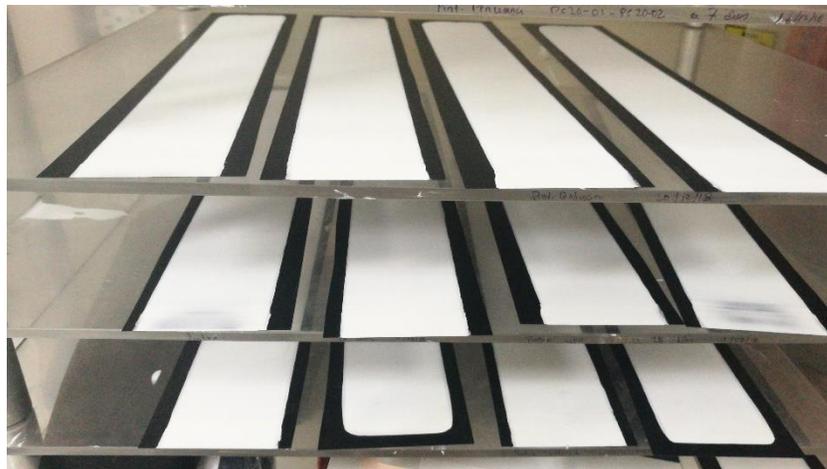


Figura 24 Secado de pintura aplicada en lenetas. Laboratorio de desarrollo EDESAC. Elaboración propia.



Figura 25. Máquina de abrasión Erichsen Mod. 494. Determinación de la resistencia al frote húmedo. Laboratorio de desarrollo EDESAC. Elaboración propia.

Anexo 2



PERÚ

**Ministerio
de Economía y Finanzas**

**Oficina
General de Tecnologías de la Información**

FICHA ESTÁNDAR DE FAMILIA DEL CATÁLOGO DE BIENES, SERVICIOS Y OBRAS DEL MEF

FICHA ESTÁNDAR N° 56

FAMILIA 73150015 PINTURA A BASE DE LÁTEX

**Dirigido a Gobierno Nacional, Gobierno Regional y
Gobierno Local**

Elaborado por: Lic. Magnolia Oshiro Chinen

Oficina General de Tecnologías de la Información del Ministerio de Economía y
Finanzas – Catalogación

Lima, 4 de enero de 2016

FICHA ESTÁNDAR N° 56

CODIGO	73150015 – PINTURAS A BASE DE LÁTEX
TIPO	SUMINISTRO
GRUPO	73 PINTURAS, BARNIZ, PEGAMENTOS Y OTROS REVESTIMIENTOS: PRODUCTOS Y ACCESORIOS
CLASE	15 PINTURAS, LACAS, BARNICES Y PRODUCTOS AFINES
FAMILIA	0015 – PINTURAS A BASE DE LÁTEX
TIPO DE UNIDAD DE MEDIDA	CAPACIDAD

I. ALCANCE:

La familia Pinturas a base de látex incluye las de acabado mate y satinado que se empleen en interiores y exteriores con fines de protección y decoración.

II. DETALLE TÉCNICO:

De acuerdo con la definición dada en la NTP 319.216, la pintura látex es el conjunto de pigmentos dispersos en un vehículo a base de látex diluible con agua y que seca por evaporación. El látex es una emulsión estable de una sustancia polimérica en un medio esencialmente acuoso.

Estas pinturas se pueden aplicar sobre superficies de mampostería, tarrajeado, estucado, materiales de asbesto cemento (previa aplicación de base o imprimante), madera, con fines de protección y decoración.

En la Norma Técnica Peruana 319.216 se establece una clasificación de 4 tipos:

Tipo I, II, III, IV

Tipos	I	II	III	IV
Composición -sólidos totales, mínimo	50%	48%	46%	46%
Propiedades de la pintura líquida -Viscosidad a 25 °C en unidades Krebs (KU)	90-110	90-110	90-110	90-110
-Finura de dispersión en unidades Hegman, mínimo	4	3.5	3	3
-Densidad en kg/L, mínimo	1.32	1.32	1.32	1.32
Propiedad de la pintura aplicada -Tiempo de secado al tacto en minutos, máx.	60	60	60	60
-Tiempo de secado para repintar en horas, máx.	6	6	6	6
Resistencia a la abrasión húmeda en ciclos, mínimo	1500	900	400	100

Esta familia considera lo indicado en la ficha de subasta inversa aprobada con Memorando N° 861-2015/DTN del OSCE, de fecha 2 de octubre de 2015, para el Tipo I y II.

III. DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM

a.- ATRIBUTOS BÁSICOS:

Descripción	Atributo básico
Pintura a base de látex	Tipo (I,II,III ó IV) Color (con el código de RAL o Pantone)

a.- ATRIBUTOS COMPLEMENTARIO:

Descripción	Atributo complementario
Pintura a base de látex	Acabado (Mate o satinado)

IV. DEFINICIÓN DEL ESTÁNDAR EN LA DESCRIPCIÓN

La familia 73150015 PINTURA A BASE DE LÁTEX quedaría estandarizada de la siguiente manera:

PINTURA A BASE DE LÁTEX TIPO XX COLOR ZZ

Siendo XX el código del Tipo

Siendo ZZ el código del color según carta de colores RAL o Pantone

V. OBSERVACIONES

Existen varias cartas de colores de uso internacional, siendo las más usadas la carta de la Empresa Pantone y la carta de colores RAL. En la ficha de subasta inversa de las pinturas a base de látex se están considerando estas dos cartas.

OSCE ha considerado en su ficha de subasta inversa como unidad de medida el galón, para las pinturas de tipo I y II

VI. BIBLIOGRAFIA

Norma Técnica Peruana 319.216 1984 (revisada el 2011) Indecopi 1ª edición. 2011, Lima.

Lima, 4 de enero de 2016