



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Powered by Arizona State University

**FACULTAD DE INGENIERÍAS APLICADAS Y
DESARROLLO INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Combinación de los Procesos de Pintura Hidro
Impresión y Fotoluminiscente en Accesorios Plásticos de
Uso Automotriz**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de:

Ingeniero Automotriz

Autor: Jiménez Trujillo Alex Andrés

Tutor: Ing. Peña Pinargote, Adolfo Juan M.S.c.

GUAYAQUIL
2026

Aprobación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Yo Adolfo Juan Peña Pinargote, en calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular denominado: Combinación de los Procesos de Pintura Hidro Impresión y Fotoluminiscente en Accesorios Plásticos de Uso Automotriz realizado por Jiménez Trujillo Alex Andrés ha sido orientado y revisado en todas sus partes y considero que cumple los requisitos establecidos por la institución. En virtud de ello doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Adolfo Juan Peña Pinargote

Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Jiménez Trujillo Alex Andrés declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.

Autor: Jiménez Trujillo Alex Andrés

C.I.: 0957722705

Dedicatoria

Dedico este gran logro a mi madre y a mi padre que son los que me han ayudado durante toda mi trayectoria estudiantil quienes me han dado lo necesario para seguir adelante y no rendirme cuando pase por tantos problemas, gracias a ellos he logrado ser alguien en la vida pese a que tengo una larga trayectoria por recorrer y sé que con ellos siempre apoyándome seguiré creciendo y siendo cada día mejor gracias mamá y papá también aquellos ingenieros que me brindaron su apoyo y brindaron su sabiduría gracias

Agradecimientos

Agradezco a mis padres que siempre han estado apoyándome a seguir adelante en mi trayecto, a mis docentes que me han brindado su conocimiento para poder ser un buen profesional a futuro, también a aquellos docentes que me motivaron a seguir adelante cuando pensé que ya no podía más agradezco el que lograrán formar de mí, un profesional que siga creciendo y avanzando a un futuro exitoso.

Índice de Contenido

Caratula.....	I
Aprobación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos.....	V
Índice de Contenido	V
Índice de Figuras	VIII
Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo I.....	4
Problema de la investigación.....	4
1.1. Tema de Investigación.....	4
1.2. Planteamiento, formulación y sistematización del problema.....	4
1.2.1. Planteamiento del problema	5
1.2.2. Formulación del problema	6
1.3. Sistematización del problema	6
1.4. Objetivos de la investigación	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	7
1.5.1. Justificación teórica.....	7
1.5.2. Justificación metodológica	8
1.5.3. Justificación práctica.....	8
1.5.4. Delimitación temporal.....	9
1.5.5. Delimitación geográfica.....	9
1.5.6. Delimitación del contenido.....	9

1.6.	Alcance.....	10
	Capítulo II.....	12
	Marco de referencia.....	12
2.3	Componentes generales de la pintura aplicada en automóviles	16
2.4	Proceso de hidro impresión aplicado en plásticos automotrices	20
2.5	Proceso de aplicación de la hidrografía.....	21
2.6	Aplicación de la pintura fotoluminiscente en automóviles	23
2.7	Aplicación de la pintura fotoluminiscente en automóviles	24
2.8	Ventajas y desventajas del sistema combinado	24
	Capítulo III.....	27
	Metodología.....	27
3.1	Equipos de protección personal recomendados.....	27
3.2	Métodos aplicados en la investigación	28
3.3	Tipos de estudios aplicados en la investigación	29
3.3.1	<i>Investigación descriptiva</i>	29
3.3.2	<i>Investigación bibliográfica</i>	29
3.3.3	<i>Investigación de campo</i>	30
3.4	Preparación del elemento a ser pintado	30
3.5	Preparación de la pintura fotoluminiscente.....	31
	Capítulo IV	38
	Análisis de resultados.....	38
4.1	Análisis de datos obtenidos.....	39
	Conclusiones	42
	Recomendaciones	43
	Bibliografía	44

Índice de Figuras

Figura 1 Componentes generales de la pintura automotriz	16
Figura 2 Disolvente de la Pintura Automotriz	17
Figura 3 Aditivos de la pintura automotriz	18
Figura 4 Resinas de la pintura automotriz.....	19
Figura 5 Pigmentos de la pintura automotriz.....	19
Figura 6 Láminas utilizadas en la hidro impresión automotriz	20
Figura 7 Aplicación en figuras complejas	21
Figura 8 Aplicación en figuras complejas	22
Figura 9 Aplicación de la pintura fotoluminiscente	23
Figura 10 Elemento a ser pintado.....	30
Figura 11 Aplicación de adherente plástico	31
Figura 12 Preparación del fondo de uso automotriz	32
Figura 13 Aplicación del fondo de uso automotriz	33
Figura 14 Aplicación del fondo de uso automotriz	33
Figura 15 Aplicación de la pistola de calor para el secado	34
Figura 16 Preparación de la pintura fotoluminiscente.....	35
Figura 17 Mezcla de la pintura fotoluminiscente	35
Figura 18 Ubicación de la lámina en la tina de agua	36
Figura 19 Aplicación del activador para la lámina.....	36
Figura 20 Aspecto final de la chapa plástica.....	37
Figura 21 Aspecto final de la chapa plástica	40

Resumen

En el presente proyecto se aborda la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica aplicados en accesorios plásticos de uso automotriz, como alternativa a los métodos tradicionales de recubrimiento empleados en el vehículo. Se detalla, además, la forma de aplicación de dicha combinación, haciendo referencia al uso y a los beneficios que ofrece este sistema dentro del sector automotriz. Cabe resaltar que la pintura fotoluminiscente cuenta con un sistema de carga de electrones mediante la exposición a la luz, siendo capaz de emitir luminiscencia por un tiempo aproximadamente equivalente al periodo de carga recibido; esta propiedad permite que el recubrimiento funcione como sistema de prevención y señalización visual en accesorios y equipos del vehículo, especialmente en condiciones de baja luminosidad. Se destaca, asimismo, la importancia de la aplicación del fondo previo al recubrimiento, siendo recomendable emplear tonalidades blancas o claras, ya que esto permite visualizar de mejor manera tanto el color como el efecto fotoluminiscente logrado, potenciando además el diseño obtenido mediante la impresión hidrográfica. Finalmente, se resalta la diferencia de costo existente en relación con el proceso de pintura convencional, evidenciándose que el sistema combinado implica una inversión considerablemente mayor de aproximadamente 3,5 veces el costo del sistema tradicional; no obstante, los beneficios obtenidos en términos de protección, acabado estético y funcionalidad de señalización justifican dicha inversión.

Palabras clave: Impresión hidrográfica, fotoluminiscente, accesorios plásticos.

Palabras Clave: Fondo de pintura, fotoluminiscente, metálicas.

Abstract

This project explores the combination of photoluminescent painting and hydrographic printing applied to plastic automotive accessories as an innovative alternative to traditional vehicle coating methods. It details the application process of this hybrid system, highlighting its practical uses and benefits within the automotive sector. Notably, the photoluminescent paint operates through an electron-charging mechanism activated by light exposure, enabling it to emit a glow for a duration roughly equivalent to its charging time. This property allows the coating to serve as a visual signaling and safety system for vehicle accessories and equipment, particularly under low-light conditions. Furthermore, the study emphasizes the critical role of the base coat applied prior to the main finish; using white or light tones is highly recommended, as it significantly enhances both the color definition and the photoluminescent effect while boosting the design achieved through hydrographic printing. Finally, regarding cost efficiency, the combined system requires a considerably higher investment—approximately 3.5 times the cost of conventional painting. However, the resulting benefits in terms of protection, aesthetic finish, and functional signaling fully justify the investment.

Keywords: Hydrographic printing, photoluminescent, plastic accessories, base coat, metallic.

Introducción

El presente documento se estructura en cuatro capítulos en los cuales se detalla todo lo relacionado con el tema de la combinación de los procesos de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz. En el primer capítulo se describe todo lo concerniente al problema de investigación, donde se expone la problemática asociada a los procesos de pintura de uso automotriz; asimismo, se desarrolla el planteamiento, la formulación y la sistematización del problema identificado. En este mismo capítulo se establece el objetivo general de la investigación y los objetivos específicos que permiten alcanzar dicho objetivo general y dar cumplimiento al estudio propuesto; también, se plantea la justificación e importancia de la investigación, detallando de forma particular las justificaciones teórica, metodológica y práctica, para finalmente presentar las delimitaciones temporales, geográficas y de contenido del proyecto.

En el capítulo dos se detallan los conceptos fundamentales relacionados de manera directa e indirecta con el tema de investigación planteado, para lo cual se realizó la recopilación correspondiente de fuentes bibliográficas y referencias que permitieron sustentar y comprender de mejor manera el tema abordado. En el capítulo tres se describe todo el proceso, desarrollo y secuencia metodológica seguida para la aplicación combinada de la pintura de hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz; se resulta de particular relevancia, ya que detalla el procedimiento completo necesario para lograr una aplicación exitosa de ambos sistemas de forma conjunta.

Finalmente, en el capítulo cuatro se presenta el análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, a partir del procesamiento de los datos recabados en la aplicación combinada de la pintura de hidro impresión y fotoluminiscente sobre accesorios plásticos automotrices. Se exponen, además, las conclusiones alcanzadas al finalizar el proyecto, así como las recomendaciones pertinentes derivadas del estudio realizado.

Capítulo I

Problema de la investigación

1.1. Tema de Investigación

Combinación de los procesos de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz.

1.2. Planteamiento, formulación y sistematización del problema

En la actualidad, la personalización y restauración de componentes plásticos automotrices mediante técnicas convencionales de pintura demanda procesos extensos y laboriosos que incluyen etapas de preparación superficial, aplicación de imprimantes, lijado entre capas y aplicación de acabados. Estos métodos tradicionales, que emplean sistemas de aspersión neumática conectados a compresores de alta presión, requieren instalaciones especializadas como cabinas de pintura y, en ocasiones, sistemas de curado térmico en hornos, lo cual incrementa los costos operativos y energéticos. Adicionalmente, estos procesos generan emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) que representan riesgos significativos tanto para la salud ocupacional de los operarios como para el entorno ambiental del taller.

Por otro lado, la integración de la técnica de hidro impresión con recubrimientos fotoluminiscentes representa una alternativa innovadora que optimiza considerablemente los tiempos de aplicación y amplía las posibilidades de personalización. La hidro impresión por inmersión permite revestir geometrías complejas y superficies irregulares de manera uniforme y eficiente, mientras que la incorporación de pigmentos fotoluminiscentes añade funcionalidad adicional de seguridad pasiva mediante la emisión de luz en condiciones de oscuridad. En el sector automotriz contemporáneo, existe una creciente demanda por parte de los propietarios de vehículos para implementar soluciones estéticas diferenciadas que combinen diseño personalizado con características funcionales avanzadas, y este sistema híbrido responde directamente a dicha necesidad.

El parque automotor ecuatoriano ha experimentado un crecimiento exponencial durante la última década, superando el millón de unidades nuevas comercializadas, siendo

la provincia del Guayas uno de los mercados más dinámicos. Este incremento sustancial en el número de vehículos circulantes ha generado una mayor demanda de servicios de mantenimiento estético y protección de componentes, donde los procesos de acabado superficial juegan un rol fundamental. Es relevante señalar que, frente a los métodos tradicionales que generan importantes niveles de contaminación atmosférica y residuos peligrosos, la tecnología combinada de hidro impresión y fotoluminiscencia ofrece una alternativa más sostenible ambientalmente, reduciendo significativamente las emisiones contaminantes y minimizando el impacto ecológico del proceso de personalización automotriz.

1.2.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, los talleres especializados en acabados automotrices utilizan predominantemente sistemas de aplicación por aspersión neumática asistida mediante compresores para el recubrimiento de componentes plásticos vehiculares. Esta metodología se ha consolidado progresivamente como el estándar de la industria para lograr la restauración y embellecimiento de elementos plásticos automotrices, demostrando ser un sistema eficaz. Sin embargo, presenta limitaciones importantes para la evolución tecnológica del sector, particularmente por la dependencia de mantener parámetros de presión estables durante períodos prolongados, lo cual incrementa el consumo energético y los costos operativos.

Los procesos de aplicación de recubrimientos destinados a la reparación o personalización de componentes automotrices requieren la implementación de estrategias especializadas para alcanzar resultados óptimos. En el contexto competitivo actual, los talleres de pintura automotriz que aspiran a diferenciarse en el mercado deben garantizar productos finales de excelencia superior, lo cual no solamente genera ventajas competitivas significativas sino que también establece rentabilidad sostenida y construye reputación sólida en el sector.

Existe una correlación directa entre la calidad del acabado superficial aplicado en los componentes automotrices y la percepción final del cliente, dado que esto fortalece la

confianza y fidelización hacia el establecimiento y, especialmente, hacia el personal técnico que demuestra experticia en su labor. En este sentido, la incorporación de tecnologías híbridas como la combinación de hidro impresión y recubrimientos fotoluminiscentes constituye un factor diferenciador capaz de atraer nuevos segmentos de mercado. Asimismo, resulta fundamental implementar metodologías que optimicen los tiempos de ejecución y reduzcan los costos operacionales, aspectos cruciales para que los centros de servicio automotriz preserven su posicionamiento competitivo.

Por lo anteriormente expuesto, se evidencia la necesidad imperiosa de adoptar sistemas innovadores que integren avances tecnológicos con proyección de superación respecto a los métodos convencionales, orientados hacia la mejora sustancial de los procesos de aplicación de acabados, tal como lo representa la tecnología combinada de hidro impresión con propiedades fotoluminiscentes, que ofrece simultáneamente beneficios estéticos y funcionales de seguridad para el sector automotriz.

1.2.2. *Formulación del problema*

¿Cómo se puede realizar la combinación del proceso de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz?

1.3. *Sistematización del problema*

¿Se podrá aplicar la combinación del proceso de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz?

¿Se podrá recopilar información acerca de la combinación del proceso de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz?

¿Cómo se puede realizar la evaluación del proceso de la combinación del proceso de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz?

¿Cómo podremos comparar los tiempos de aplicación de la combinación del proceso de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. *Objetivo general*

- Combinar los procesos de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Recopilar información ligada a los procesos de pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz.
- Detallar el proceso de combinación de la pintura de hidro impresión inmersión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz.
- Determinar el tiempo que tarda la aplicación el proceso de combinación de la pintura de hidro impresión inmersión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

Para alcanzar una descripción apropiada de las bases que sustentan la investigación detallada se recurre a detallar los siguientes sub-numerales, que se relacionan de forma directa con la justificación y delimitación de la investigación:

1.5.1. *Justificación teórica*

La presente investigación se fundamenta teóricamente mediante la recopilación exhaustiva de literatura especializada relacionada con los procesos integrados de hidro impresión y aplicación de recubrimientos fotoluminiscentes, abarcando sus principios fisicoquímicos, ventajas operativas y potencial de optimización en el tratamiento superficial de componentes plásticos automotrices. Adicionalmente, se incorporan criterios técnicos normalizados y especificaciones de la industria automotriz referentes a la tecnología híbrida de acabados decorativos y funcionales, los cuales han sido identificados y sistematizados a través de una revisión bibliográfica rigurosa que incluye fuentes académicas, manuales técnicos, normativas sectoriales y estudios de caso aplicados al campo de los recubrimientos avanzados para el sector automotor.

1.5.2. Justificación metodológica

La presente investigación se fundamenta teóricamente mediante la recopilación exhaustiva de literatura especializada relacionada con los procesos integrados de hidro impresión y aplicación de recubrimientos fotoluminiscentes, abarcando sus principios fisicoquímicos, ventajas operativas y potencial de optimización en el tratamiento superficial de componentes plásticos automotrices.

Adicionalmente, se incorporan criterios técnicos normalizados y especificaciones de la industria automotriz referentes a la tecnología híbrida de acabados decorativos-funcionales, los cuales han sido identificados y sistematizados a través de una revisión bibliográfica rigurosa que incluye fuentes académicas, manuales técnicos, normativas sectoriales y estudios de caso aplicados al campo de los recubrimientos avanzados para el sector automotor.

1.5.3. Justificación práctica

Desde la perspectiva de la justificación práctica, la implementación del sistema combinado de hidro impresión con recubrimientos fotoluminiscentes en el sector de acabados automotrices responde a una tendencia creciente de innovación tecnológica que proyecta beneficios tangibles en la optimización de tiempos de ejecución y reducción de costos operacionales en el tratamiento superficial de componentes vehiculares.

Esta tecnología híbrida representa una oportunidad estratégica para que talleres automotrices y profesionales especializados diversifiquen su portafolio de servicios, generando fuentes de ingresos diferenciadas y competitivas, independientemente de la escala operativa del establecimiento, ya sea en microempresas o en centros de servicio de mayor envergadura dedicados a la restauración y personalización de elementos plásticos automotrices.

Mediante el desarrollo del presente proyecto se pretende impulsar la adopción de metodologías avanzadas de recubrimiento multifuncional que integren aspectos estéticos y de seguridad pasiva en componentes plásticos vehiculares. Para ello, se plantea la incorporación de equipamiento especializado que, si bien es innovador para el contexto

ecuatoriano, tiene potencial para dinamizar económicamente el sector de servicios automotrices de acabado superficial.

Se aspira a que este impacto trascienda el ámbito local, proyectándose hacia las escalas regional y nacional, contribuyendo así a la modernización y diversificación de la matriz productiva del sector automotor, particularmente en el segmento de personalización vehicular y aplicaciones de seguridad mejorada mediante tecnologías fotoluminiscentes.

1.5.4. Delimitación temporal

De acuerdo con la planificación establecida se planea que el desarrollo y ejecución del proceso de la aplicación de la pintura hidro impresión y fotoluminiscente en elementos plásticos de uso automotriz, desde la fase de presentación, aprobación, desarrollo teórico y práctico se desarrollaría desde el mes de mayo de 2026 y de manera tentativa se pretende que su finalización o defensa de proyecto se realizará en agosto de 2026.

1.5.5. Delimitación geográfica

El trabajo de tipo investigativo se desarrollará en el taller GAETE que se encuentra ubicado en el Ecuador en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, en la parroquia Tarqui, Prosperina Mz 17 SI 13.

1.5.6. Delimitación del contenido

En el primer capítulo se desarrolla el planteamiento del problema, su formulación y sistematización, estableciendo el contexto que fundamenta la investigación sobre la aplicación combinada de hidro impresión y recubrimientos fotoluminiscentes. Este apartado se integra con la definición del objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, además de presentar las justificaciones teórica, práctica y metodológica que sustentan la relevancia del estudio, incluyendo las delimitaciones correspondientes en términos espaciales, temporales y temáticos.

Posteriormente, se desarrolla el marco referencial mediante una revisión exhaustiva de la literatura especializada, construyendo un marco teórico fundamentado que aborda conceptos, definiciones y principios técnicos relacionados con las variables principales del

estudio: los procesos de hidro impresión, las propiedades de los recubrimientos fotoluminiscentes, y su aplicación integrada en componentes plásticos automotrices. Este apartado sustenta científicamente la viabilidad y pertinencia de la tecnología híbrida propuesta.

Finalmente, se expone el diseño metodológico de la investigación, especificando los métodos y técnicas que se emplearán para el desarrollo del estudio de campo de carácter experimental. Se detalla la operacionalización de las variables, los instrumentos de recolección de datos, la determinación de la muestra experimental y los procedimientos de medición y análisis. Todo ello se complementa con un cronograma de actividades estructurado por fases y un presupuesto detallado que contempla los recursos materiales, tecnológicos y humanos requeridos para la ejecución exitosa del proyecto de investigación.

1.6. Alcance

El presente proyecto es de naturaleza investigativa y aborda la aplicación combinada de los procesos de hidro impresión y pintura fotoluminiscente sobre accesorios plásticos de uso automotriz.

Su alcance se orienta al desarrollo de una metodología estructurada y reproducible que permita ejecutar ambos procesos de manera secuencial y compatible, haciendo uso del equipamiento técnico adecuado, con el propósito de obtener acabados superficiales que integren valor estético y funcional en los componentes plásticos del vehículo.

En el plano conceptual, el estudio parte de una revisión sistemática de los fundamentos teóricos y técnicos asociados a los procesos de hidro impresión y recubrimiento fotoluminiscente, analizando su viabilidad de aplicación conjunta sobre sustratos plásticos de origen automotriz, considerando las propiedades físicas, químicas y ópticas que caracterizan a cada proceso.

Al término del proyecto, se espera obtener conclusiones que permitan determinar la compatibilidad técnica y la efectividad de la combinación de ambos procesos sobre accesorios plásticos automotrices, evaluando si dicha integración representa una alternativa

viable, replicable y pertinente para su implementación en el contexto del sector automotriz local.

Capítulo II

Marco de referencia

Con el propósito de garantizar una comprensión precisa y adecuada del contenido técnico-científico abordado en la presente investigación, resulta fundamental establecer la definición y clarificación de los términos especializados que se emplearán recurrentemente a lo largo del desarrollo del trabajo. Estos conceptos clave, relacionados con los procesos de hidro impresión con recubrimiento fotoluminiscente, propiedades de los materiales plásticos automotrices y parámetros de calidad de acabado, destacarán la pertinencia y significancia técnica de cada uno de los apartados que conforman el documento, facilitando así la interpretación coherente de los procedimientos experimentales, resultados obtenidos y conclusiones derivadas del estudio presentado.

2.1 Pintura aplicada en el sector automotriz

El proceso de aplicación de recubrimientos automotrices se define como la técnica mediante la cual se deposita un sistema de capas protectoras y decorativas sobre sustratos vehiculares, las cuales, una vez completado su proceso de curado, conforman una película sólida adherida firmemente a la superficie del componente, ya sea metálico o polimérico.

Este recubrimiento cumple una doble función: por un lado, proporciona protección física y química contra agentes ambientales adversos como radiación ultravioleta, humedad, corrosión, variaciones térmicas y contaminantes atmosféricos; por otro lado, ofrece características estéticas personalizables que definen la apariencia visual del vehículo.

Adicionalmente, la película de recubrimiento actúa como barrera resistente ante daños mecánicos superficiales tales como abrasiones, impactos menores y rayados, prolongando la vida útil y preservando el valor estético y comercial del automotor, (Britannica, 2024).

El proceso de recubrimiento automotriz puede conceptualizarse como un sistema multicapa de protección superficial aplicado sobre componentes metálicos y poliméricos del vehículo, cuya finalidad principal es preservar la integridad estructural y estética de dichos elementos frente a fenómenos de degradación tales como oxidación, corrosión

electroquímica, foto degradación por radiación ultravioleta, pérdida cromática y deterioro del acabado brillante.

Simultáneamente, este sistema de recubrimiento constituye un elemento diferenciador en el aspecto visual del automóvil, contribuyendo significativamente a su valor estético y comercial. La aplicación de estos recubrimientos se ejecuta mediante procedimientos técnicamente controlados y estandarizados que garantizan la uniformidad, adherencia, durabilidad y calidad del acabado final, respondiendo tanto a requisitos funcionales de protección como a demandas estéticas de personalización vehicular, (Streitberger, 2013).

También se debemos destacar que la preparación de la superficie debe estar libre de impurezas y no presentar ningún tipo de anomalías relacionados con la masilla y el lijado, (Axalta, 2023).

Aunque comúnmente se asocia la aplicación de recubrimientos automotrices principalmente con propósitos estéticos orientados a mejorar la apariencia visual y el atractivo comercial del vehículo, la función primordial y de mayor relevancia técnica de estos sistemas de pintura radica en la protección anticorrosiva de los paneles metálicos.

Los recubrimientos constituyen una barrera fisicoquímica que previene los procesos de oxidación electroquímica que deterioran progresivamente las estructuras ferrosas, garantizando así la integridad estructural, la durabilidad del vehículo y la preservación de su vida útil operativa.

El componente decorativo, si bien importante desde la perspectiva comercial y de satisfacción del usuario, representa una función secundaria respecto a la protección contra la corrosión, (Pruebaderuta, 2023).

2.2 Tipos de pinturas utilizadas en el sector automotriz

Existen varios tipos de pinturas que se pueden utilizar en los automóviles, algunos de ellos son comunes y otros poco conocidos o especiales que no se aplican con mucha frecuencia, ya sea por desconocimiento del mercado o por falta de personal y empresas que

puedan realizar su aplicación de forma correcta, entre otras tenemos los siguientes, (Streitberger, 2013):

- Pinturas acrílicas; es uno de los sistemas más tradicionales aplicados en la pintura automotriz, se fabrican con base de resinas acrílicas termoplásticas que son disueltas en solventes orgánicos; por medio de la evaporación se secan de forma sencilla y forma una película por medio de la reacción química, por ello presentan un brillo excelente. Sin embargo presenta menor resistencia de tipo química y mecánica en comparación a otros métodos y tienden a perder brillo con el tiempo debido a la exposición ambiental. Son especialmente utilizadas en repintado de vehículos antiguos y trabajos de restauración donde se busca mantener la autenticidad del acabado original.
- Pinturas de tipo poliuretano o conocidas como PU; son utilizadas de forma estandarizada en la industria automotriz, es un sistema bicomponente que consiste en un a base de pigmento y un catalizador o endurecedor que al mezclarse se produce una reacción de polimerización y forma una película que proporciona extraordinaria dureza, resistencia química, mecánica y a la intemperie. Las pinturas PU ofrecen excelente adherencia, alto brillo duradero, resistencia superior a productos químicos, combustibles y rayos UV, además de gran flexibilidad que previene el agrietamiento.
- La pintura base agua se presenta como una alternativa de tipo ecológica en el pintado de automóviles, se componen de resinas que se dispersan en agua como el solvente principal, evitando así componentes orgánicos volátiles; se las desarrollo ante la necesidad y regulaciones ambientales estrictas sobre las emisiones de VOCs (Componentes Orgánicos Volátiles); inicialmente presentaban limitaciones técnicas, las formulaciones modernas han alcanzado niveles de desempeño comparables a las pinturas base solvente, ofreciendo excelente igualación de color, aplicación suave y tiempos de evaporación

controlados. Requieren equipamiento específico de aplicación y condiciones ambientales controladas (temperatura y humedad) para su correcta aplicación.

- Pinturas de tipo sintéticas; son fabricadas con base de resina alquídicas modificadas con aceites secantes, es un sistema de tipo mono componente, el secado se produce por un proceso de oxidación y polimerización al contacto con el oxígeno del aire, ofrecen buena adherencia, acabado brillante aceptable y costo económico, lo que las hace populares en segmentos de mercado de menor exigencia técnica. Sin embargo, presentan tiempos de secado prolongados (24-48 horas para secado completo), menor durabilidad que los sistemas poliuretánicos, tendencia al amarilleamiento con el tiempo y menor resistencia a agentes químicos.
- Pinturas bicapa; son utilizados en sistemas de tipo premium de la pintura automotriz, consiste en aplicar en primer lugar una capa base que contiene la pigmentación del color y los efectos especiales como el metálico, perlado y el nacarados; luego se aplica una capa de barniz transparente; generalmente poliuretánica bicomponente que aporta el brillo, profundidad óptica y toda la protección física y química del acabado. Este sistema permite colores más vibrantes, efectos visuales sofisticados imposibles de lograr en sistemas monocapa, mayor durabilidad y facilidad de reparación localizada, es el sistema universal.
- La pintura de tipo epóxicas; también son fabricadas con recubrimientos bicomponentes con resinas de tipo epoxi y endurecedores de poliamida, son muy utilizados como imprimaciones de alta adherencia y poder anticorrosivo, además de propiedades anticorrosivas superiores y pueden aplicarse en espesores considerables sin descolgamiento.
- También se debe resaltar las pinturas con efectos especiales, tales como las metalizadas, perladas o nacaradas, las traslucidas, las de tipo camaleón y las

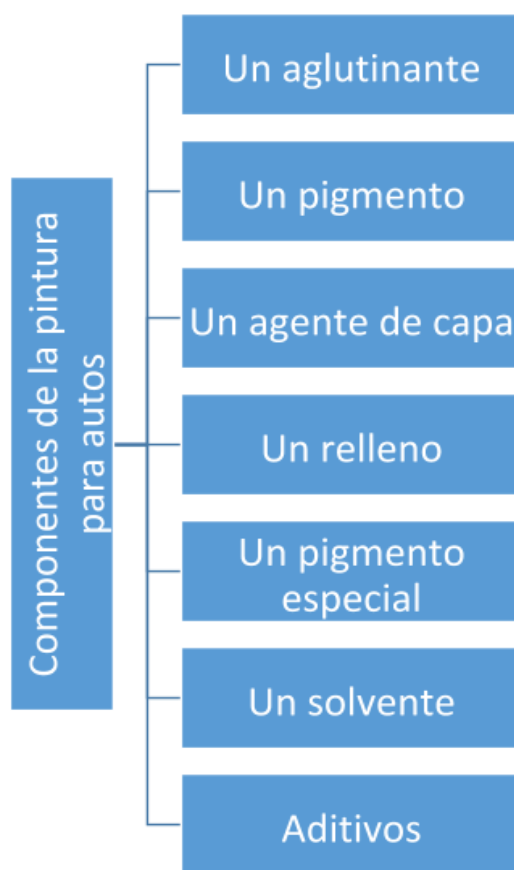
satinadas o tipo mate; generalmente son formulados con pigmentos y aditivos especiales que generan efectos visuales diferentes.

2.3 Componentes generales de la pintura aplicada en automóviles

Los recubrimientos automotrices poseen una composición química específica que determina su comportamiento y desempeño cuando se aplican sobre sustratos metálicos o poliméricos, generalmente, las pinturas automotrices están constituidas por varios componentes fundamentales, como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1

Componentes generales de la pintura automotriz



Fuente: (Elchapista, 2025)

Los solventes son sustancias líquidas volátiles que solubilizan o dispersan las resinas y pigmentos, proporcionando la viscosidad adecuada para la aplicación del recubrimiento. No forman parte de la película seca final, ya que se evaporan durante y después de la aplicación; sus funciones principales incluyen el justar la viscosidad para

optimizar la aplicación (pistola, inmersión, rodillo), controlar el tiempo de secado y nivelación, facilitar la humectación del sustrato además de influir en la apariencia final del acabado, (Knowhow, 2024).

Los solventes más comunes en pinturas automotrices incluyen elementos como los hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos alifáticos, cetonas, ésteres, alcoholes, agua (en pinturas base agua. Los sistemas modernos tienden hacia solventes de menor toxicidad y VOC reducido por regulaciones ambientales, ver figura 2.

Figura 2

Disolvente de la Pintura Automotriz



Fuente: (Quimicauniversal., 2024)

Los aditivos son componentes minoritarios en la formulación que generalmente van entre 0.1% - 5% de todo el componente; sin embargo se destaca la importancia crítica para optimizar propiedades específicas del recubrimiento durante su almacenamiento, aplicación y vida útil, sus principales componentes entre otros son; secantes o catalizadores, agentes nivelantes, agentes antiespumantes, agentes humectantes y dispersantes, estabilizadores

de UV, absorben radiación ultravioleta protegiendo resinas y pigmentos, antioxidantes, agentes reológicos y espesantes, plastificantes, aditivos anti rayado, biocidas, ver figura 3.

Figura 3

Aditivos de la pintura automotriz



Fuente: (Sherwinco, 2025)

Las resinas se componen fundamentalmente de polímeros que actúan como un elemento que forma una película y proporciona las propiedades mecánicas y químicas, las resinas contienen pigmentos en la superficie del sustrato y ayudan al proceso de secado.

Entre las resinas más utilizadas en pinturas automotrices se encuentran: acrílicas, poliuretánicas, epóxicas, alquídicas y vinílicas. La naturaleza química de la resina determina directamente las características finales del recubrimiento: dureza, flexibilidad, resistencia química, durabilidad a la intemperie y brillo. Las resinas pueden ser termoplásticas o termoestables, ver figura 4.

También tenemos a los pigmentos que son partículas sólidas finamente divididas, insolubles en el medio de aplicación, las cuales aportan color, opacidad y propiedades protectoras al recubrimiento, ver figura 5, generalmente se clasifican en:

Figura 4*Resinas de la pintura automotriz***Fuente:** (Pearls-and-flake, 2025)**Figura 5***Pigmentos de la pintura automotriz***Fuente:** (Pearls-and-flake, 2025)

Pigmentos orgánicos: Compuestos de carbono que ofrecen colores brillantes, intensos y saturados, poseen con menor poder de cubrimiento y resistencia a la intemperie, por ejemplo el ftalocianinas (azules y verdes), quinacridonas (rojos y violetas), perilenos (rojos y naranjas).

Pigmentos inorgánicos: Compuestos minerales o metálicos que proporcionan excelente durabilidad, estabilidad UV y poder cubriente superior. Ejemplos: óxido de titanio (blanco), óxido de hierro (rojos, amarillos, negros), negro de humo (negro), cromatos (amarillos, naranjas de uso restringido por toxicidad).

Pigmentos metálicos: Partículas de aluminio o bronce que generan efectos reflectantes y metalizados característicos de acabados modernos.

Pigmentos perlados/nacarados: Partículas de mica recubiertas con óxidos metálicos que producen efectos iridiscentes y cambios de color según el ángulo de visión.

Pigmentos especiales: Incluyen pigmentos fotoluminiscentes (almacenan y emiten luz), termo crómicos (cambian color con temperatura) y otros efectos especiales.

2.4 Proceso de hidro impresión aplicado en plásticos automotrices

La hidro impresión, también denominada hidrografía o transferencia hidrográfica, constituye un método decorativo avanzado que permite aplicar diseños gráficos complejos sobre superficies tridimensionales, siendo especialmente efectiva en componentes plásticos automotrices, ver figura 6.

Figura 6

Láminas utilizadas en la hidro impresión automotriz



Fuente: (Brillonativo, 2026)

Este proceso utiliza películas impresas de alcohol polivinílico (PVA), material hidrosoluble que, al entrar en contacto con la superficie acuosa del tanque de

inmersión, experimenta una transformación molecular que incrementa significativamente su flexibilidad y maleabilidad, (*Watertransferprinting*, 2024).

Esta propiedad permite que el patrón gráfico se adhiera conformemente a geometrías complejas e irregulares del sustrato plástico durante el proceso de transferencia por inmersión, ver figura 7.

Figura 7

Aplicación en figuras complejas



Fuente: (Brillonativo, 2026)

En el contexto de esta investigación, la integración de recubrimientos fotoluminiscentes posterior o simultáneamente al proceso de hidro impresión agrega funcionalidad adicional de emisión lumínica en condiciones de baja visibilidad, creando así un sistema híbrido decorativo-funcional especialmente relevante para componentes automotrices que requieren tanto diferenciación estética como propiedades de seguridad pasiva mejoradas.

2.5 Proceso de aplicación de la hidrografía

Para realizar el proceso de hidrografía o hidro impresión, es necesario utilizar varios elementos o equipos que son necesarios para realizar de forma correcta el proceso

deseado, entre ellos podemos mencionar a la tina, que es el lugar donde se sumerge el elemento que se desea pintar, debe ser llenada de agua y colocar la lámina de polivinilo a utilizar, el tamaño debe ser delimitado al tamaño del elemento, existen varias dimensiones de tina.

También tenemos las láminas de polivinilo, que debe ser ubicadas en la tina y sobre ella se aplica al activador antes de sumergir la pieza o elemento a ser impreso, hay que resaltar adaptación que se puede lograr para pintar piezas o elementos de geometría compleja, en la actualidad existe gran variedad de modelos o diseños disponibles, llegando inclusive a poder personalizar las láminas al gusto del cliente.

Finalmente podemos mencionar al barniz, este elemento que es de tipo transparente se aplica al final del proceso y actúa como una capa final de protección en la superficie donde se ha realizado la impresión, dentro de sus actividades está el proporcionar una vista brillante y protección; además adiciona resistencia a la lámina ante los daños ambientales o agentes externos que causar daños, en la figura 8 se visualiza de forma rápida los pasos a seguir.

Figura 8

Aplicación en figuras complejas



Fuente: (Watertransferprinting, 2025).

2.6 Aplicación de la pintura fotoluminiscente en automóviles

Este tipo de pintura se utiliza en diferentes tipos ámbitos como la de señalética de vías automotrices y de empresas o del sector industrial, incluso en sitios cotidianos como el hogar, ver figura 9, es llamativa por lograr grandes efectos de luminiscencia. Esta característica se destaca debido a que está compuesta por unos pigmentos que se activan con la luz ultravioleta y se podría decir que se recargan de ella. Esto es, absorben la energía lumínica y posteriormente la van liberando poco a poco, lo que hace que sigan emitiendo luz cuando el lugar está a oscuras, (Landecolo, 2025).

Figura 9

Aplicación de la pintura fotoluminiscente



Fuente: (Sinoviny, 2024).

También se la define como como un recubrimiento diseñado en base de resina acrílica solvente de un solo componente, su principal característica se basa en su efecto de luz de tipo luminiscente que se genera en la oscuridad luego de ser expuesta a la iluminación natural o artificial como lámparas o focos o inclusive la luz solar, (Pinturasunidas, 2025).

La pintura luminiscente es aquella que genera un aspecto brillante en la oscuridad previamente cargados por la luz, está compuesta por pigmentos que se activan al momento de ser expuestos en la oscuridad. De esta forma absorben la energía lumínica y después liberan

parte de esa energía de forma lenta y continuada, lo que les permite seguir emitiendo luz en un espacio a oscuras, (Pinturasalejo, 2025).

2.7 Aplicación de la pintura fotoluminiscente en automóviles

Con la finalidad de garantizar un correcto y óptimo método de aplicación de la pintura luminiscente se plante los siguientes pasos o técnicas a seguir:

- Primero se debe acondicionar la superficie y se realiza la limpieza de toda el área ser pintada, debe estar totalmente seca y libre de agentes que generen contaminación como grasa y aceites, estos elementos impiden la adherencia correcta, también se aconseja aplicar un fondo blanco, la cual sirve como fondo refractante para maximizar la intensidad del brillo en la oscuridad.
- Para la aplicación de la pintura, se debe alcanzar una capa base necesaria para alcanzar la luminiscencia de forma correcta, para ello se debe utilizar una proporción aproximada de 400 g/m². Es vital respetar los tiempos de secado sugeridos por el fabricante, que suelen oscilar entre los 30 y 45 minutos.
- Con la finalidad de evitar impurezas que dañen el acabado la aplicación debe realizarse de forma preferente en cabinas de pinturas automotrices, aquí se consiguen condiciones ambientales y protegen la integridad del trabajo a realizar.
- Adicionalmente se recomienda que la mezcla se debe realizar con un 20% o 30% de pigmentos de tipo fotoluminiscente con relación al peso total de la pintura.

2.8 Ventajas y desventajas del sistema combinado

Entre los beneficios más relevantes de esta tecnología integrada se destacan los siguientes aspectos:

- Versatilidad geométrica superior: El proceso permite aplicar patrones decorativos complejos sobre superficies con geometrías irregulares, contornos curvos, relieves y configuraciones tridimensionales que resultarían extremadamente difíciles o imposibles de decorar mediante técnicas tradicionales de aspersión o aerografía.

- Integración tecnológica múltiple: La tecnología admite la combinación sinérgica con otras técnicas de decoración automotriz, tales como aerografía, selectivo, aplicación de calcomanías y, particularmente relevante para esta investigación, la incorporación de recubrimientos fotoluminiscentes que añaden funcionalidad de visibilidad en condiciones de baja luminosidad, generando un acabado multifuncional con propiedades estéticas y de seguridad pasiva simultáneas.
- Uniformidad del recubrimiento: El proceso de inmersión garantiza cobertura homogénea en todas las superficies del componente, incluyendo áreas de difícil acceso, intersticios, cavidades y geometrías complejas donde los métodos de aplicación direccional presentan limitaciones.
- Funcionalidad adicional fotoluminiscente: La integración de pigmentos fotoluminiscentes en el sistema de recubrimiento proporciona capacidad de almacenamiento de energía lumínica y emisión de luz en oscuridad, mejorando la visibilidad del componente y contribuyendo a la seguridad vehicular pasiva, aspecto especialmente valioso en elementos como molduras, manijas, emblemas y componentes de señalización.

No obstante sus ventajas, el proceso presenta ciertas limitaciones técnicas y logísticas que deben considerarse:

- Sensibilidad de los materiales consumibles: Las películas de alcohol polivinílico (PVA) utilizadas en hidro impresión presentan alta sensibilidad higroscópica y termo sensibilidad, lo que requiere condiciones estrictas de almacenamiento en ambientes controlados de temperatura (15-25°C) y humedad relativa (40-60%) para prevenir su degradación prematura, arrugamiento o pérdida de propiedades de transferencia.
- Riesgo de delaminación o desprendimiento: Cuando los parámetros de proceso no son óptimos (preparación superficial inadecuada, incompatibilidad química entre capas, curado insuficiente), existe riesgo de falla adhesiva entre el sustrato

plástico, la capa de hidro impresión, el recubrimiento fotoluminiscente y el barniz de protección final, manifestándose como desprendimiento prematuro del sistema multicapa.

- Limitaciones en la cadena de suministro local: En el contexto ecuatoriano, existe disponibilidad restringida de proveedores especializados que ofrezcan variedad amplia de películas hidrográficas, activadores químicos específicos y, particularmente, pigmentos fotoluminiscentes de calidad automotriz certificada. Esta limitación en la oferta local genera dependencia de importaciones con los consecuentes incrementos en costos de adquisición, tiempos de espera prolongados y complejidades logísticas.
- Curva de aprendizaje técnico: La correcta ejecución del proceso combinado requiere desarrollo de habilidades específicas y conocimiento técnico especializado sobre parámetros críticos: preparación superficial del plástico, activación química de la película, técnica de inmersión, aplicación uniforme del recubrimiento fotoluminiscente, tiempos de flash-off entre capas y aplicación del sistema de barniz protector, lo cual implica inversión en capacitación técnica del personal operativo.

Capítulo III

Metodología

El presente proyecto, enmarcado en la combinación de los procesos de hidro impresión y pintura fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz, adopta un enfoque metodológico de carácter mixto, que integra técnicas experimentales con análisis cualitativo para evaluar las propiedades físicas, químicas y ópticas de los recubrimientos aplicados.

El estudio se estructura en fases progresivas que comprenden desde la selección y preparación de materiales, hasta la evaluación del desempeño de los acabados bajo condiciones controladas y variables ambientales definidas, garantizando así la obtención de datos verificables que sustentan las conclusiones de la investigación.

Durante la fase experimental se ejecutaron los procedimientos de preparación superficial y aplicación de los recubrimientos mediante técnicas estandarizadas, empleando equipos especializados como compresor, pistola de aplicación y horno de secado rápido. Se evaluaron parámetros técnicos clave tales como la persistencia luminosa, la intensidad de brillo en función del tiempo de excitación, y el comportamiento del material ante condiciones ambientales variables como humedad y ausencia de luz.

Asimismo, se incorporaron los protocolos de seguridad industrial correspondientes para la protección del personal y los equipos intervinientes. El registro fotográfico secuencial de cada etapa permitió documentar el proceso y sustentar el análisis final de resultados.

3.1 Equipos de protección personal recomendados

Para la correcta ejecución del proceso de aplicación combinada de hidro impresión y pintura fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz, resulta indispensable el uso de equipos de protección personal (EPP) adecuados, con el fin de salvaguardar la integridad física y la salud del operario durante todas las etapas del proceso.

Debido a lo antes descrito y en el marco del proceso de aplicación combinada de hidro impresión y pintura fotoluminiscente sobre accesorios plásticos automotrices, la protección visual y respiratoria constituyen elementos prioritarios de seguridad. El uso de

gafas de seguridad es indispensable para prevenir el contacto ocular con partículas de pintura y polvo en suspensión, mientras que la protección respiratoria mediante mascarilla o respirador con filtro resulta crítica debido a la generación de vapores tóxicos provenientes de solventes, catalizadores y diluyentes empleados tanto en la aplicación como en la limpieza de equipos, los cuales representan un riesgo severo para el sistema respiratorio y el medio ambiente.

La protección de extremidades constituye igualmente un aspecto fundamental durante el proceso. Se recomienda el uso de guantes de nitrilo para evitar el contacto dérmico con productos solventes que pueden provocar reacciones alérgicas de diversa severidad, así como calzado industrial de punta de acero con propiedades dieléctricas que prevengan accidentes eléctricos y mecánicos en el área de trabajo. Adicionalmente, la protección auditiva es obligatoria considerando que los niveles de ruido generados por los equipos de aplicación pueden superar los límites establecidos por normativas internacionales como la OSHA, que fija un máximo de 90 dB(A), y la OMS, cuyo límite más restrictivo es de 85 dB(A) para jornadas de ocho horas.

Para la protección integral del cuerpo, se recomienda el uso de overol como indumentaria de trabajo, descartando el mandil como opción principal dado que no ofrece cobertura completa del cuerpo. El overol garantiza una protección más eficiente al cubrir la mayor parte de la superficie corporal, incluyendo extremidades superiores e inferiores y la zona posterior del cuello, impidiendo así el contacto directo de la piel con partículas de pintura, solventes y demás agentes químicos presentes durante la ejecución del proceso.

3.2 Métodos aplicados en la investigación

Para el desarrollo de la investigación sobre la combinación de los procesos de hidro impresión y pintura fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz, se adoptó un enfoque de tipo deductivo, partiendo del análisis integral de la problemática planteada hacia la identificación de hallazgos específicos obtenidos durante el proceso investigativo.

A lo largo del estudio se aplicó el método de observación directa sobre los resultados obtenidos en cada etapa, complementado con un análisis cualitativo sistemático de la

información recopilada, lo que permitió interpretar con mayor precisión el comportamiento de los recubrimientos evaluados.

Adicionalmente, se incorporó la capacidad de cuantificación de los beneficios derivados del proceso, tanto desde la perspectiva técnico-profesional como desde la visión del usuario final, con el propósito de orientar mejoras continuas en la aplicación de la pintura fotoluminiscente.

Dichos beneficios se sustentan en la optimización de las técnicas de recubrimiento, con énfasis particular en el sistema de aplicación objeto de este estudio, sentando así las bases para proyecciones de mejora y perfeccionamiento del proceso en futuras investigaciones o implementaciones industriales.

3.3 Tipos de estudios aplicados en la investigación

Para realizar la presente investigación se aplicaron diferentes tipos de estudio entre ellos tenemos la investigación descriptiva, bibliográfica y de campo.

3.3.1 Investigación descriptiva

El enfoque descriptivo se incorpora en la presente investigación dado que permite documentar y caracterizar con precisión cada una de las etapas que conforman el proceso de aplicación combinada de hidro impresión y pintura fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz. Este enfoque facilita además la identificación de posibles errores técnicos durante la ejecución del proceso, así como el planteamiento de estrategias concretas para su corrección, considerando variables críticas como los tiempos operativos y los reprocesos innecesarios que, desde una perspectiva de eficiencia técnica y rentabilidad, representan un impacto negativo para cualquier taller de pintura automotriz.

3.3.2 Investigación bibliográfica

La investigación de tipo documental o bibliográfica se utilizó para la recopilación de datos muy relevantes de diferentes fuentes que están relacionadas al tema de la pintura automotriz y de forma particular la de tipo fotoluminiscente, para ellos nos servimos de textos especializados, obras enciclopédicas, publicaciones periódicas científicas, manuales técnicos y recursos digitales en línea, con el objetivo de tener varias fuentes confiables que

nos ayuden a mejorar la descripción de varios conceptos y entender mejor su aplicación.

3.3.3 Investigación de campo

Para el desarrollo del marco teórico y conceptual del presente proyecto, se empleó la investigación de tipo documental y bibliográfica como herramienta fundamental para la recopilación de información relevante vinculada a los procesos de hidro impresión y pintura fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz. Con este propósito, se consultaron diversas fuentes de carácter científico y técnico, entre las que se incluyen textos especializados, obras enciclopédicas, publicaciones periódicas científicas, manuales técnicos y recursos digitales en línea, con el objetivo de consolidar un sustento teórico sólido, confiable y multifuente que contribuya a la descripción precisa de los conceptos abordados y a la comprensión integral de su aplicación práctica en el contexto automotriz.

3.4 Preparación del elemento a ser pintado

Antes de realizar la aplicación de la combinación de la pintura fotoluminiscente y el sistema hidro impresión se debe realizar la limpieza del elemento, al ser un elemento plástico se puede aplicar agua para su limpieza inicial, debemos asegurarnos que no existan residuos de ningún tipo como el polvo, grasa o cualquier otro tipo de impurezas.

De ser necesario se debe aplicar proceso de masillado y lijado para corregir algún tipo de imperfección; para este proceso no fue necesario aplicar el proceso de masillado, solo se requirió limpieza con agua y el posterior secado, en esta casos e aplicara en la protección lateral de una motocicleta.

Figura 10

Elemento a ser pintado



3.5 Preparación de la pintura fotoluminiscente

Para realizar la preparación de la pintura fotoluminiscente se debe considerar que la pintura inicialmente se encuentra en estado sólido, es decir en polvo, para ello se debe seguir los siguientes pasos que a continuación se detalla:

1. Al tener el elemento a ser pintado libre de impurezas e imperfecciones en primer lugar se realiza la aplicación del adherente plástico, también conocido como promotor de adherencia, esta aplicación servirá para promover la adherencia de la pintura en el plástico, es decir promueve la apertura de los poros en los plásticos, el promotor se o adherente se debe preparar en relación de 2:1, es decir dos partes de fondo y una de diluyente PU, ver figura 11.

Figura 11

Aplicación de adherente plástico



2. Luego de la aplicación de adherente para plásticos se debe esperar entre 15 y 20 minutos para que se realice el secado de forma apropiada y alcanzar el objetivo de promover la adherencia del fondo y luego de la pintura; se debe aplicar una lija 1000 y la limpieza con un paño apropiado.
3. Luego se procede a preparar el fondo apropiado para pintura automotriz, para este caso se recomienda utilizar fondo de tonalidad clara, esto con la finalidad de

alcanzar una visualización apropiada; el fondo se lo prepara en proporción de 2:1, es decir dos medidas de fondo y una medida de diluyente de tipo PU, ver figura 12.

Figura 12

Preparación del fondo de uso automotriz



4. Luego se procede a la aplicación del fondo de tipo automotriz, para la aplicación se debe considerar que la presión del compresor debe estar de forma ideal en ,los 30 PSI a en valores cercanos, esto con la finalidad de alcanzar un acabado de alta calidad, además con esta acción se logrará evitar impurezas del propio fondo o que se formen los conocidos “brumos”; también se debe considerar que la aplicación se debe aplicar de manera uniforme en todo el elemento, para ello también se debe considerar la velocidad de aplicación, la distancia que para este caso esta entre los 12 cm y 15 cm de distancia, además de la regulación de la presión de aire y la regulación de la salida del liquido o fondo, todo esto se visualiza en la figura 13.

Figura 13

Aplicación del fondo de uso automotriz



5. Luego se deja secar por un tiempo de entre 20 y 25 minutos para alcanzar un secado apropiado, seguido se procede a realizar un análisis del elemento pintado y verificar que el acabado sea el apropiado, en este caso se pudo verificar que existen ciertas imperfecciones y se procedió a aplicar una lija de gramaje 100, luego se realiza la limpieza necesaria con un paño especial para pintura automotriz, ver figura 14.

Figura 14

Aplicación del fondo de uso automotriz



6. Después de realizar el respectivo lijado y limpieza se procedió a la aplicación de una segunda mano de fondo con el objetivo de mejorar su aspecto, debido a que se observó algunas fallas en la primera mano de aplicación, luego se ser aplicada la segunda mano se procedo nuevamente a realizar el procedimiento de limpieza y lijado como se detalló en el punto anterior, luego se pudo comprobar que no existía imperfecciones y se utilizó la pistola de calor para mejorar el secado del elemento pintado, ver figura 15.

Figura 15

Aplicación de la pistola de calor para el secado



7. Una vez que se ha realizado la aplicación del promotor adherente plástico y el fondo en la chapa plástica se procede a la preparación de la pintura fotoluminiscente, para este caso también se aplica la proporción de 1:1, se debe recordar que la pintura inicialmente se encuentra en estado sólido o en polvo, para ello se preparó 2 gramos de pintura con 2 gramos de resina, para ello se utilizo un abalanza, ver figura 16.

Figura 16

Preparación de la pintura fotoluminiscente



8. La mezcla se la debe realizar de tal forma que al final debe quedar una sustancia homogénea, para este caso se alcanzará un tono verde muy intenso, la mezcla se debe empezar desde el centro hacia fuera y de forma circular, esto con el objetivo de alcanzar un mezclado de calidad, ver figura 17, luego se procede a su aplicación

Figura 17

Mezcla de la pintura fotoluminiscente



9. Luego que se ha realizado la aplicación de la pintura fotoluminiscente se procede a la preparación del sistema de hidro impresión, para lo cual se procede a utilizar una tina que es ideal para este tipo de trabajo, ver figura 18, también se eligió la lámina correspondiente para realizar la hidro impresión y se procedió a ubicar la lámina correspondiente en la tina.

Figura 18

Ubicación de la lámina en la tina de agua



10. Luego se procede a la aplicación del activador en la sobre la lámina que esta flotando en la tina con agua, esto hace que se realice el desprendimiento del estampado y se pueda realizad la adherencia correspondiente en la chapa plástica, ver figura 19.

Figura 19

Aplicación del activador para la lámina



11. Luego se procede a la inmersión de chapa plástica, se la debe realizar aplicando un ángulo de 45 grados, para este caso es el ideal debido a que la chapa es de dimensiones pequeñas y no requiere un ángulo de mayor o menor inclinación; es importante destacar que al final de la inmersión se debe realizar movimientos circulares para que los residuos de la lámina se alejen de la chapa y no se adhieran a la misma, luego de ello se puede visualizar el acabado final en la figura 20.

Figura 20

Aspecto final de la chapa plástica



Capítulo IV

Análisis de resultados

En el presente capítulo se desarrolla, de manera secuencial y detallada, el análisis de los datos obtenidos durante la fase experimental correspondiente a la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica aplicados en accesorios plásticos de uso automotriz. La información se presenta de forma organizada, con una estructura lógica y progresiva, con el propósito de facilitar la comprensión tanto del proceso aplicado como de los resultados alcanzados.

Los resultados se exponen mediante descripciones técnicas e imágenes que permiten evidenciar de manera clara el comportamiento de la pintura fotoluminiscente combinada con el sistema de impresión hidrográfica sobre el sustrato plástico, considerando para ello diversas condiciones de evaluación, entre las que se destacan la intensidad de luminiscencia a la que fue expuesta la pieza, el tiempo de persistencia del brillo posterior a la carga energética, la adherencia lograda entre ambos métodos aplicados sobre la superficie plástica, y la resistencia del recubrimiento combinado frente a factores externos que puedan provocar su degradación.

Este análisis constituye el fundamento teórico que permite confirmar o refutar las hipótesis planteadas al inicio de la presente investigación, y sustenta además la formulación de conclusiones relacionadas con la viabilidad técnica y la efectividad que resulta de combinar los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en elementos plásticos destinados al sector automotriz.

El procesamiento de los datos experimentales se realizó comparando los tiempos registrados con los parámetros de referencia identificados en la revisión de literatura relacionada con la pintura automotriz, la impresión hidrográfica y, de manera particular, la pintura fotoluminiscente. Se consideraron variables asociadas al rendimiento lumínico en función del tiempo de carga de la pintura, así como la degradación que puede presentarse frente a condiciones ambientales adversas tales como polvo, gravilla, lodo, humedad,

temperaturas elevadas y radiación ultravioleta, factores especialmente relevantes dado el sustrato plástico de los accesorios evaluados.

De igual manera, se analiza el tiempo requerido para la aplicación combinada de la pintura fotoluminiscente y la hidro impresión; los datos obtenidos se interpretaron en función de las condiciones específicas bajo las cuales fueron registrados, lo que permitió identificar patrones de comportamiento, tendencias de desempeño y anomalías que contribuyen a una comprensión precisa del recubrimiento combinado, tanto en condiciones controladas de laboratorio como en escenarios de aplicación práctica.

Estos resultados permiten establecer comparaciones objetivas con otros métodos de aplicación de pintura automotriz, evaluando además el desempeño conjunto de los procesos combinados planteados en esta investigación. Adicionalmente, el análisis incorpora criterios técnicos y prácticos que aportan evidencia empírica, la cual respalda las recomendaciones para la aplicación óptima de esta combinación de procesos en accesorios plásticos automotrices, así como su eventual aplicabilidad en otras industrias de interés.

Finalmente, se incorporan resultados desde una perspectiva tanto cualitativa como cuantitativa, lo que enriquece la comprensión del fenómeno de la fotoluminiscencia combinada con la hidro impresión, métodos que han sido poco estudiados y aplicados en nuestro medio. Cabe destacar que, además del beneficio funcional de protección y recubrimiento que ofrece la pintura, esta combinación aporta un importante valor decorativo, aspecto de gran relevancia para las preferencias estéticas de los clientes. Por ello, este estudio sienta un precedente y establece las bases para futuras líneas de investigación en el campo de los recubrimientos funcionales y decorativos aplicados sobre superficies plásticas en la industria automotriz, los resultados se pueden visualizar en la figura 21.

4.1 Análisis de datos obtenidos

Se evidencia que el tiempo empleado en el desarrollo del proyecto resulta considerablemente mayor en comparación con la aplicación de un sistema de pintura tradicional, particularmente en lo relacionado con la preparación de la pintura de tipo

fotoluminiscente. Este mayor tiempo se explica por la secuencia de actividades requeridas: en primer lugar, la preparación del promotor de adherencia; posteriormente, la aplicación del fondo; y finalmente, la preparación de la pintura fotoluminiscente, la cual se suministra inicialmente en forma de polvo y debe ser mezclada hasta alcanzar una estructura homogénea.

Figura 21

Aspecto final de la chapa plástica



Una vez concluido este proceso, es necesario verificar que la pieza plástica no presente imperfecciones antes de continuar con la preparación del sistema de hidro impresión, el cual implica el llenado de la tina con agua, la ubicación de la lámina de impresión sobre la superficie del agua, la aplicación del catalizador correspondiente y, finalmente, la inmersión de la pieza plástica. Para culminar el proceso, se procede al secado de la pieza y a la aplicación del acabado brillante.

La totalidad de este proceso combinado tuvo una duración de seis horas, en contraste con el sistema de pintura tradicional, cuya aplicación requiere un máximo de tres horas; es decir, el tiempo de proceso se duplicó.

Es importante destacar que, para el presente caso, la pieza plástica utilizada en la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica no presentó daños que requirieran reparación previa, por lo que no fue necesario aplicar procesos de enderezado ni de masillado. De haber sido necesario, el tiempo total empleado en ambos procesos se habría incrementado de forma adicional.

Se logró alcanzar el objetivo planteado de combinar ambos métodos de recubrimiento la pintura fotoluminiscente y la impresión hidrográfica sobre la pieza plástica de uso automotriz, ejecutando además de manera satisfactoria el proceso de carga energética del sistema fotoluminiscente.

Finalmente, se evidencia el resultado obtenido tras la combinación de los procesos previamente descritos. Cabe resaltar que la inversión realizada para el desarrollo del presente proyecto fue de 320 dólares, mientras que, de acuerdo con la cotización efectuada para un sistema de pintura convencional de alta calidad, como el sistema PPG, la inversión requerida sería de aproximadamente 90 dólares. Esto representa una diferencia de costo cercana a 3,5 veces menor en comparación con el sistema combinado propuesto

Conclusiones

Se recopiló la información técnica relacionada con los procesos de pintura de hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos automotrices, lo que permitió esclarecer los conceptos teóricos necesarios para comprender ambos métodos y su compatibilidad.

Se detalló el proceso de combinación de la pintura de hidro impresión por inmersión y fotoluminiscente en accesorios plásticos automotrices, obteniendo una secuencia metodológica clara que permite alcanzar un acabado de calidad óptima.

Se determinó que la aplicación del proceso combinado tarda seis horas, frente a las tres horas que requiere un sistema de pintura tradicional, es decir, el doble de tiempo.

Se logró combinar exitosamente los procesos de pintura fotoluminiscente e hidro impresión en accesorios plásticos automotrices, con una inversión de 320 dólares, frente a los 90 dólares del sistema convencional tipo PPG, aproximadamente 3,5 veces mayor. Pese al mayor costo y tiempo, el sistema combinado ofrece mejor calidad, protección y valor agregado como señalización visual en condiciones de baja luminosidad.

Recomendaciones

Se recomienda adoptar las previsiones adecuadas en cuanto a la limpieza y preparación de la superficie plástica previamente a la aplicación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica, con el propósito de evitar la presencia de residuos contaminantes que puedan incidir negativamente en la calidad y presentación del acabado final del accesorio automotriz.

Asimismo, se recomienda emplear una base o fondo de color de baja intensidad o de tonalidades claras, dado que esta condición favorece el desempeño del acabado final al incrementar la reflectividad de la superficie tratada, esto permite que el recubrimiento fotoluminiscente absorba, refleje y emita la luz de manera más eficiente, optimizando así el efecto luminiscente en combinación con el diseño obtenido mediante la impresión hidrográfica.

Se recomienda, además, planificar adecuadamente los tiempos de producción al emplear este sistema combinado, considerando que su tiempo de aplicación duplica al de un sistema de pintura tradicional, con el fin de ajustar los procesos productivos y evitar retrasos innecesarios en los tiempos de entrega.

Se recomienda destinar la aplicación de este sistema combinado a accesorios y piezas plásticas automotrices que requieran cumplir funciones de señalización o advertencia visual en condiciones de baja luminosidad. Esto se sustenta en que, además de su función de seguridad, el sistema aporta efectos lumínicos y estéticos que contribuyen a otorgar un valor agregado de modernidad y diferenciación al vehículo.

Bibliografía

- Academy. (2023). Obtenido de <https://academy.sinnek.com/ventajas-pintura-al-agua-para-coche/>
- Admin.Idaoffice. (2024). Obtenido de <https://admin.idaoffice.org/wp-content/uploads/2019/02/1-es-2.png>
- Autocosmos. (2025). Obtenido de <https://noticias.autocosmos.com.co/2022/05/31/pintura-fluorescente-solucion-para-elevar-la-seguridad-en-las-carreteras>
- Autosyautopartes. (2024). Obtenido de <https://www.autosyautopartes.com/hidrografia-automotriz-como-funciona/>
- Axalta. (2023). Obtenido de https://www.axalta.com/blog_mx/es_ES/repintado-automotriz/proceso-repintado/como-aplicar-correctamente-pintura-base-agua-en-un-auto.html
- Bossauto. (2025). Obtenido de <https://www.bossauto.com/media/images/productos/mid/9/100322-bossauto-kit-delantal.jpg>
- Brillonativo. (2026). Obtenido de https://brillonativo.cl/products/lamina-de-hidroimpresion-diseno-fibra-de-carbono?srltid=AfmBOoq5x9Vk3e7T_f-Q1RMTFT9fhGSnh1KN7vMTK8i1I7Dt09bjeA9S
- Britannica. (2024). Obtenido de https://www.britannica.com/technology/paint?utm_source=chatgpt.com
- Cañada, M., & Royo, R. (2016). *Termografía Infrarroja. Nivel II*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Cuttingedgeref. (2025). Obtenido de <https://www.cuttingedgeref.com/glow-in-the-dark-paint-for-cars/>
- Directindustry. (2024). Obtenido de <https://guide.directindustry.com/es/que-calzado-de-seguridad-elegir/>

- Dmltech. (2025). Obtenido de https://www.dmltech.com.ec/vm-20-gafas-de-seguridad/?srsltid=AfmBOoqne-s5TYrL-xhb_HxLeEblUBS5_3ry75elvlIOle
- Elchapista. (2025). Obtenido de https://www.elchapista.com/pintura_para_coches.html
- epsservicioautomotriz. (2023). *epsservicioautomotriz*. Obtenido de [epsservicioautomotriz: https://www.epsservicioautomotriz.com/single-post/todo-lo-que-debes-saber-sobre-la-pintura-de-tu-auto](https://www.epsservicioautomotriz.com/single-post/todo-lo-que-debes-saber-sobre-la-pintura-de-tu-auto)
- Jiménez, J., Navarro, J., Morales, T., Casado, E., & García, J. (2018). *Preparación de Superficies*. Paraninfo.
- Landecolor. (2025). Obtenido de <https://landecolor.com/pintura-fotoluminiscente/>
- Locitite, T. (2023). Obtenido de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/sintomas-de-inyectores-sucios-y-prevencion-de-averias-relacionadas>
- Mitsubishi-motors. (2021). Obtenido de <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/que-es-carroceria-auto/>
- Parks, D. (2019). *Manual de reparación de Carrocería y Pintura Automotriz*. Limusa.
- Pinturasunidas. (2025). Obtenido de <https://www.pinturasunidas.com/wp-content/uploads/2021/06/Pintura-Fotoluminiscente.pdf>
- Pruebaderuta. (2023). Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/pintura-automotriz-conceptos-generales.php>
- Santiago, S. (2023). *Santiago, Soluciones*. Obtenido de Santiago, Soluciones: <https://santiagosolucion.com/inyectores-fallas-comunes-y-como-detectarlas/>
- Segutecnica. (2024). Obtenido de <https://www.segutecnica.com/3m-protector-auditivo-peltor-optime-i-h510a-orejeras-de-vincha-snr27-61317---det--003700>
- Sinovinyl. (2024). Obtenido de <https://es.sinovinyl.com/noticias/tpu-ppf-repara-automaticamente-la-película-de-protección-de-pintura/>
- TOPDON. (2023). Obtenido de TOPDON: https://m.topdon.com/diagnostic_detail.html?name=Phoenix%20Lite%202
- Watertransferprinting. (2024). Obtenido de <https://watertransferprinting.com/es/hidro-inmersion-la-guia-definitiva/>

zonadepinturas. (2022). Obtenido de <https://www.zonadepinturas.com/mas-a-fondo/pinturas-y-recubrimientos/7282-pintura-en-polvo-reciclada.html>

