



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**  
**TECNOLOGÍAS Y TENDENCIAS EN EL MERCADO DE PINTURAS Y**  
**RECUBRIMIENTOS**  
**INFORME DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERA QUÍMICA**

**PRESENTA**

**MIRELLE EDALI BELLON GUTIÉRREZ**



**EXÁMENES PROFESIONALES**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**



**CIUDAD DE MÉXICO**

**AÑO 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** Profesor: JUAN MARIO MORALES CABRERA .

**VOCAL:** Profesor: MODESTO JAVIER CRUZ GÓMEZ

**SECRETARIO:** Profesor: ALFONSO DURÁN MORENO

**1er. SUPLENTE:** Profesor: IBET NAVARRO REYES

**2° SUPLENTE:** Profesor: JESÚS ENRIQUE VARGAS MEDRANO

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**DOW QUÍMICA MEXICANA SA DE CV**

**AV. PASEO DE LA REFORMA 243, PISO 8, COL. CUAUHTÉMOC.**

**DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC, 06500.**

**ASESOR DEL TEMA:**



**MODESTO JAVIER CRUZ GÓMEZ**

**SUSTENTANTE:**



**MIRELLE EDALI BELLON GUTIÉRREZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

**LE DOY GRACIAS A DIOS POR HABERME PERMITIDO CULMINAR MI CARRERA PROFESIONAL, POR GUIARME Y ACOMPAÑARME A LO LARGO DE ESTE CAMINO Y, POR PONER PERSONAS MARAVILLOSAS A MI ALREDEDOR QUE HAN HECHO DE MÍ UN MEJOR SER HUMANO.**

**AGRADEZCO A MI MAMÁ, RENATA SOLÓRZANO, POR TODO SU ESFUERZO, POR ESTAR CONMIGO CUANDO LA NECESITO, POR APOYARME INCONDICIONALMENTE, POR SER MI EJEMPLO A SEGUIR Y, SOBRE TODO, POR SU AMOR.**

**DOY GRACIAS A MI PAPÁ, ADRIÁN BELLON, POR ESTAR AL PENDIENTE DE MÍ, POR SUS PALABRAS DE ALIENTO, POR BRINDARME SU CONFIANZA, POR CUIDARME SIEMPRE Y POR SU GRAN AMOR.**

**GRACIAS TAMBIÉN A LUIS ÁNGEL MIRANDA POR HABERME IMPULSADO PARA TERMINAR MI CARRERA PROFESIONAL, POR AYUDARME EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES, POR CREER EN MÍ, POR ENTREGARME SU AMOR Y POR SER MI MEJOR AMIGO.**

**A MIS ABUELITOS, QUE ME HAN CUIDADO COMO HIJA DESDE PEQUEÑA Y HAN APOYADO A TODA LA FAMILIA. A MIS HERMANITOS, POR SER UN MOTIVO MÁS PARA SER UNA MEJOR PERSONA. A MIS AMIGOS TANTAS RISAS Y MOMENTOS COMPARTIDOS.**

**GRACIAS A MIS PROFESORES POR SER EL PILAR DE MI EDUCACIÓN, POR EL CONOCIMIENTO TRANSMITIDO Y POR SUS ENSEÑANZAS DE VIDA. EN ESPECIAL GRACIAS AL PROFESOR NÉSTOR LÓPEZ EN PAZ DESCANSE, POR HABER SIDO ADEMÁS DE UN EXCELENTE PROFESOR, UN GRAN AMIGO; Y A MI ASESOR JAVIER CRUZ POR HABER CONFIADO EN MÍ PARA GUIAR MI TRABAJO DE TITULACIÓN.**

## ÍNDICE GENERAL

1. Índice de tablas, gráficas y figuras .....	3
2. Resumen .....	5
3. Introducción.....	7
4. Antecedentes .....	11
5. Composición de las Pinturas.....	13
6. Mercado de Recubrimientos y Pinturas con base en su tecnología .....	15
6.1 Tecnología base solvente .....	16
6.2 Tecnología base agua .....	17
6.3 Tecnología en polvo .....	19
6.4 Tecnología de pinturas con alto contenido en sólidos .....	20
6.5 Tecnología de pinturas de curado por radiación.....	21
7. Regulaciones Gubernamentales Internacionales .....	22
8. Mercado Global de Recubrimientos y Pinturas .....	28
9. Mercado de Recubrimientos y Pinturas por Región .....	31
10. Descripción del trabajo realizado .....	36
10.1 Identificación de los mercados a los que se dirigen nuestros principales clientes pintureros de solventes oxigenados .....	36
10.2 Recubrimientos Automotrices .....	38
10.2 Revestimientos para superficies metálicas .....	40
10.3 Recubrimientos marítimos y de protección.....	41
10.4 Recubrimientos para madera.....	42
10.5 Pinturas arquitectónicas de pared .....	43
10.6 Guía de sustitución de productos .....	45

10.7 Clasificación de los solventes oxigenados de acuerdo a la cantidad de compuestos orgánicos volátiles emitidos a la atmósfera .....	46
11. Conclusiones.....	52
12. Referencias .....	54

## 1. ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

<b>Tabla 1.</b> Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos en el período de 2016 - 2022 .....	<b>9</b>
<b>Tabla 2.</b> Consumo de pinturas y recubrimientos en México durante 2016 .....	<b>10</b>
<b>Tabla 3.</b> Pinturas base solvente frente a las demás tecnologías presentes en el mercado .....	<b>27</b>
<b>Tabla 4.</b> Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos por Región en el período de 2016 - 2022 .....	<b>29</b>
<b>Tabla 5.</b> Crecimiento del Mercado de Recubrimientos y Pinturas para los países de Norteamérica 2016 - 2022 y el porcentaje de TCAC en el período de 2017 - 2022 .....	<b>32</b>
<b>Tabla 6.</b> Principales compañías productoras de recubrimientos y pinturas en México .....	<b>36</b>
<b>Tabla 7.</b> Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado automotriz.....	<b>40</b>
<b>Tabla 8.</b> Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de superficies metálicas .....	<b>41</b>
<b>Tabla 9.</b> Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de recubrimientos de protección y marítimos .....	<b>42</b>
<b>Tabla 10.</b> Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de recubrimientos para madera.....	<b>43</b>
<b>Tabla 11.</b> Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de pinturas arquitectónicas de pared .....	<b>44</b>
<b>Tabla 12.</b> Guía de sustitución de productos y los beneficios de llevar a cabo el cambio.....	<b>45</b>

<b>Tabla 13.</b> Clasificación de compuestos orgánicos volátiles de acuerdo a las Normas 1999/13/CE, 2004/42/CE y 2005/344/CE para el portafolio de solventes oxigenados .....	<b>48</b>
<b>Tabla 14.</b> Gramos de disolventes orgánicos por litro de pintura fabricada y envasada.....	<b>50</b>
<b>Tabla 15.</b> Volatilidad de sustancias químicas en estado líquido .....	<b>51</b>
<b>Gráfica 1.</b> Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos en el período de 2016 - 2022 .....	<b>10</b>
<b>Gráfica 2 .</b> Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos por Región en el período de 2016 - 2022 .....	<b>30</b>
<b>Gráfica 3.</b> Crecimiento del Mercado de Recubrimientos y Pinturas para los países de Norteamérica 2016 - 2022 y el porcentaje de TCAC en el período de 2017 - 2022 .....	<b>32</b>
<b>Gráfica 4.</b> Millones de unidades producidas por año en México.....	<b>33</b>
<b>Figura 1.</b> Composición general de una pintura .....	<b>14</b>
<b>Figura 2.</b> Comparación de la cantidad de disolvente en las tecnologías base solvente y base agua .....	<b>18</b>

## 2. RESUMEN

En este informe titulado "Tecnologías y tendencias en el mercado de recubrimientos y pinturas" tiene la intención de presentar el trabajo realizado en la empresa Dow Química Mexicana y su relación con el mercado de pinturas y recubrimientos.

La posición que desempeñaba cuando llevé a cabo este informe se llama "Internal Sales", en la que combinaba labores de ventas, logística y servicio al cliente, función a la que me dediqué durante dos años; la elaboración del mismo me permitió mostrar mi interés por el área técnica y a partir de primero de octubre del año en curso me encuentro en el área de servicio técnico y desarrollo en la división de adhesivos para el mercado automotriz.

Este trabajo se llevó a cabo con el fin de presentar el crecimiento del mercado de recubrimientos y pinturas durante los últimos años, tanto a nivel global como en México para crear alianzas con nuestros clientes que nos permitan establecer acciones para el cuidado de nuestro planeta, y que al mismo tiempo podamos estar preparados para una nueva serie de normas y leyes que controlarán las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles de manera más estricta.

El trabajo realizado consistió en llevar a cabo un estudio de mercado para encontrar las aplicaciones finales que los principales clientes pintureros les dan a los solventes que se encuentran en el catálogo de venta y, con base en la retroalimentación de los clientes se elaboró una propuesta para sustituir ciertos solventes con productos más amigables con el ambiente. Por último, lideré el proyecto para encontrar la

mejor opción logística y poder suministrar localmente trece productos del catálogo de solventes oxigenados a la planta de PPG en San Juan del Río, Querétaro.

Con la finalidad de brindar apoyo al área comercial en las negociaciones con los clientes de este sector, llevé a cabo una clasificación de los productos del portafolio de solventes oxigenados para ubicar fácilmente cuáles cumplen con las diferentes regulaciones de emisiones de COVs a la atmósfera y poder enfocar los esfuerzos de venta a mediano y largo plazo en productos amigables con el ambiente.

### 3. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se utilizarán indistintamente los términos pintura y recubrimiento para referirse a una mezcla heterogénea líquida, licuable o, una macilla que después de ser aplicada en una superficie se transforma en una película sólida. Los usos más comunes de las pinturas son dar protección a los objetos, proporcionar textura, y por supuesto dar un color y efecto estético. Existen diferentes tipos de pinturas como base agua, base solvente, sintéticas, en polvo, entre otras, sin embargo su principal constituyente son los solventes. [2]

La importancia de esta industria es que continúa en constante crecimiento y todo lo que está a nuestro alrededor cuenta con algún tipo de recubrimiento, estemos donde estemos lo primero que vemos es pintura. Al levantarnos por la mañana vemos que el techo está cubierto de pintura, al igual que los muebles y las paredes; si nos vamos a la cocina nos encontraremos con que el refrigerador y la estufa también cuentan algún tipo de recubrimiento. Así mismo cuando salimos de nuestras casas podemos observar que los automóviles, los espectaculares, los señalamientos de tránsito, y hasta las carreteras están pintadas; basta con decir que las naves espaciales cuentan con un tipo especial de recubrimiento.

El mercado de recubrimientos y pinturas incluye pinturas base líquido y en polvo, barnices, y productos relacionados con el uso arquitectónico y decorativo, industrial, y de especialidad. Las pinturas para interiores y exteriores, selladores y bases (primers), que son utilizados en los hogares y edificios; son parte del segmento decorativo y arquitectónico. Los productos que se aplican en fábricas a productos

manufacturados como parte del proceso de producción forman parte del segmento industrial. Las pinturas en aerosol, las pinturas destinadas a productos marítimos, los revestimientos de alto rendimiento, y las pinturas para los acabados de automóviles forman parte del segmento de especialidad. El valor del mercado se calcula de acuerdo a los precios dados al consumidor final. [2 y 8]

La creciente demanda en los países desarrollados como Estados Unidos, o países europeos, y en las economías en desarrollo como China e India, están contribuyendo a la expansión general del mercado de recubrimientos. El crecimiento de este mercado depende de varios factores como el desarrollo industrial, el nivel de actividad económica y el aumento de la industria de construcción, que juega un papel de gran importancia en el consumo de pinturas y recubrimientos. [4]

La tabla 1 y la gráfica 1 ilustran el mercado global para las tecnologías involucradas en la fabricación de pinturas y recubrimientos. El mayor crecimiento lo podemos observar en los recubrimientos en polvo y en las tecnologías emergentes, esto se debe a que las tecnologías de especialidad están siendo desarrolladas por los principales fabricantes, que han recibido cada vez mayor presión de las autoridades reguladoras en cuanto al control de la contaminación y otros factores ambientales. [4 y 5].

La tecnología de las pinturas en polvo está siendo adaptada a un gran campo de aplicación. El mercado para los recubrimientos base solvente está siendo lentamente disminuido y siendo tomado por los recubrimientos base agua, básicamente porque las propiedades de estos últimos son mucho más amigables con el ambiente. Esta transición de utilizar pinturas base solvente a pinturas base

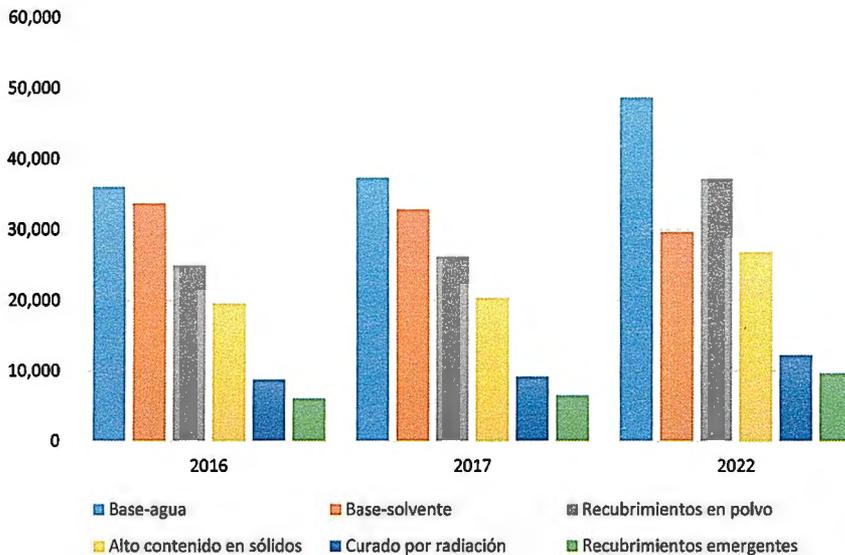
agua está ocurriendo principalmente en Canadá, Estados Unidos y Europa; mientras que los recubrimientos base solvente continúan siendo ampliamente utilizados en países en vías de desarrollo debido a los costos implicados. [5 y 6]

Las tecnologías con alto contenido de sólidos y las tecnologías de pinturas de curado por radiación están experimentando un buen crecimiento debido a que estas tecnologías se considera que son menos contaminantes que las tecnologías base solvente.

Durante el 2016, el valor del mercado global para las pinturas y recubrimientos era de alrededor de \$129.1 mil millones de dólares como se muestra en la Tabla 1. El mercado ha demostrado un crecimiento saludable en los meses pasados y se espera un crecimiento de hasta alrededor de \$132.2 mil millones al terminar el 2017. Este crecimiento se debe principalmente al incremento de la demanda en mercados en desarrollo, especialmente en Asia y Europa del Este. Se espera que hacia el final del 2022, el mercado alcance alrededor de \$164.2 mil millones de dólares con una tasa compuesta de crecimiento anual de alrededor 4.4% durante el período de 5 años comprendido entre 2017 y 2022. [3 y 5]

<b>Tecnología</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2022</b>	<b>TCAC %</b>
	<b>\$</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>	<b>2017-2022</b>
Base-agua	36,010	37,250	48,690	5.5
Base-solvente	33,680	32,800	29,670	-2.0
Recubrimientos en polvo	24,920	26,150	37,160	7.3
Alto contenido en sólidos	19,540	20,280	26,730	5.7
Curado por radiación	8,770	9,160	12,220	5.9
Recubrimientos emergentes	6,130	6,540	9,680	8.2
<b>Total</b>	<b>129,050</b>	<b>132,680</b>	<b>164,150</b>	<b>4.4</b>

**Tabla 1. Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos en el período de 2016 - 2022 (\$ miles de millones) [4]**



**Gráfica 1. Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos en el periodo de 2016 - 2022 (\$ miles de millones) [4]**

La producción total de pinturas y recubrimientos en México durante 2016 fue de alrededor de 550 mil metros cúbicos, lo cual representó 120.3 mil millones de dólares, que corresponden al valor total del mercado. En la Tabla 2 se muestra la distribución del mercado de pinturas y recubrimientos en México durante 2016.

Uso final	Porcentaje en volumen
Arquitectónico	59 %
Industrial	25 %
Especialidad	16 %

**Tabla 2. Consumo de pinturas y recubrimientos en México durante 2016 [4]**

#### 4. ANTECEDENTES

De acuerdo con investigaciones realizadas por expertos, la aparición de la pintura data de 30,000 años atrás cuando los hombres de las cavernas utilizaban pinturas crudas para hacer representaciones jeroglíficas en sus cuevas. En aquellos tiempos usaban sustancias como óxidos de hierro naturales, manteca de cerdo, jugo de bayas y hasta sangre con fines decorativos.

Los antiguos habitantes de China, Persia y Japón ya mostraban un profundo conocimiento en el empleo de pigmentos como azurita, malaquita, lapislázuli, y añil o índigo. Ellos también utilizaban una savia de un árbol que al secarse forma un tipo de laca. Los barnices utilizados en Europa alrededor del siglo XVII eran usados principalmente como un recubrimiento de protección.

Con la Revolución Industrial, las pinturas y recubrimientos se volvieron elementales en las economías nacionales. La primera fábrica de pintura fue establecida en Boston durante el año de 1700 y, la primera mezcla de pintura fue patentada en Estados Unidos en 1867. Las fábricas de pinturas comenzaron a incrementarse en 1880 y, el empleo de máquinas en las fábricas permitió que emprendedores sin tanto conocimiento entraran al mercado. En 1900 las pequeñas fábricas en los pueblos dominaban el mercado ya que la transportación de las pesadas mezclas de pinturas resultaba muy costosa. Además de la introducción de máquinas al proceso de fabricación de pinturas y recubrimientos, la Revolución Industrial generó un vasto

mercado de aplicaciones decorativas, de protección y la extensión de vida de los productos. [3]

La industria de pinturas y recubrimientos ha tenido que enfrentar modificaciones sustanciales en sus procesos de fabricación, debido al impacto ambiental y a la salud que algunos de sus componentes han provocado a lo largo de su desarrollo. Por ejemplo, una vez que pudieron ser cuantificados los riesgos de los pigmentos de plomo, la industria comenzó a reemplazar la química de las pinturas por alternativas más seguras. De hecho, en los años 50's se hizo un consenso entre las industrias para limitar el uso de los pigmentos de plomo.

En la actualidad el mercado de recubrimientos y pinturas utiliza ciertas sustancias únicas en cada formulación con el fin de cumplir con los específicos requerimientos para las miles de aplicaciones existentes.

El mercado cuenta con pinturas que van desde las ecológicas utilizadas en la decoración y protección de viviendas, recubrimientos traslúcidos para los empaques de comida, hasta pinturas de química compleja para los acabados que se utilizan en las líneas de ensamblaje automovilístico.

El dióxido de titanio fue introducido en la fabricación de pinturas alrededor de 1918, y hoy en día las fábricas utilizan múltiples grados de este compuesto en las pinturas decorativas. El óxido de titanio (IV) fue clasificado como seguro y compatible con las mucosas y piel por la FDA (Food and Drug Administration por sus siglas en inglés). [3 y 4]

## 5. COMPOSICIÓN DE LAS PINTURAS

En general la composición de una pintura se integra de los siguientes elementos:

- **Pigmento:** es un compuesto insoluble orgánico o inorgánico que provee color y tiene la capacidad de recubrir la superficie en la que es aplicado. El tipo de pigmento determina el color y la estabilidad del color de la pintura, mientras que la cantidad de pigmento determina el brillo y la opacidad del recubrimiento. Van del 3 al 35% de la composición de la pintura a menos de que se trate de un barniz, el cual no contiene pigmentos.
- **Resinas, ligantes o emulsiones:** compone entre el 15 y el 45% de la pintura, es un elemento muy importante ya que es lo que al final formará la película y determinará la adherencia sobre el soporte, su función es mantener unidas las partículas sólidas, los pigmentos y aditivos al momento de secar la pintura, lo cual traerá características específicas de secado, resistencia, brillo, elasticidad, la forma de aplicación entre otras.
- **Disolvente:** se refiere a la sustancia que es añadida al recubrimiento con el fin de dispersar el resto de los componentes y disminuir la viscosidad, lo cual facilitará la aplicación de los mismos. El disolvente representa alrededor del 40-60% de la pintura y, se evapora durante el proceso de secado/curado por lo que se deben ser elegidos con base en su capacidad de disolver las resinas y su capacidad de evaporación.
- **Aditivos:** son productos añadidos en cantidades que van desde 1 hasta el 5% de la composición de la pintura, que facilitan el proceso de fabricación y,

mejoran las propiedades físicas y químicas del recubrimiento como el secado, el brillo y estabiliza la pintura durante su almacenamiento. Dentro de estos se encuentran los espesantes, surfactantes, antifloculantes, biocidas y fungicidas, catalizadores, antiespumantes, entre otros. [1 y 2]



Figura 1. Composición general de una pintura [24]

## **6. MERCADO DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS CON BASE EN SU TECNOLOGÍA**

El mercado de pinturas ha sido acelerado en gran manera gracias a la inversión dirigida al segmento de construcción, particularmente a la construcción de viviendas, el cual planea seguir creciendo especialmente en Europa y Norteamérica. El pronóstico de crecimiento en el mercado global de manufactura también está incrementando la demanda de pinturas y recubrimientos para ser utilizados en vehículos, bienes de consumo duraderos y artículos para el mantenimiento industrial. Sin embargo, el mercado líder en consumo seguirá siendo la región asiática, donde China e India son los dos mercados más grandes en Asia y, también son los mercados de pintura y recubrimientos que han crecido más rápidamente en todo el mundo. África y Medio Oriente son las regiones con las oportunidades más grandes para hacer crecer el mercado ya que son los lugares con menor demanda per cápita de pintura en el mundo.

Uno de los factores más influyentes en el cauce del mercado de recubrimientos y pinturas es la cada vez más estricta regulación ambiental que se ha estado introduciendo en los países desarrollados y, que ha aumentado la competencia por desarrollar nuevas formulaciones, tecnologías únicas y productos innovadores que permitan satisfacer tanto las necesidades del cliente como la normativa ambiental. Actualmente los formuladores de pinturas continúan en la búsqueda de tecnologías

que les permitan reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en sus productos, reemplazando las pinturas base solvente con pinturas base agua, recubrimientos en polvo, pintura de alto contenido en sólido o, pinturas de curado por radiación. Desafortunadamente esta tendencia se ve desacelerada en los países en vías de desarrollo que aún no cuentan con una sólida regulación en cuanto a las emisiones de COVs.

Existen diferentes tipos de clasificaciones para las pinturas y recubrimientos como por el modo de secado y endurecimiento o por la función a realizar sobre el sustrato recubierto, pero la clasificación más habitual se lleva a cabo con base en su tecnología, esta clasificación atiende a su vez la naturaleza de los impactos ambientales asociados a cada una de ellas. [4,5 y 6]

### **6.1 Tecnología base-solvente**

Componen el grupo de pinturas más utilizadas en la industria ya que poseen una gran versatilidad en cambios de color y su aplicación es realmente sencilla. Estas pinturas poseen entre el 40 y el 60% en peso de disolvente, entre los más usados se encuentran el tolueno, el xileno, nafta aromática, metiletilcetona (MEK), metilisobutilcetona (MIBK), butil acetato y sus mezclas. Cabe resaltar que es necesaria una gran cantidad de pintura para una superficie pequeña debido a su bajo contenido de sólidos.

Los compuestos orgánicos volátiles que se emiten al aplicar la pintura son un grave riesgo para la salud humana, también sufren reacciones en la atmósfera que promueven la formación de oxidantes fotoquímicos y por ende de ozono. El ozono, además de ser un gas de efecto invernadero (GEI), puede afectar a la salud de los seres humanos y dañar el medio ambiente cuando se encuentra en concentraciones elevadas en la atmósfera.

Los fabricantes de pinturas hacen un esfuerzo continuo para generar nuevas tecnologías que permitan superar los riesgos que este tipo de pinturas conlleva, especialmente los riesgos ambientales y el peligro generado por la exposición de estos vapores para los trabajadores, ya que algunos vapores son carcinógenos, mutágenos o tóxicos.

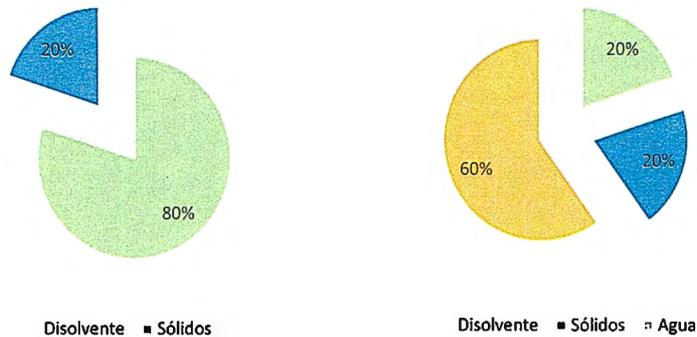
Entre las tecnologías emergentes más destacadas están los nano - recubrimientos, recubrimientos inteligentes, recubrimientos de barrera térmica, entre otros. [1 y 2]

## **6.2 Tecnología base - agua**

A este tipo de tecnología corresponden aquellas pinturas que utilizan el agua como disolvente principal para dispersar la resina aunque también contienen cierto porcentaje de otros disolventes como glicóéteres mientras que la cantidad de sólidos que poseen muy similar al de las pinturas base solvente.

A pesar de que las pinturas a base de agua reducen las emisiones de COVs durante su aplicación, puede ser requerida cierta cantidad de disolvente para limpiar la superficie donde será aplicada y el recubrimiento se adhiera correctamente.

Si comparamos gráficamente la cantidad de disolvente de las tecnologías base agua y base solvente se puede ver de la siguiente manera:



**Figura 2. Comparación de la cantidad de disolvente en las tecnologías base solvente y base agua [2]**

Este tipo de pinturas requieren un mayor tiempo de secado, la viscosidad aumenta cuando es aplicada a bajas temperaturas y, la humedad debe controlarse para conseguir una mejor formación de película.

Los tipos de pintura base agua se pueden distinguir a continuación:

- a) Solución: son aquellas pinturas en las cuales las moléculas de la resina, una vez neutralizadas con aminas, se disuelve por completo. Su aplicación es llevada a cabo principalmente a través de técnicas electroforéticas.
- b) Dispersión: en este caso la resina es suspendida en el agua. Se utilizan principalmente para recubrir madera, metal o plástico.

- c) Dos componentes: este tipo de pinturas tiene un bajo contenido de disolventes orgánicos y tiempos de curado más lentos que los usuales. [1y2]

### **6.3 Tecnología en polvo**

Este tipo de pinturas fue desarrollado en Europa en respuesta a las preocupaciones de la industria sobre el impacto ambiental. Este concepto fue desarrollado a finales de los 40's cuando eran rociados con flamas en substratos metálicos. Posteriormente el Doctor Erwin Gemmer desarrolló la aplicación a través de un lecho fluidizado para resinas termoplásticas que fue patentado en 1955. Esta aplicación permitía generar películas gruesas por lo que el método fue ampliamente utilizado para el aislamiento eléctrico, así también para la resistencia a la corrosión y la abrasión.

A principios de los años 60's Shell desarrolló la extrusión, proceso en él se introduce la mezcla de materias primas en la extrusora que se encarga de calentarla a una temperatura de 90-140°C y fusionarlos en una pasta homogénea, como método para producir pinturas en polvo. Al mismo tiempo, en Francia, la empresa SAMES desarrollaba el primer equipo electrostático para la aplicación de pintura en polvo.

Actualmente este tipo de recubrimientos se clasifican en termoestables y termoplásticos. Las resinas termoestables son aquellas que al calentarse forman una película continua y al reaccionar químicamente generan un polímero de gran peso molecular, las resinas utilizadas son sistemas epoxi, poliéster y poliuretano. Las resinas termoplásticas son polímeros de mayor peso molecular pero no sufren

cambios en su estructura molecular, esto hace posible que se vuelvan a fundir a diferencia de las termoestables. Algunos ejemplos de las resinas termoplásticas son la poliamida, el PVC y las poliolefinas.

Es importante tener en cuenta que los sustratos deben estar muy limpios al momento de aplicar la pintura, ya que ésta es libre de disolventes y por tanto no hay acción de limpieza. [2 y 3]

#### **6.4 Tecnología de pinturas con alto contenido en sólidos**

En general, los recubrimientos considerados con alto contenido en sólidos tienen más del 60% de ellos en su composición. Los ligantes utilizados para lograr esta concentración de sólidos son las resinas de poliéster, de poliuretanos, de epoxi y alquídicas. Este tipo de pinturas se caracteriza por tener una alta viscosidad que en algunos casos requiere equipos especiales de pulverización o bien, añadir un calentador en el proceso de aplicación para aumentar la temperatura y reducir la viscosidad.

Es indispensable un pretratamiento de los sustratos para proceder con la aplicación de pinturas con alto contenido en sólidos, ya que a diferencia de las pinturas convencionales, no tienen la cantidad suficiente de disolvente para limpiar el sustrato al momento de la aplicación para lograr una película uniforme. A pesar de que estos recubrimientos disminuyen la emisión de compuestos orgánicos volátiles y compuestos peligrosos al ambiente, es importante controlar el uso de disolventes en el proceso de preparación y limpieza del sustrato. [2 y 7]

## 6.5 Tecnología de pinturas de curado por radiación

Existen dos tipos de curado por radiación, el primero corresponde al curado por radiación ultravioleta en el cual los recubrimientos formados por oligómeros, monómeros, pigmentos y, aditivos son mezclados con fotoiniciadores y posteriormente expuestos a luz UV para iniciar la reticulación. La velocidad de polimerización depende de la intensidad de la radiación y su longitud de onda, así como del tipo de fotoiniciador utilizado y la permeabilidad de la pintura.

El segundo tipo de curado por radiación corresponde a la radiación electromagnética por un haz de electrones de baja energía; sin embargo su alto costo hace que sea un proceso poco utilizado en el mercado.

A pesar de que este tipo de pinturas es completamente libre de disolventes, algunos monómeros contenidos en las resinas puede volatilizarse, causando emisiones de COVs al ambiente.

Las resinas principales utilizadas en este proceso son los uretanos, epoxis, poliésteres y resinas acriladas, éstas últimas constituyen alrededor del 85% del mercado de las pinturas de curado por radiación. Su aplicación principal es en papel, madera y plásticos, ya que no se requieren altas temperaturas para el curado.

La desventaja principal es que las resinas de acrilato son irritantes para la piel y los ojos, y probables cancerígenos cuando las personas se exponen a ellos antes de que la resina haya reaccionado. [2 y 8]

## 7. REGULACIONES GUBERNAMENTALES INTERNACIONALES

Los gobiernos alrededor del mundo han implementado regulaciones que permitan controlar el manejo y disposición de los residuos obtenidos del proceso de fabricación de pinturas y recubrimientos, debido a que los solventes utilizados tanto en la formulación, como en otras áreas del proceso, representan un riesgo para la salud humana y el ambiente. La regulación aplicable depende del medio al cual las sustancias nocivas son emitidas, es decir aire, tierra o agua. En muchas de las aplicaciones industriales, existe la posibilidad de reducir las emisiones producidas por disolventes a través de procesos de recuperación o incineración de compuestos orgánicos volátiles. Sin embargo, esto no es posible para los fabricantes de recubrimientos que llevan a cabo sus procesos al aire libre.

Estados Unidos y Europa han sido los líderes en reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles en el mercado de recubrimientos y pinturas, no obstante tienen diferentes enfoques, empezando por la definición de compuesto orgánico volátil:

- Para la Unión Europea, un COV es un compuesto que posee un punto de ebullición debajo de los 250°C a presión atmosférica estándar. A pesar de que no siempre es del todo comprobable, asumen que cualquier material con un punto de ebullición mayor no contribuirá a la emisión de COVs.

- Para Estados Unidos, un COV es definido como un producto que contribuye a la formación de ozono en las partes más bajas de la atmósfera. Es por ello que en ciertas ocasiones los fabricantes y usuarios tramiten la exención de esta definición a ciertos disolventes en específico.

Esta diferencia ha provocado que distintos proveedores de materia prima fomenten el uso de determinados solventes o emulsiones de coalescente que no caen bajo las definiciones de compuestos orgánicos volátiles, a pesar de que si generan cierto daño al ambiente.

La Directiva reguladora de la emisión de compuestos orgánicos volátiles en la Unión Europea implementó dos estrategias en 2007 y 2010 respectivamente, para disminuir el contenido de COVs en la atmósfera. Primeramente impulsaron el desarrollo de tecnologías para el uso de pinturas con alto contenido en sólidos y promovieron su uso y, la segunda consiste en la sustitución de las pinturas base disolvente en el mercado por pinturas base agua.

La directiva europea también ha influenciado al mercado para incrementar la demanda de pinturas en polvo y pinturas de curado por radiación UV, tecnologías que dominan el mercado de recubrimientos poliméricos. Los fabricantes se han visto obligados a cambiar sus formulaciones para estar cumplimiento con las nuevas regulaciones y, las regulaciones están haciendo que cada vez más parte del mercado opte por usar recubrimientos de alto desempeño y amigables con el ambiente.

El mayor cambio en las regulaciones que ha impactado a la industria química es el procedimiento para el registro, evaluación y autorización de productos químicos (REACH: Registration , Evaluation and Authorization of Chemicals) emitido en 2007 por la Unión Europea. El REACH requirió el registro de todos los productos químicos con una producción anual de una tonelada como mínimo y, la autorización correspondiente para los productos altamente tóxicos.

En Estados Unidos la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) es la entidad que se ha encargado de emitir diversas regulaciones para controlar la emisión de COVs; además cada estado tiene la facultad de hacer más estrictos los límites si así lo desea. Las principales regulaciones en Estados Unidos que afectan el proceso de fabricación de recubrimientos son:

- La Ley de Aire Limpio (CAA: Clear Air Act) y las Enmiendas a la Ley del Aire Limpio de 1990 (CAAA: Clear Air Act Amendments), que regulan las emisiones directas a la atmósfera.
- La Ley de conservación y recuperación de residuos (RCRA: The Resource Conservation and Recovery Act), se encarga de los residuos peligrosos.
- La Ley de Agua Limpia (CWA: The Clean Water Act), que verifica los desperdicios vertidos en las aguas. [10 y 12]

En México contamos con las siguientes NOM's relacionadas con el control de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles:

- **NOM-121-SEMARNAT-1997:** Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones. [13]
- **NOM-123-SEMARNAT-1998:** Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátil (COVs) en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos. [14]

En México un COV es definido como una sustancia química constituida principalmente por hidrocarburos que se evaporan a temperatura ambiente, que participan en reacciones fotoquímicas en la atmósfera y, que con los óxidos de nitrógeno en presencia de calor y luz solar forman ozono. [13]

En la siguiente tabla se muestra un análisis con los beneficios de utilizar cualquiera de las alternativas de recubrimientos comparadas con las pinturas base solvente.

Beneficios/ Limitaciones	Pinturas base-agua	Recubrimien tos en polvo	Recubrimien tos con Alto contenido en sólidos	Recubrimien tos de curado por radiación
Beneficios para el control de la contaminación.	Reduce en gran porcentaje el uso de solventes en la pintura y es posible usar agua para limpiar.	En la mayoría de los casos no utiliza solventes en su composición por lo que la pintura es libre de VOC. La cantidad de solventes utilizados para limpiar es reducida.	Es reducida la cantidad de pintura utilizada ya que con una menor porción se consiguen los mismos o mejores resultados que con pinturas convencionales.	El uso de solventes es eliminado por completo.
Beneficios en la operación	Puede ser aplicado en capas finas o gruesas; su pueden hacer fácilmente cambios de color o mezclas: puede ser aplicado de manera convencional y electrostática.	Puede ser aplicado en capas finas o gruesas; su pueden hacer fácilmente cambios de color o mezclas: puede ser aplicado de manera convencional y electrostática.	Puede ser aplicado en capas finas o gruesas; no se requiere mezclarlo ni agitarlo; su rendimiento es mayor que a las pinturas convencionales.	Puede ser aplicado en capas finas o gruesas; tiene un rendimiento mayor que el de las pinturas convencionales.

Beneficios/ Limitaciones	Pinturas base-agua	Recubrimien tos en polvo	Recubrimien tos con Alto contenido en sólidos	Recubrimien tos de curado por radiación
Limitaciones	El flujo del recubrimiento y la velocidad de secado se ven alterados con la humedad, lo cual puede causar dificultades al ser aplicado por lo que el área de trabajo debe tener un cierto tipo de control de humedad. El flujo del recubrimiento se puede ver afectado debido a la alta tensión superficial del agua. El agua contenida en la pintura puede causar corrosión y producir una rápida oxidación en los sustratos de metal.	Las piezas que son calentadas requieren un manejo especial; las superficies con formas irregulares son difíciles de recubrir; necesitan equipo especial para hacer cambios de color, es difícil aplicar este tipo de pintura en escamas metálicas.	No eliminan por completo el uso de solventes; tiene una menor vida de anaquel que las pinturas convencionales y, debe ser calentada para facilitar su aplicación.	Se limita a ser aplicada en capas finas; el costo del equipo es bastante alto; se aplica de mejor manera en superficies planas.

**Tabla 3. Pinturas base solvente frente a las demás tecnologías presentes en el mercado [1, 2, 3 y 7]**

## 8. MERCADO GLOBAL PARA LAS TECNOLOGÍAS DE RECUBRIMIENTOS

El segmento de pinturas base solvente contabilizó ventas alrededor de 33.7 mil millones de dólares en 2016. La tendencia del uso de este tipo de pinturas es decrecer gradualmente en los próximos años debido a las regulaciones en materia ambiental. Se estima que las ventas del 2017 se acerquen a los 32.8 mil millones de dólares y, en adelante se prevé que las ventas tengan un crecimiento negativo de -2 % en los próximos 5 años alcanzando 29.7 mil millones de dólares en el 2022.

Las pinturas base agua representan por mucho la tecnología de recubrimientos ecológicos más vendida en el mercado con ventas de 36 mil millones de dólares en 2016. El pronóstico nos dice que contabilizará ventas alrededor de 37.3 mil millones de dólares en 2017 y, para el año 2022 se esperan ventas de 48.7 mil millones de dólares que representan una tasa compuesta de crecimiento anual del 5.5%.

El mercado de recubrimiento en polvo representa el segundo tipo de pinturas con mayor crecimiento en ventas que están alrededor de los 24.9 mil millones de dólares en 2016. Se estima que las ventas del año 2017 sean alrededor de 26.2 mil millones de dólares y, que para el 2022 se facturen alrededor de 48.7 mil millones, que representan una tasa de crecimiento anual compuesta del 7.3%.

La tecnología con alto contenido en sólidos cerró el año 2016 con ventas de 19.5 mil millones de dólares. Las ventas calculadas para el 2017 ascienden a las 20.3 mil millones de dólares y, se pronostica un crecimiento de la tasa compuesta de

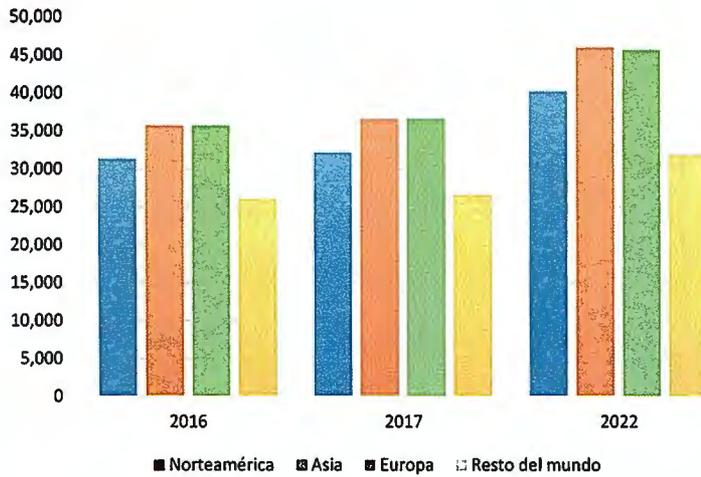
crecimiento anual del 5.7% en los próximos 5 años alcanzando facturar 26.7 mil millones de dólares en el 2022.

Las pinturas de curado por radiación cerraron con 8.8 mil millones de dólares en ventas en 2016 y, las ventas se incrementarán a 20.3 mil millones de dólares según lo estimado para el 2017. El pronóstico nos arroja que al finalizar el 2022 alcanzará ventas de hasta 12.2 mil millones de dólares que corresponden al 5.9% de tasa de crecimiento anual compuesta.

En cuanto a las tecnologías emergentes, se espera que alcancen una tasa de crecimiento anual compuesta del 8.2% en período de 2017 a 2022. Dentro de esta categoría se encuentran los nano coatings/smart coatings, la tecnología de permeabilidad de vapor, los recubrimientos de barrera térmica, la solución de precursor plasma spray y los recubrimientos de alto desempeño. [5 y 6]

Región	2016	2017	2022	TCAC % 2017 - 2022
Norteamérica	31,370	32,230	40,320	4.6
Asia	35,760	36,580	46,080	4.7
Europa	35,780	36,690	45,770	4.5
Resto del mundo	26,140	26,680	31,980	3.7
Total	129,050	132,180	164,150	4.4

**Tabla 4. Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos por Región en el período de 2016 - 2022 (\$ miles de millones) [5]**



**Gráfica 2. Crecimiento del Mercado Global de Recubrimientos por Región en el período de 2016 - 2022 (\$ miles de millones) [5]**

## 9. MERCADO DE RECUBRIMIENTOS Y PINTURAS POR REGIÓN

### Norteamérica

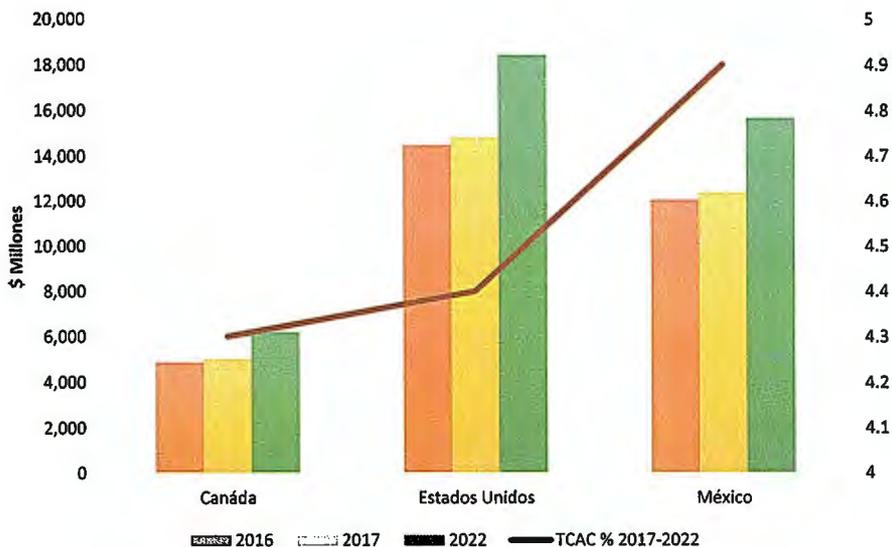
La industria de recubrimientos y pinturas ha sufrido una pérdida considerable de pequeños fabricantes en Estados Unidos durante las últimas dos décadas, esto se debe al gran reto que ha representado la reformulación de los productos para cumplir con la regulación cada vez más estricta y, al mismo tiempo mantener el desempeño requerido por los usuarios.

Desde hace algunos años hemos comenzado a ver que la crisis inmobiliaria e hipotecaria en Estados Unidos se irá disipando, dando lugar a nuevas oportunidades para aumentar las ventas de pinturas, sin embargo el crecimiento será paulatino hasta 2022. Además la tendencia indica que los exteriores y acabados de madera cada vez son menos utilizados y, al contrario ahora se opta por comprar artículos prefabricados para las fachadas, puertas, ventanas y hasta techos. Estos artículos normalmente son revestidos con tecnologías de pinturas en polvo, plástico, entre otras, lo que prevé un aumento en el consumo de las mismas.

A continuación se muestra la distribución del mercado de recubrimientos y pinturas en los países de Norteamérica. Es importante hacer notar que el país con la mayor tasa de crecimiento anual compuesto es México con 4.9%. [4 y 5]

País	2016	2017	2022	TCAC % 2017-2022
Canadá	4,860	5,010	6,190	4.3
Estados Unidos	14,480	14,840	18,440	4.4
México	12,030	12,380	15,690	4.9
Total	31,370	32,230	40,320	4.6

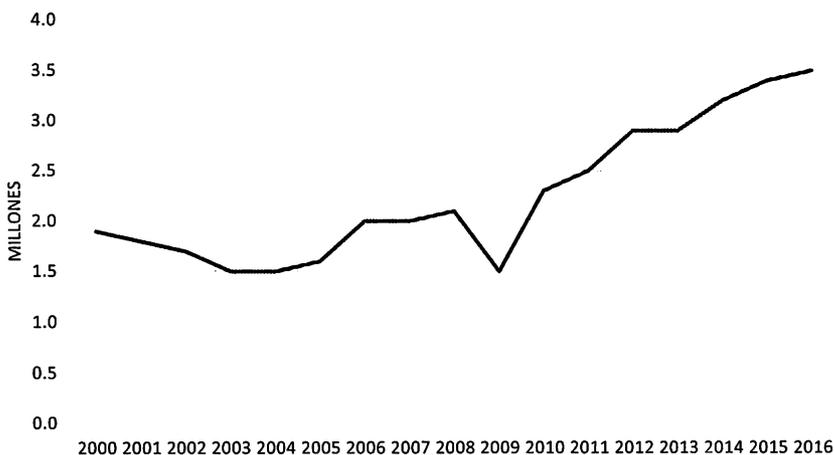
**Tabla 5. Crecimiento del mercado de recubrimientos y pinturas para los países de Norteamérica 2016-2022 y el porcentaje de TCAC en el período de 2017-2022 [4]**



**Gráfica 3. Crecimiento del mercado de recubrimientos y pinturas para los países de Norteamérica 2016-2022 y el porcentaje de TCAC en el período de 2017-2022 [4]**

En México, el mercado de recubrimientos generó ventas de alrededor de 12 mil millones de dólares en 2016 y se espera que alcance cerca de 15.7 mil millones de dólares para el 2022, que representa una tasa compuesta anual de crecimiento del 4.9% en el período de 2017 - 2022. La posición de México en el mercado automotriz ha batido records los últimos años debido a la inversión de compañías internacionales en el país. México ocupa el lugar número ocho en producción de automóviles y el quinto en exportarlos.

La producción de camiones ligeros y automóviles en México ha incrementado exponencialmente los últimos años como se muestra en la gráfica número 4, gracias a lo cual el mercado de pintura automotriz también ha crecido rápidamente.



**Gráfica 4. Millones de unidades producidas por año en México**

[6]

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ha permitido aumentar el intercambio de bienes con Canadá y Estados Unidos al pasar de 90.944 millones de dólares en 1993 a 515.185 millones de dólares en 2015, según cifras del Banco de México. Este acuerdo ha permitido que sectores como el textil, agricultura y automotriz se hayan visto beneficiados en los últimos 25 años; en consecuencia otros sectores como los fabricantes de pinturas, cristales han aumentado sus ventas considerablemente.

México cuenta con 12 TLCs con 45 países, 31 Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones (APPRI) y 9 acuerdos de comercio con la Asociación Latinoamericana de Integración. La renegociación del TLCAN supondría que México empiece establecer negociaciones más sólidas con el resto de países con los que posee acuerdos para reducir el impacto económico en nuestro país; sin embargo este escenario se vuelve más complejo cuando el 80% de las exportaciones mexicanas van directamente a Estados Unidos (representan un 16% del total de productos que llegan a suelo estadounidense desde el extranjero) y el 52% de la inversión extranjera viene de este país, más de 15 mil millones de dólares en el año 2015.

En lo que respecta a Canadá, reportó ventas de 4.9 mil millones de dólares en 2016 y se espera una tasa compuesta anual de crecimiento de 4.3% con lo que se pronostican ventas de 6.2 mil millones de dólares en 2022. El mercado de pinturas continuará creciendo en este país gracias al crecimiento sostenido de que presente su economía.

La mayoría de empresas de pintura que operan en Canadá son multinacionales de US y Europa, aunque siguen teniendo presencia algunos pequeños productores. Las principales compañías de pintura que se encuentran en Canadá son, AkzoNobel en todo Canadá; BASF en Windsor; Benjamin Moore en Montreal; DuPont en Ajax; Cloverdale Paint en Edmonton; Rexdale en Surrey; General Paint en Vancouver y Rexdale; Guertin Brothers en Winnipeg y, Valspar en Kingston.

## 10. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

### 10.1 Identificación de los mercados a los que se dirigen nuestros principales clientes pintureros de solventes oxigenados.

Esta actividad consistió en ponerme en contacto con nuestros principales clientes en volumen y ventas de solventes oxigenados y organizar visitas a cada uno de ellos para entender los mercados que atienden y el uso que le dan a los solventes que compran a la compañía.

Las cinco empresas más grandes a nivel mundial de pintura automotriz tienen fuerte presencia en el mercado mexicano y todas ellas son nuestros clientes de solventes oxigenados, éstas son: Axalta, BASF, PPG, AkzoNobel y Sherwin-Williams. En la tabla número 6 se observan las principales empresas productoras de recubrimientos y pinturas en 2016 en México.

Compañía y ubicación de la planta	Mercados	Comentarios
<b>Akzo Nobel</b>		
Coatzacoalcos, Toluca	Recubrimientos marítimos y de protección	
Monterrey	Pinturas en polvo	Compró el 50% de participación en la Industria de Acabados (INDA), principal productor de recubrimientos en polvo en México en 2002
<b>Axalta México</b>		
Monterrey	Pinturas en polvo	Corresponde a las operaciones pasadas de DuPont
Tlalnepantla	Pintura automotriz	Comenzó su expansión en la capacidad de resinas para recubrimientos de transportación el 2014
Toluca	Pintura automotriz e industrial	El total de ventas es de alrededor de 20 millones de dólares anuales; produce cerca de 5mil toneladas de pintura anualmente, con 160 empleados.

<b>BASF</b>		
Monterrey, Nuevo León	Revestimientos para bobinas y latas	La planta fue construida en 2004 para producir pequeños lotes que abastecen el mercado en la región.
Tultitlán, Edo. De México	Pintura automotriz, refinado automotriz, bobinas, pintura industrial en general.	Constituido por la fusión de Aurolin SA e Inmont de México, ambos adquiridos por BASF en 1990. Es la industria de manufactura de recubrimientos en México con ventas de alrededor de 100 millones de dólares anuales. Tiene entre el 40 y 50% del mercado automotriz en México.
<b>PPG Industries de México</b>		
San Juan del Río Querétaro	Pintura arquitectónica, automotriz e industrial en general.	Comparte el mercado automotriz con BASF e invirtió más de 27 millones de dólares en la expansión y remodelación de la planta.
Tepexpan, Edo. De México	Pintura arquitectónica	Corresponde a las operaciones pasadas de COMEX, fue adquirida en 2014. COMEX era el proveedor número uno de pinturas arquitectónicas en México con 54% del mercado. Opera 8 plantas, además de fabricar algunas de sus materias primas y envases.
<b>Sherwin-Williams</b>		
Ciudad de México	Pintura arquitectónica, automotriz, industrial, aerosoles y acabados de madera.	Es segunda en el mercado de recubrimientos arquitectónicos y la quinta en aerosoles. Posee alrededor de 125 tiendas de recubrimientos en México.
Santa Catarina, Nuevo León	Recubrimientos marítimos y de protección	Es líder en el mercado de recubrimientos marítimos y de protección y es conocida como Sherwin-Williams/Napko.
<b>Valspar</b>		
Monterrey, Nuevo León	Recubrimientos en polvo, de bobina, acabado automotriz	Suspendió la fabricación de recubrimientos para mobiliario de madera en 2004.

**Tabla 6. Principales compañías productoras de recubrimientos y pinturas en México [15, 16, 17, 18, 19 y 20]**

Los clientes nos permitieron conocer algunos de sus procesos e identificar los productos de la compañía que usan en cada uno de ellos. Con esta información, se hizo una clasificación de los productos utilizados por aplicación y las oportunidades encontradas en cada uno de dichas aplicaciones.

## 10.1 Recubrimientos Automotrices

La mayor cantidad de pinturas base solvente es aplicada en la industria automotriz y de transportación, dónde alcanzó los 9,120 millones de dólares en ventas durante 2016. [4] En la Tabla 7 se pueden observar los productos de la compañía empleados en cada parte del proceso de pintura.

- **Electodeposición.** En la industria automotriz este proceso es el estándar para aplicar recubrimientos de imprimación. Se encontró que en esta etapa se utilizan solventes como propilenglicol pentil éter (solvente de evaporación lenta, es muy hidrofóbico y es ideal en aplicaciones de coalescencia; también es ampliamente utilizado operaciones de secado), el etilenglicol monohexil éter (alto punto de ebullición, baja tasa de evaporación, es un gran removedor de suciedad tanto soluble como insoluble en agua) y el etilenglicol monobutil éter (solvente con una de las tasas de evaporación en el mercado, con cualidades tanto hidrofóbicas como hidrofílicas, es compatible con una amplio rango de resinas y es 100% soluble en agua).

- **Base coat & Clear coat.** En esta etapa no se encontró el uso de solventes a base de éteres de glicol, pero se pudo identificar el uso de otros dos solventes Etil 3-Etoxipropionato y Pentil propionato.

- **Acabado.** Durante este proceso encontramos la utilización de Diacetato de propilenglicol (producto con más del 99.5% de pureza, transparente y prácticamente

inodoro), Acetato de propilenglicol monometil éter (es el de menor viscosidad de la línea de DOWANOL, 1.1 cp a 25°C y reduce altamente la viscosidad), Acetato de dipropilenglicol metil éter (provee casi las mismas propiedades que el DOWANOL PMA - acetato de propilenglicol monometil éter - pero tienen una menor tasa de evaporación, se utiliza para disolver un amplia gama de resinas, incluyendo acrílicas, epóxicas, alquídicas y poliésteres), propilenglicol monopropil éter (muestra un gran balance entre sus partes hidrofóbica e hidrofílica, su uso principal es en productos de limpieza), propilenglicol mono n-butil éter (ofrece buena capacidad coalescente en sistemas que requieren rápida evaporación).

- **Plástico.** En esta fase son empleados los solventes dipropilenglicol mono n-butil éter (tiene alta eficiencia de plastificación polimérica, posee gran tamaño molecular y por lo tanto mayor contribución a la movilidad del polímero, tiene una fuerte participación en la fase polimérica y su velocidad de evaporación es lenta) y el dipropilenglicol monopropil éter (ofrece un rendimiento de coalescencia muy buen en mezclas con materiales más hidrófobos).

Aplicación	Productos	Atributos clave y funciones	Oportunidad
Electrodeposición catódica 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL™ PPH</li> <li>• Hexyl CELLOSOLVE™</li> <li>• Butyl CELLOSOLVE</li> </ul>	PPH y Hexyl CELLOSOLVE son buenos agentes coalescentes para resinas epóxicas de alta transición vítrea (Tg)	Tecnología bien establecida por los fabricantes de pintura automotriz
Base coat Top / Clear coat 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UCAR™ Ester EEP</li> <li>• UCAR™ n-Pentyl Propionate</li> </ul>	Son los mejores disolventes para resinas basadas en metacrilato de glicidilo tanto por la solubilidad como por la tasa de evaporación	La tecnología base agua está creciendo más rápido de lo que se tenía esperado para base coat. La tecnología de mayor contenido en sólidos está teniendo un incremento considerable en Europa
Acabado 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UCAR n-Butyl Propionate</li> <li>• DOWANOL PGDA</li> <li>• DOWANOL PMA</li> <li>• DOWANOL DPMA</li> <li>• DOWANOL PPH</li> <li>• DOWANOL PnB</li> <li>• DOWANOL PnB</li> </ul>	n-Butyl Propionate para resinas base acrílico y uretano han mostrado la solubilidad y tasa de evaporación necesarias para reemplazar al Xileno. La mezcla PMA/PGDA (85/15) ha provisto una solubilidad y tasa de evaporación equivalente para reemplazar al 2-etoxietilacetato	Pasar a formulaciones base agua, hasta el momento el clear coat permanece siendo base solvente. La durabilidad es un factor clave. Necesidad de crear productos sostenibles
Plástico 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UCAR™ n-Butyl Propionate</li> <li>• UCAR™ n-Pentyl Propionate</li> <li>• BuOH</li> <li>• DOWANOL DPnB</li> <li>• DOWANOL DPnB</li> </ul>	Generan buena adhesión a mezclas de PP/EPDM (Etileno Propileno Caucho Polipropileno) Se utilizan formulaciones base agua	Existen 2 sistemas de recubrimientos: Primera capa base agua Segunda capa base solvente Se ha logrado reemplazar al Xileno como diluyente

**Tabla 7. Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado automotriz**

## 10.2 Revestimientos para superficies metálicas.

Este proceso implica la aplicación de un acabado de protección continua al metal laminado en grandes bobinas. Es usual que los sistemas de recubrimiento base solvente y bajo contenido en sólidos sean los más utilizados. Sin embargo, la tendencia es que cada vez más se utilicen recubrimientos con mayor contenido en sólidos. En la Tabla número 8 se muestran los solventes que utiliza el mercado para estas aplicaciones.

Aplicación	Productos	Atributos clave y funciones	Oportunidad
Revestimiento de latas 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butanol</li> <li>• Butyl CELLOSOLVE</li> <li>• Propyl CELLOSOLVE</li> <li>• Dow anol PhP</li> <li>• DOWANOL™ FM</li> </ul>	Revestimientos internos y externos para latas de comidas y bebidas.	Para el exterior se utiliza un producto base solvente y para el interior base agua. La sustitución de Bisfenol A a dispersiones de poliolefinas no cambiará la cantidad de solvente utilizado, alrededor del 15% base peso.
Revestimiento de bobinas 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL PM</li> <li>• DOWANOL PMA</li> <li>• Butyl CELLOSOLVE™</li> </ul>	Múltiples usos finales: construcción, transporte, accesorios, mobiliario. El metal puede ser acero o aluminio.	Oferta confiable y competitiva.

**Tabla 8.** Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de superficies metálicas

### 10.3 Recubrimientos marítimos y de protección

Este mercado necesita solventes que reduzcan la viscosidad del revestimiento hasta poder aplicarlo con un equipo estándar, de igual manera es muy importante que los solventes promuevan la formación de película (flujo y nivelación), que tengan una tasa de evaporación lenta y que ayude a aumentar la resistencia a la deformación.

Para la aplicación marítima y de protección se encontraron el propilenglicol pentil éter y el DOWANOL DPH 255 como se muestra en la Tabla 9, éste último salió al mercado hace apenas un par de años, es un solvente no COV de acuerdo a las directivas 2004/42/CE y 1999/13/EC, es un glicóeter de bajo olor muy con un alta solvencia polimérica y muy buenas capacidades de coalescencia.

Aplicación	Productos	Atributos clave y funciones	Oportunidad
<b>Marítimos</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>•UCAR™ N-Butyl Propionate</li> <li>•UCAR™ N-Pentyl propionate</li> <li>•DOWANOL™ DPH 255</li> <li>•DOWANOL PPH</li> <li>•MIPA and DEA</li> </ul>	Recubrimientos base solvente protegen el acero de la corrosión. Diluentes para las aminas en sistemas amina-epóxicos. Uso de dióxido de titanio como dispersante que es bajo olor frente al amoníaco.	Reemplazar el uso de Tolueno y Xileno. No se encontró una alternativa para el alcohol bencílico en los sistemas amina-epóxicos.
<b>Protección</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>•UCAR™ N-Butyl Propionate</li> <li>•UCAR™ N-Pentyl propionate</li> <li>•DOWANOL PPH</li> <li>•DOWANOL™ DPH 255</li> <li>•MIPA and DEA</li> </ul>	Recubrimientos base solvente utilizados para proteger arquitectura industrial (puertos, plantas, aeropuertos). Reducir las emisiones de COV. Larga duración. Uso de dióxido de titanio como dispersante que es bajo olor frente al amoníaco.	Reemplazar el uso de Tolueno y Xileno. No se encontró una alternativa para el alcohol bencílico en los sistemas amina-epóxicos.

**Tabla 9.** Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de recubrimientos de protección y marítimos.

#### 10.4 Recubrimientos para madera

Los glicoéteres que se emplean en este mercado se muestran en la Tabla 10, éstos evitan el acabado opaco y la formación de posibles agujeros gracias a que su capacidad de solvencia previene la precipitación de nitrocelulosa de los componentes resinosos de la laca. La adición de un solvente con una tasa de evaporación lenta como el dipropilenglicol monometil éter, ayuda a eliminar la fuerte caída de temperatura durante el curado del revestimiento lo que disminuye la tendencia a que la humedad penetre. Los glicoéteres también mejoran la unión de las lacas con los sustratos de madera.

Los glicoéteres de evaporación más lenta ayudan a la humectación del sustrato permitiendo que las resinas penetren en la estructura celular de la madera. Como resultado tenemos un enlace más firme y duradero.

Aplicación	Productos	Atributos clave y funciones	Oportunidad
Pinturas para interiores y exteriores y protección de la madera 	<ul style="list-style-type: none"> <li>•DOWANOL™ DPnB</li> <li>•UCAR™ Filmr IBT</li> <li>•TRITON™ GR-5M</li> <li>•TRITON HW-1000</li> <li>•ECOSURF™ LF</li> </ul>	Acabado de puertas interiores y exteriores, marcos de ventanas y persianas. Buena resistencia al bloqueo y bajo olor. Buena humectación. Reduce los defectos de la superficie. Utilizan surfactantes de espuma para promover la dispersión de los pigmentos.	Generar crecimiento en el mercado ofreciendo un portafolio completo de productos.
Pinturas para exteriores y acabados para jardines de madera. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL DPnB</li> <li>•UCAR Filmr IBT</li> <li>•ECOSURF™ LF</li> <li>•MEA</li> </ul>	Excelente durabilidad. Utilizan surfactantes de espuma para promover la dispersión de los pigmentos. Preservación de la madera.	Incrementar la inversión del cliente en sus propias casas. Crecimiento del mercado de casas y terrazas de madera.
Carpintería industrial de exteriores 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butyl CELLOSOLVE™-Butyl CARBITOL™ blends</li> <li>• DOWANOL PhB/DPnB blends</li> <li>•DOWANOL DPW/DPnB blends</li> </ul>	Buena resistencia al exterior, buena retención de brillo, resistente contra la suciedad y contra el agua. Buena resistencia al bloqueo para líneas con velocidades altas de recubrimientos.      Bajo VOC (desde 30-100 g/l)	Incrementar la inversión del cliente en sus propias casas.
Muebles industriales 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL PhB/DPnB blends</li> <li>•DOWANOL DPW/DPnB blends</li> <li>•TRITON HW-1000</li> </ul>	Aplicado en la fábrica. Muebles. Molduras de puertas. Buena humectación, resistencia al bloqueo, resistencia química y a las rayaduras. Bajos niveles de VOC. Mejora la humectación y nivelación de la superficie.	Crecimiento del mercado

**Tabla 10.** Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de recubrimientos para madera.

### 10.5 Pinturas arquitectónicas de pared

La mayoría de recubrimientos arquitectónicos contiene una gran cantidad de pigmentos por lo que los solventes utilizados deben además de solubilizar la resina, ayudar a la dispersión de los pigmentos. Los solventes deben tener una baja tensión superficial para que puedan mojar completamente al sustrato, de ésta manera se maximizarán las propiedades adhesivas del recubrimiento cuando este curado.

Los éteres de glicol utilizados en el mercado deben satisfacer un amplio rango de temperaturas y humedades relativas de aplicación del recubrimiento, lo que impone

ciertas características de secado para cada tipo de revestimiento. Las tasas de evaporación de medias a bajas permiten al formulador atemperar el revestimiento con el entorno de aplicación.

En la Tabla 11 se muestran los solventes más usados en el mercado.

Aplicación	Productos	Atributos clave y funciones	Oportunidad
Pinturas de pared para exteriores 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL™ PhB</li> <li>• DOWANOL DPhB</li> <li>• Butyl CARBITOL™ Acetate</li> <li>• Butyl CELLOSOLVE™ Acetate</li> <li>• DALPAD™ A (EPH)</li> <li>• UCAR™ FILMER IBT</li> <li>• TRITON™ CF-10</li> <li>• TRITON DF16</li> <li>• ECOSURF™ LF-20, 30, 45</li> <li>• TERGITOL™ 15-S-5, 15-S-9</li> <li>• TERGITOL 15-S-40 (70%)</li> <li>• MIPA and DEA</li> </ul>	<p>Reduce la temperatura mínima de formación de película de manera efectiva para aglutinantes acrílicos y estireno/acrílicos de alta Tg.</p> <p>Mejora la dispersión de pigmentos, reducen la sinéresis, mejora la resistencia al tallado y la intensidad de color.</p> <p>El dióxido de titanio como dispersante.</p>	<p>El Butyl delsolve es un reemplazo para formulaciones con COVs más bajas, dejando atrás el uso del texanol.</p> <p>TRITON DF 16 y ECOSURF son alternativas libres de OPE.</p> <p>Reducen la cantidad de dióxido de titanio utilizado y son de bajo olor.</p>
Protección de pared para interiores 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL TPhB</li> <li>• DOWANOL DPH 255</li> <li>• Hexyl CARBITOL™</li> <li>• Butoxy Triglycol BTG</li> <li>• TRITON DF16</li> <li>• ECOSURF LF-20, 30, 45</li> <li>• TERGITOL 15-S-5, 15-S-9</li> <li>• TERGITOL 15-S-40 (70%)</li> <li>• MIPA and DEA</li> </ul>	<p>Bajo olor.</p> <p>Reducen la temperatura mínima filmógena (MFFT) efectivamente en acrílicos y estirenos.</p> <p>No son COV de acuerdo con Decopaint 2004/42/CE.</p> <p>Excelente resistencia al frotamiento.</p> <p>Semi COV's de acuerdo a SO 16000 and ISO 11890-2.</p> <p>Mejoran la dispersión de los pigmentos.</p> <p>Reducen la sinéresis, mejoran la resistencia al tallado y mejoran la aceptación del color.</p>	<p>Bajo olor, bajas emisiones de COV y semi COVs.</p> <p>Reemplazo de la 2,2,4-trimetil-1,3-pentadiol monoisobutirato.</p> <p>Reemplazo del Optifilm 300.</p> <p>El desempeño de los surfactantes es mayor y muy competitivo.</p> <p>Reducir la cantidad de TiO2</p>

**Tabla 11.** Uso final de los productos de solventes oxigenados en el mercado de pinturas arquitectónicas de pared.

## 10.6 Guía de sustitución de productos

Con la información recabada se decidió hacer una guía práctica para identificar los productos que se pueden reemplazar en el mercado al ofrecer alternativas amigables con el ambiente que mantengan e incluso superen, el desempeño buscado por el cliente.

Producto a ser reemplazado	Impulsor de la sustitución	Alternativas	Ejemplos/Beneficios
UCAR™ FILMER IBT 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol monoisobutirato	Fuerte olor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL DPH</li> <li>• DOWANOL™ TPnB</li> <li>• Hexyl CARBITOL™</li> </ul>	Recubrimientos Arquitectónicos No COV Bajo olor Alta resistencia al agua
Cloruro de Metileno	Regulación (EU) No 276/2010. Clasificado como mutágeno y carcinógeno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROGLYDE™ DMM</li> <li>• DOWANOL DPMA</li> <li>• DOWANOL PM, DPM</li> <li>• DIBK</li> </ul>	Decapado o remoción de pintura Bajo olor Semi VOC Control de evaporación
NMP (N-metilpirrolidona) y NEP (N-etilpirrolidona)	Clasificados como tóxicos y con toxicología reproductiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROGLYDE DMM</li> <li>• PROGLYDE-DMM DOWANOL DPM blends</li> </ul>	Decapado o remoción de pintura. Para registros del REACH obtienes un mejor perfil ambiental.
Hidrocarburos aromáticos (Xileno, Tolueno)	Menor potencial para la formación de ozono.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UCAR™ n-Butyl Propionate</li> <li>• UCAR™ n-Pentyl Propionate</li> <li>• Butyl Celolve</li> <li>• Butyl Carbitol</li> <li>• UCAR Ester EEP</li> </ul>	Acabado automotriz y reparación, así como recubrimientos plásticos. N-BuPr como disolvente de polimerización y diluyente para resinas. Recubrimientos aéreos. Se encontró buena compatibilidad con fluoropolímeros.
Alcohol bencílico	Bajo Límite de ocupación profesinal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOWANOL EPH</li> <li>• DOWANOL PPH</li> <li>• DOWANOL DPH</li> </ul>	Son alternativas no COV. Promover el uso de alternativas no COV para recubrimientos de suelos, aplicaciones marítimas y acabados.
MEK	Bajo Límite de ocupación profesional. Muy rápida evaporación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N-propyl Acetate</li> <li>• UCAR™ N-Propyl Propionate</li> <li>• MIBK</li> </ul>	Disponibilidad de reformulación y bajo OEL.

**Tabla 12.** Guía de sustitución de productos y los beneficios de llevar a cabo el cambio.

## **10.7 Clasificación de los solventes oxigenados de acuerdo a la cantidad de compuestos orgánicos volátiles emitidos a la atmósfera.**

Con el objetivo de tener una base de datos confiable y estar preparados para las regulaciones cada vez más estrictas en el mercado, se desarrolló una base de datos con los productos del portafolio de solventes oxigenados y, se determinó qué productos están por arriba de la cantidad de COVs emitidos a la atmósfera de acuerdo a las tres normas europeas más estrictas que existen al respecto.

1. Directiva sobre emisiones de disolventes (SED: Solvents Emission Directive, por sus siglas en inglés) 1999/13/CE. Esta directiva clasifica a un compuesto como COV por su presión de vapor. Un compuesto orgánico volátil es aquel que tiene una presión de vapor igual o mayor a 0.01 kPa a una temperatura de 293.15 K o que tenga una volatilidad correspondiente bajo condiciones particulares. [21]

2. La Directiva 2004/42/CE describe una gama de categorías de productos para los cuales se han definido valores máximos para el contenido de COVs. Esta directiva especifica que un compuesto orgánico volátil es una sustancia que tiene un punto de ebullición igual o menor a 250°C a una presión estándar igual a 101.3 kPa. [22]

3. La Directiva 2005/344/CE establece que el producto final no debe contener más del 10% (en peso) de compuestos orgánicos volátiles y considera a estos últimos como aquellos que tienen un punto de ebullición inferior a los 150°C.

A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos para cada uno de los productos que pertenecen al portafolio de solventes oxigenados. [23]

	Producto	Nombre químico	Fórmula condensada	Peso molecular g/mol	Número CAS	Densidad @ 25°C [g/cm <sup>3</sup> ]
Glicodéters	Dowanol PM	Propilenglicol monometil éter	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	90.1	107-98-2	0.916
	Dowanol DPM	Dipropilenglicol monometil éter	C <sub>3</sub> H <sub>16</sub> O <sub>3</sub>	148.2	34590-94-8	0.948
	Dowanol TPM	Tripropilenglicol monometil éter	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	206.3	25498-49-1	0.962
	Dowanol PnP	Propilenglicol monopropil éter	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	118.2	1569-01-3	0.88
	Dowanol DPnP	Dipropilenglicol monopropil éter	C <sub>6</sub> H <sub>20</sub> O <sub>3</sub>	176.2	29911-27-1	0.916
	Dowanol PnB	Propilenglicol mono n-butil éter	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	132.2	5131-66-8	0.875
	Dowanol DPnB	Dipropilenglicol mono n-butil éter	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O <sub>3</sub>	190.3	029911-28-2	0.907
	Dowanol TPnB	Tripropilenglicol mono n-butil éter	C <sub>13</sub> H <sub>28</sub> O <sub>4</sub>	248.4	55934-93-5	0.927
	Dowanol PPh	Propilenglicol pentil éter	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	152.2	770-35-4	1.058
Acetatos	Dowanol PGDA	Diacetato de propilenglicol	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	160.2	623-84-7	1.051
	Dowanol PMA	Acetato de propilenglicol monometil éter	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	132.2	108-65-6	0.963
	Dowanol DPMA	Acetato de dipropilenglicol metil éter	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	190.2	88-917-22-0	0.974
Diéter	Proglyde DMM	Dipropilenglicol dimetil éter	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub>	162.2	111109-77-4	0.899
Glicodéters	Methyl Carbitol	Dietilenglicol monometil éter	C <sub>5</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	120.1	111-77-3	1.017
	Carbitol Solvent	Dietilenglicol monoetil éter	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	134.2	111-90-0	0.966
	Propyl Cellosolve	Etilenglicol monopropil éter	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	104.2	2807-30-9	0.907
	Butyl Cellosolve	Etilenglicol monobutil éter	C <sub>4</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	118.2	111-76-2	0.898
	Butyl Carbitol	Dietilenglicol monobutil éter	C <sub>6</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub>	162.2	112-34-5	0.984
	Hexyl Cellosolve	Etilenglicol monohexil éter	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	146.2	112-25-4	0.883
	Hexyl Carbitol	Dietilenglicol monohexil éter	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> O <sub>3</sub>	190.3	112-59-4	0.928
	Dowanol EPH	Etilenglicol monopentil éter	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	138.2	122-99-6	1.106
Acetatos	Butyl Carbitol Acetate	Acetato de dietilenglicol mono n-butil éter	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>4</sub>	204.3	124-17-4	0.975
	Butyl Cellosolve Acetate	Acetato de etilenglicol mono n-butil éter	C <sub>8</sub> H <sub>15</sub> O <sub>3</sub>	160.2	112-07-2	0.938

ebullición [°C] a 760 mmHg	Punto de inflamabilidad a taza cerrada [F] / [°C]	Presión de vapor [ kPa] @ 20 °C	evaporación nBuAc = 1	no enumerados Solventes 1999/13/CE	la Directiva de eco paint 2004/42/CE	limpias para todo tipo de propósito 2005/344/CE
120	88/31	1.16	0.62	COV	COV	COV
190	167/75	0.037	0.0035	COV	COV	no COV
243	250/121	0.002	0.0026	no COV	COV	no COV
149	118/48	0.2	0.21	COV	COV	COV
213	190/88	0.01	0.014	COV	COV	no COV
171	145/63	0.113	0.093	COV	COV	no COV
230	212/100	0.006	0.006	no COV	COV	no COV
274	259/126	<0.001	0.0004	no COV	no COV	no COV
243	247/120	0.002	0.002	no COV	COV	no COV
161	247/120	0.031	0.002	COV	COV	no COV
146	108/42	0.37	0.33	COV	COV	COV
209	187/86	0.011	0.015	COV	COV	no COV
175	149/65	0.07	0.13	COV	COV	no COV
194	197/92	0.025	0.019	COV	COV	no COV
202	215/102	<0.01	0.01	no COV	COV	no COV
151	135/57	0.213	0.2	COV	COV	no COV
170.7	149/65	0.088	0.079	no COV	COV	no COV
230.4	210/99	<0.0001	0.004	no COV	COV	no COV
208	210/99	0.07	<0.01	COV	COV	no COV
259	260/126	<0.01	<0.01	no COV	no COV	no COV
244	250/121	0.005	0.001	no COV	COV	no COV
245.3	221/105	0.001	<0.01	no COV	COV	no COV
192	165/74	0.027	0.04	COV	COV	no COV

**Tabla 13. Clasificación de compuestos orgánicos volátiles de acuerdo a las normas 1999/13/CE, 2004/42/CE y 2005/344/CE para el portafolio de solventes oxigenados.**

Las normas mexicanas existentes sobre compuestos orgánicos volátiles en materia de recubrimientos y pinturas se reducen a las siguientes definiciones.

**NOM-121-SEMARNAT-1997:** Establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en una planta de automóviles. Esta norma define a un compuesto orgánico volátil como cualquier compuesto orgánico que participa en reacciones fotoquímicas atmosféricas. Se excluyen los compuestos que tienen una reacción fotoquímica imperceptible como: Metano, Etano, Cloroformo de Metilo, Diclorometano, CFC-113, CFC-114, CFC-115, HCFC-123, HFC-164a, HFC-141b, HCFC-142, HCFC-124, HFC-125, HFC-134, HFC-143a, HFC-152a.

- a) Compuestos perfluorocarbonados que caen dentro de estas clases
- b) Ramificaciones cíclicas o lineales de alcanos completamente fluorados
- c) Ramificaciones cíclicas o lineales de éteres no saturados completamente fluorados
- d) Ramificaciones cíclicas o lineales de aminas terciarias saturadas completamente fluoradas
- e) Sulfuros que contienen perfluorocarbonos saturados y con ramas de sulfuro sólo con carbono y fluoruro
- f) Acetona
- g) Metil ciclohexano y paraclorobencentrifloruro

**NOM-123-SEMARNAT-1998:** Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos. Define a un compuesto orgánico volátil como cualquier compuesto orgánico que participa en las reacciones fotoquímicas en la atmósfera y que forma ozono con óxidos de nitrógeno en presencia de luz y calor. El contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs), en la fabricación de pinturas de uso doméstico base disolvente se muestra a continuación:

Tipo de Pintura para uso doméstico de secado al aire base disolvente	Contenido máximo permisible de COVs (g/L*)
Esmalte arquitectónico	450
Esmalte doméstico	450
Esmalte alquidálico	450
Pintura de aceite	450

**Tabla 14.** Gramos de disolventes orgánicos por litro de pintura fabricada y envasada

**NOM-010-STPS- 1999:** Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacene n sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

Esta norma establece la volatilidad de las sustancias químicas en estado líquido y nos da una comparación directa con las normas europeas más estrictas.

<b>Volatilidad</b>	<b>Líquidos</b>
Baja	Punto de ebullición por arriba de 150°C, con temperatura de operación de 20 a 55°C.
Media	Puntos de ebullición entre 50°C, con temperatura de operación de 20 a 210°C, y 150°, con temperatura de operación de 20 a 55°C
Alta	Punto de ebullición por debajo de los 50°C con temperatura de operación de 20 a 310°C.

**Tabla 15.** Volatilidad de sustancias químicas en estado líquido

Las regulaciones mexicanas en materia de compuestos orgánicos volátiles no son aún tan estrictas como las que dictan en Europa, es por ello que en México y América Latina no vemos un decrecimiento acelerado en el uso de pinturas base solvente. Sin embargo esperamos que eventualmente las regulaciones se vuelvan tan estrictas como en países desarrollados y es importante estar preparados en el desarrollo e introducción de nuevas tecnologías que permitan continuar el crecimiento económico de México en el sector de pinturas y recubrimientos.

## 12. CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo realizado, se han impartido dos entrenamientos a nuestros distribuidores con el fin estar alineados en cuanto a las soluciones que queremos dar a nuestros clientes y los productos que queremos posicionar en el mercado. Además, hasta el momento se ha logrado que un cliente que será atendido a través de distribución, modifique su proceso en beneficio al ambiente y, por otro lado hemos afianzado nuestra relación con nuestro principal cliente de estos productos.

1. El cliente que ha decidido modificar su proceso en beneficio al ambiente se dedica, entre otras cosas, a la fabricación de desengrasantes y removedores de pintura. En su proceso aún utilizaban cloruro de metileno y a pesar de que llevaban algún tiempo en busca de un reemplazo, no habían encontrado un producto que satisficiera sus necesidades. La primera orden de compra de DOWANOL PM (Propilenglicol monometil éter) Y DOWANOL DPM (Dipropilenglicol monometil éter) fue entregada la última semana de Noviembre del año en curso y, durante la primera semana de Diciembre estarán recibiendo asesoría técnica de nuestro distribuidor para adaptar su proceso.

2. La compañía es el único proveedor de uno de los principales fabricantes de pintura automotriz en el mercado, recientemente había sido abordado por un fuerte competidor, poniendo en riesgo nuestra posición como proveedor exclusivo de solventes. Sin embargo este material fue uno de los principales argumentos utilizados para reforzar las ventajas de costo beneficio que tienen con nuestros materiales, así como el mutuo compromiso que tenemos con nuestra sociedad y el medio ambiente.

Este trabajo ha contribuido en gran manera para que los gerentes de cuenta de este negocio tengan un mayor entendimiento del mercado, identifiquen más fácilmente nuevas oportunidades de negocio y focalicen sus esfuerzos en el posicionamiento

de productos que podrán ser utilizados en el largo plazo por nuestros clientes, aun cuando las leyes mexicanas comiencen a tornarse tan estrictas como las europeas.

El mercado latinoamericano muestra todavía una preponderancia en el uso de productos base solvente, mientras que la tendencia global es reducir la cantidad de contenido de disolventes en las pinturas, lo cual se traduce en mayor seguridad en la producción y aplicación, menor cantidad de contaminantes atmosféricos y productos más amigables con el ambiente.

Por último, la elaboración de este informe me permitió trabajar en conjunto con otras funciones y unidades de negocio de la empresa, así como demostrar mi interés por el desempeño de nuestros productos, por los usos que le dan nuestros clientes en el mercado y por encontrar alternativas más amigables con el ambiente. Gracias a ello logré conseguir una posición en el área de soporte técnico y desarrollo para el negocio de adhesivos automotrices.

### 13. REFERENCIAS

1. Calvo J. (2011). Pinturas y Recubrimientos. Madrid: Díaz de Santos, S.A. [pp 3-7; 85-97; 135-141; 157-180; 201-236]
2. Vasco G. (1999). Libro Blanco para la minimización de residuos y emisiones: Pintado Industrial. Cataluña: IHOBE [pp 33-35; 39-49; 71-75; 84-89]
3. Doerner M. (1998). Los materiales de pintura y su empleo en el arte.. Barcelona: Reverté S.A. [pp 6-13; 309-321]
4. Paints & Coatings Market Worth \$227.70 Billion By 2025 | CAGR: 5.3%, <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-paints-coatings-market> (Julio, 2017)
5. The Industrial Coatings Market, Coatings World. [https://www.coatingsworld.com/issues/2016-06-01/view\\_features/the-industrial-coatings-market-697333/](https://www.coatingsworld.com/issues/2016-06-01/view_features/the-industrial-coatings-market-697333/) (Agosto, 2016)
6. Paints and Coatings Market - Growth, Trends and Forecasts (2016-2022) <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-paints-and-coatings-market-industry> ( Noviembre 2016)
7. Coatings Supplier Handbook, <http://digital.bnprmedia.com/publication> (Julio 2017)
8. Stoye D. & Freigat W. (1998). Paints, Coatings and Solvents. New York: Wiley-VCH. [pp 3-7; 101-140; 245-262; 277-281; 311-316]
9. The Freedonia Group. US Demand for Solvents to Reach 9.6 Billion Pounds. de [https://www.coatingsworld.com/issues/2016-09-01/view\\_market-](https://www.coatingsworld.com/issues/2016-09-01/view_market-)

- research/us-demand-for-solvents-to-reach-9-6-billion-pounds/ Sitio web:  
[https://www.coatingsworld.com/issues/2016-09-01/view\\_market-research/us-demand-for-solvents-to-reach-9-6-billion-pounds/](https://www.coatingsworld.com/issues/2016-09-01/view_market-research/us-demand-for-solvents-to-reach-9-6-billion-pounds/) (2016)
10. Kerry Pianoforte. Low and Zero VOC Coatings. 2017, de Coatings World  
 Sitio web: [https://www.coatingsworld.com/issues/2017-04-01/view\\_features/low-and-zero-voc-coatings-34749/](https://www.coatingsworld.com/issues/2017-04-01/view_features/low-and-zero-voc-coatings-34749/). (2017).
11. A. John Armstrong, Esq. & Dr. Jan Hamrin, What are "Renewable Resources"?, Chapter 1, The Renewable Energy Policy Manual, Organization of American States, undated. Recuperado 2013-01-05.
12. Swagata Chakraborty, Jaydeb Gayen, Akash Tarawal. (2016). Use Of New Renewable Resource For Low VOC Enamel. 03.21.16, de Berger Paints India Ltd. Sitio web: [https://www.coatingsworld.com/issues/2016-03-01/view\\_features/use-of-new-renewable-resource-for-low-voc-enamel/](https://www.coatingsworld.com/issues/2016-03-01/view_features/use-of-new-renewable-resource-for-low-voc-enamel/).
13. NOM-121-SEMARNAT-1997  
<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat121.pdf> (Julio 1998)
14. NOM-123-SEMARNAT-1998 (antes NOM-123-ECOL-1998)  
<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat123.pdf> (Junio 1999)
15. Akzo Nobel N.V. <https://www.akzonobel.com/about-us/our-locations?sq=&start=15>
16. Axalta Coating Systems [http://www.axaltacs.com/ar/es\\_MX.html](http://www.axaltacs.com/ar/es_MX.html)
17. BASF <https://www.basf.com/mx/es.html>
18. PPG <http://www.mexico.ppg.com/Automotive-Refinish/Principal.aspx>
19. Sherwin Williams <http://www.sherwin-williams.com.mx/>
20. Valspar Corporation <https://www.valspar.com/>

21. Directiva 1999/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128029b>

22. Directiva 2004/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:32004L0042>

23. Directiva 2005/344/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

[http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:115:0042:](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:115:0042:0068:ES:PDF)

[0068:ES:PDF](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:115:0042:0068:ES:PDF)

24. Goldfish <http://www.goldfish.com.pe/sobre-pinturas/composicion-de-una-pintura/>