



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

Fotoluminiscente e Impresión Hidrográfica en Accesorios

Metálicos Automotrices

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

Ingeniero Automotriz

Autor: Luzuriaga Torres Fred Alexander

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 Fotoluminiscente e Impresión Hidrográfica en Accesorios Metálicos Automotrices realizado por Luzuriaga Torres Fred Alexander 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.

Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote. M.S.c

Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Luzuriaga Torres Fred Alexander 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: Luzuriaga Torres Fred Alexander

C.I.: 1105650939

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado especialmente a mis padres y a mi hermana, quienes me han brindado su apoyo incondicional y han sido un parte en mi proceso personal y académico, motivándome constantemente a crecer y ser una mejor persona. Asimismo, dedico este logro a los ingenieros que, a lo largo de mi formación académica, compartieron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo al desarrollo de las habilidades necesarias para hacer posible la realización de este trabajo. Finalmente, a mis amistades, quienes han estado presentes durante este proceso, brindándome su apoyo, motivación y compañía en cada etapa de este camino académico.

Agradecimientos

Agradezco principal a mi Dios por brindarme salud y vida, permitiendo finalizar mi trabajo de tesis, a mis padres por sus consejos, apoyo en esta etapa de mi vida, a mi hermana por brindarme inspiración académica, por ser un ejemplo de estudio y superación, a la institución por su trabajo y compromiso, brindándome la oportunidad de formarme como Ingeniero Automotriz, logrando una meta planteada desde muy pequeño. Ahora se está cumpliendo este sueño de ser ingeniero.

Finalmente, agradezco a mis amistades que estuvieron presente a lo largo de este camino y que, de una u otra forma, aportaron con palabras de ánimo, un consejo o su compañía. Cada experiencia vivida durante esta etapa ha sido parte importante para poder llegar hasta aquí.

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	VI
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	5
1.3. Sistematización del problema	6
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Justificación y delimitación de la investigación	6
1.5.1. Justificación teórica.....	7
1.5.2. Justificación metodológica	7
1.5.3. Justificación práctica.....	8
1.5.4. Delimitación temporal.....	8
1.5.5. Delimitación geográfica.....	9
1.5.6. Delimitación del contenido.....	9

1.6.	Alcance.....	9
	Capítulo II.....	11
	Marco de referencia.....	11
2.3	Componentes de la pintura automotriz.....	13
2.4	Componentes químicos de la pintura automotriz.....	14
2.5	Descripción de Impresión Hidrográfica en Chapas Metálicas Automotrices..	18
2.6	Descripción de pintura fotoluminiscente.....	21
2.7	Aplicación de la Pintura Luminiscente en Automóviles	23
	Capítulo III.....	25
	Metodología.....	25
3.1	Descripción de los equipos de protección personal a ser utilizados	25
3.2	Tipos de estudios aplicados en la investigación	29
3.2.1	<i>Investigación descriptiva</i>	29
3.2.2	<i>Investigación bibliográfica</i>	30
3.2.3	<i>Investigación de campo</i>	30
3.4	Preparativo de la chapa metálica a ser pintada	31
3.3	Proceso de aplicación de la combinación de métodos.....	32
	Capítulo IV	39
	Análisis de resultados.....	39
4.1	Análisis de datos obtenidos	40
	Conclusiones	43
	Recomendaciones	44
	Bibliografía	45

Índice de Figuras

Figura 1 Elementos Generales de la Pintura Automotriz	15
Figura 2 Resinas de la Pintura Automotriz	15
Figura 3 Pigmentos de la Pintura Automotriz	16
Figura 4 Solvente de la Pintura Automotriz	17
Figura 5 Aditivos de la Pintura Automotriz	18
Figura 6 Lámina Utilizadas en la Hidro Impresión	19
Figura 7 Lámina Utilizadas en la Hidro Impresión	20
Figura 8 Elementos Metálicos con Hidro Impresión	20
Figura 9 Aplicación de la Pintura Fotoluminiscente	21
Figura 10 Aplicación de la Pintura Fotoluminiscente	22
Figura 11 Guantes de protección	26
Figura 12 Gafas de protección	27
Figura 13 Protección auditiva	27
Figura 14 Protección respiratoria.....	28
Figura 15 Protección respiratoria.....	29
Figura 16 Overol para pintura automotriz.....	30
Figura 17 Limpieza de la chapa metálica	31
Figura 18 Elementos utilizados en el proyecto.....	32
Figura 19 Aplicación del catalizador	33
Figura 20 Aplicación del fondo	33
Figura 21 Aplicación de la pistola de calor	34
Figura 22 Preparación de la pintura fotoluminiscente	35
Figura 23 Aplicación de la pintura fotoluminiscente	35
Figura 24 Inmersión de lámina en la tina de agua	36
Figura 25 Aplicación del activador en el sistema de hidroimpresión	36
Figura 26 Inmersión de la chapa metálica	37
Figura 27 Chapa metálica con la hidroimpresión ya realizada	37

Figura 28 Aplicación del brillo en la chapa metálica	38
Figura 29 Carga de la pintura fotoluminiscente	38
Figura 30 Aplicación luz incandescente para carga de chapa metálica	41
Figura 31 Resultado final de la combinación de procesos	42

Resumen

En el proyecto presentado se aborda la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica aplicados sobre accesorios metálicos de uso automotriz, planteada como una alternativa innovadora frente a los métodos convencionales de recubrimiento empleados en la industria automotriz; es importante señalar que la aplicación de este sistema combinado en superficies metálicas destaca las diferencias con los procedimientos tradicionales de pintura, considerando la preparación de la pieza y aplicación sobre la superficie. Dentro del desarrollo del estudio se detallan los factores externos que inciden en la calidad del acabado, entre los cuales se destaca el adecuado mantenimiento del compresor de aire, elemento que contribuye a garantizar la pureza del pulverizado, así como la correcta preparación previa de la superficie metálica. Como parte de los resultados obtenidos, se determinó que la implementación del sistema combinado de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica representa una inversión de 310 dólares, en contraste con los 90 dólares que demanda el sistema convencional de recubrimiento, lo que equivale a una diferencia del 70,97% entre ambas alternativas. No obstante esta diferencia económica, se estableció que el sistema combinado ofrece una calidad de acabado superior y una mayor protección para el accesorio metálico, además de aportar un valor funcional adicional al servir como elemento de señalización visual en condiciones de baja luminosidad. Los hallazgos obtenidos sientan además las bases para futuras investigaciones orientadas a optimizar la relación costo-beneficio de este tipo de recubrimientos funcionales aplicados sobre superficies metálicas en el sector automotriz.

Palabras Clave: Fotoluminiscente, metálicas, hidro impresión.

Abstract

This project addresses the combination of photoluminescent painting and hydrographic printing processes applied to automotive metal accessories, presented as an innovative alternative to conventional coating methods used in the automotive industry. It is important to note that the application of this combined system to metal surfaces highlights the differences compared to traditional painting procedures, considering both the preparation of the part and the application process. The study details the external factors that influence the quality of the finish, including the proper maintenance of the air compressor, which contributes to ensuring the purity of the spray, as well as the correct preparation of the metal surface. Among the results obtained, it was determined that the implementation of the combined photoluminescent painting and hydrographic printing system represents an investment of \$310, compared to \$90 for the conventional coating system, equivalent to a 70.97% difference between the two alternatives. Despite this economic difference, it was established that the combined system offers superior finish quality and greater protection for the metal accessory, in addition to providing added functional value by serving as a visual signaling element in low-light conditions. The findings also lay the groundwork for future research aimed at optimizing the cost-benefit ratio of this type of functional coating applied to metal surfaces in the automotive sector.

Keywords: Photoluminescent, metal, hydrographics.

Introducción

El presente documento se estructura en cuatro capítulos, a través de los cuales se desarrolla de manera integral el tema relacionado con la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica aplicados en accesorios metálicos de uso automotriz. En el primer capítulo se aborda todo lo concerniente al problema de investigación, donde se expone la problemática asociada a los procesos de recubrimiento automotriz, así como el planteamiento, la formulación y la sistematización del problema identificado. De igual manera, se establece el objetivo general y específicos de la investigación, vinculados directamente con la temática planteada. Adicionalmente, se presenta la justificación e importancia de la investigación, detallando de manera particular las justificaciones teórica, metodológica y práctica que sustentan el trabajo, para finalmente delimitar el estudio en sus dimensiones temporal, geográfica y de contenido.

En el segundo capítulo se exponen los conceptos fundamentales que guardan relación directa e indirecta con el tema de investigación planteado. Para ello, se llevó a cabo una recopilación bibliográfica y documental que permitió sustentar teóricamente el estudio y facilitar una mejor comprensión del fenómeno analizado. Por su parte, en el tercer capítulo se detalla el proceso, desarrollo y secuencia metodológica correspondiente a la aplicación combinada de la pintura fotoluminiscente y la impresión hidrográfica sobre accesorios metálicos automotrices.

Finalmente, en el cuarto capítulo se presenta el análisis de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación desarrollada; como parte de este análisis, se determinó que la implementación del sistema combinado implica una inversión de 310 dólares, en comparación con los 90 dólares que requiere el sistema convencional, evidenciando una diferencia significativa entre ambas alternativas de recubrimiento. Para cerrar el documento, se exponen 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 fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices.

1.2. Planteamiento, formulación y sistematización del problema

Actualmente, el tema de la personalización de los componentes metálicos de los automóviles aplicando procesos tradicionales o convencionales se tornan en algunos casos muy laboriosos y esforzados, los cuales se deben adicionar temas como la preparación de las superficies, lijado de las piezas, aplicación de masillas y finalmente el tema de la pintura.

Generalmente se aplican sistemas neumáticos donde se utilizan compresores que generan alta presión, para su utilización se deben utilizar sistema de cañerías que se deben instalar en todo el contorno del taller mecánico, además de la utilización y aplicación de cabinas de pintura actualmente se utilizan elementos térmicos como los hornos de pintura, hay que destacar que utilizar estos elementos generan incrementos de costos operativos; se debe destacar que al utilizar este método se generan compuestos orgánicos contaminantes que adicionalmente pueden ocasionar problemas de salud.

Actualmente se está aplicando métodos pocos convencionales o conocidos tales como la fotoluminiscencia y la impresión hidrográfica que se la utiliza como un proceso nuevo que se considera como alternativa innovadora que optimiza considerablemente los tiempos de aplicación y amplía las posibilidades de personalización.

Se resalta el hecho que la aplicación de pigmentos fotoluminiscentes añade funcionalidad adicional de seguridad pasiva mediante la emisión de luz en condiciones de oscuridad, además que la impresión hidrográfica se la emplea para alcanzar el revestimiento de elementos metálicos con estampados de gran complejidad, pudiendo aplicarse en superficies irregulares complejas y se lo puede hacer de forma eficiente; es por eso que en la industria del automóvil la demanda de embellecimiento de la carrocería va en aumento.

1.2.1. Planteamiento del problema

Los talleres que se dedican al tema de pintura automotriz aplican sistema de presurizados como método tradicional para pintar los automóviles; al utilizar este sistema se presentan problemas en el tema de mantener las presiones ideales y estables por periodos alargados, esto genera un mayor consumo de energía en el tema de operatividad de los equipos.

La aplicación de recubrimientos en la reparación y personalización de componentes automotrices requiere la implementación de técnicas especializadas orientadas a garantizar acabados de alta calidad. En un entorno altamente competitivo, los talleres de pintura automotriz deben asegurar estándares superiores en sus procesos, lo que contribuye al fortalecimiento de su posicionamiento en el mercado, al incremento de la rentabilidad y a la consolidación de su reputación profesional.

La calidad del acabado superficial influye directamente en la percepción y satisfacción del cliente, ya que un trabajo técnicamente bien ejecutado genera confianza y favorece la fidelización hacia el establecimiento y su personal especializado. En este contexto, la incorporación de tecnologías innovadoras, como la integración de la hidroimpresión con recubrimientos fotoluminiscentes, representa una estrategia diferenciadora que permite ampliar las posibilidades estéticas y funcionales en los componentes automotrices.

Por consiguiente, resulta necesario adoptar metodologías que integren avances tecnológicos capaces de optimizar los procesos de aplicación de acabados, reducir costos operativos y mejorar la eficiencia productiva.

La combinación de hidroimpresión con propiedades fotoluminiscentes constituye una alternativa tecnológica que ofrece beneficios tanto estéticos como de seguridad, contribuyendo al desarrollo de soluciones innovadoras dentro del sector automotriz.

1.2.2. Formulación del problema

¿Cómo se puede realizar la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices?

1.3. Sistematización del problema

¿Se podrá aplicar la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices?

¿Se podrá recopilar información acerca de la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices?

¿Cómo se puede realizar la evaluación del proceso de la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices?

¿Cómo podremos comparar los tiempos de aplicación de la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Combinar los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices.

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 hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz.
- Determinar el tiempo que tarda la aplicación el proceso de combinación de la pintura hidro impresión y fotoluminiscente en accesorios plásticos de uso automotriz.

1.5. Justificación y delimitación de la investigación

Con la finalidad de alcanzar una descripción apropiada con el tema de las bases que sustentan la investigación que se presenta se procede 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 investigación que se presenta se fundamenta de forma teórica por medio de la compilación laboriosa de la literatura que se enfoca en los procesos relacionados a la fotoluminiscencia y la combinación con la impresión hidrográfica, cubriendo y abarcando los principios fisicoquímicos, las ventajas y desventajas de operación de los componentes metálicos de los automóviles.

También se incorporan varios criterios técnicos normalizados y relacionados con la industria automotriz; estos temas hacen referencias al uso de tecnología combinada de procesos decorativos y sistematizados; por medio 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

Para optimizar el proceso combinado de fotoluminiscencia y la combinación con la impresión hidrográfica en elementos metálicos automotrices, se necesita alcanzar la implementación de las metodologías experimentales y controladas, las cuales permiten la identificación y el ajuste de los parámetros críticos involucrados en la transferencia del patrón decorativo y en la deposición de la capa fotoluminiscente.

Por medio de las pruebas sistemáticas, se alcanzará la evaluación con eficiencia de esta combinación de tipo híbrida en la reducción de tiempos de producción y costos operativos frente a los métodos convencionales de acabado superficial.

También, se analizarán los parámetros funcionales del recubrimiento fotoluminiscente, particularmente en términos de visibilidad y contribución a la seguridad pasiva de los componentes automotrices.

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 pintura fotoluminiscente en combinación con la impresión hidrográfica en elementos metálicos automotrices, desde la fase de presentación, aprobación, desarrollo teórico y práctico se desarrollaría desde el mes de marzo 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 trabajo presentado en el primer capítulo se presenta lo relacionado al planteamiento, formulación y sistematización del problema de investigación, estableciendo el contexto que sustenta el estudio sobre la aplicación combinada de hidroimpresión y recubrimientos fotoluminiscentes. Asimismo, se definen el objetivo general y los objetivos específicos, junto con las justificaciones teórica, práctica y metodológica que respaldan la relevancia del proyecto, además de las delimitaciones espaciales, temporales y temáticas correspondientes.

Posteriormente, se desarrolla el marco referencial mediante una revisión de literatura especializada que permite construir el marco teórico del estudio. En este apartado se abordan los fundamentos conceptuales y técnicos relacionados con las variables principales de la investigación, incluyendo los procesos de hidroimpresión, las propiedades de los recubrimientos fotoluminiscentes y su aplicación en componentes plásticos automotrices, lo que sustenta la viabilidad de la tecnología propuesta.

Finalmente, se expone el diseño metodológico de la investigación, en el cual se describen los métodos y técnicas aplicados en el estudio experimental. Se incluye la operacionalización de variables, los instrumentos de recolección de datos, la determinación de la muestra experimental y los procedimientos de medición y análisis. Este apartado se complementa con un cronograma de actividades y un presupuesto que contempla los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.

1.6. Alcance

El proyecto presentado es investigativo, aquí se realiza una indagación del tema presentado, es decir la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión

hidrográfica en accesorios metálicos automotrices, en este alcance se insta a detallar la metodología que resulte de forma más idónea para desarrollar la aplicación apropiada de la combinación de la pintura fotoluminiscente e hidro impresión, para ello se utiliza el equipo oportuno para lograr el embellecimiento de forma apropiada de la carrocería automotriz.

En la parte conceptual, se resalta que la investigación se inició con la investigación que se relaciona a la aplicación de los diversos tipos de pintura que se aplican en los automóviles y resaltando que tiene un énfasis especial en las pinturas de tipo fotoluminiscente y la hidro impresión en accesorios y chapas metálicas de uso automotrices.

Finalmente se puede destacar que al momento de finalizar el proyecto se establece una alternativa que permita determinar si la combinación entre los tipos de pinturas entre la fotoluminiscente y la hidro impresión en accesorios y chapas metálicas de uso automotrices para el embellecimiento es aplicable para ser aplicada al sector automotriz.

Capítulo II

Marco de referencia

Para alcanzar la finalidad de asegurar de forma precisa y adecuada la comprensión de los temas técnicos y científicos de la investigación presentada, se instaura la definición de diversos términos y definiciones que se especializan en temas relacionados que se plasman a largo del documento. Los conceptos, se vinculan de forma directa a los procesos de hidroimpresión con recubrimientos fotoluminiscentes, las propiedades de los materiales metálicos de uso automotriz; los parámetros de calidad de acabado permiten estructurar y contextualizar el análisis del estudio. Su delimitación facilita la interpretación coherente de los procedimientos experimentales, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas, garantizando precisión conceptual y rigor académico.

2.1 La Pintura Automotriz

El recubrimiento automotriz se define como un sistema multicapa aplicado sobre sustratos metálicos y poliméricos, que tras su proceso de curado forma una película sólida con adecuada adherencia superficial. Este sistema cumple funciones de protección fisicoquímica frente a agentes ambientales adversos, tales como radiación ultravioleta, humedad, variaciones térmicas, contaminantes y procesos de corrosión, así como de mejora estética mediante acabados personalizables que determinan la apariencia del vehículo (Britannica, 2024).

Adicionalmente, la capa de recubrimiento actúa como barrera frente a solicitudes mecánicas superficiales, incluyendo abrasión, impactos leves y rayado, contribuyendo a la conservación del valor funcional y comercial del automotor. Desde una perspectiva técnica, estos sistemas están diseñados para mitigar fenómenos de degradación como oxidación electroquímica, fotodegradación y pérdida de propiedades ópticas, mediante procesos de aplicación controlados que garantizan uniformidad, adherencia y durabilidad del acabado (Streitberger, 2023).

La eficacia del recubrimiento depende en gran medida de una adecuada preparación superficial, la cual debe asegurar la eliminación de contaminantes y la corrección de

imperfecciones derivadas de procesos de masillado y lijado (Axalta, 2023). Si bien estos sistemas presentan un componente estético relevante, su función principal radica en la protección anticorrosiva de los elementos metálicos, actuando como una barrera que inhibe la degradación electroquímica y prolonga la vida útil estructural del vehículo, siendo el aspecto decorativo un atributo secundario, (Pruebaderuta, 2023).

2.2 Pinturas utilizadas en los automóviles

Los diferentes tipos de pinturas de uso automotriz generalmente se clasifican por su composición química en sistema de una, dos o hasta tres capas, las formulaciones que la componen pueden contener diferentes tipos de resinas, acrílicos, poliuretanos y poliésteres, pigmentos, solventes y aditivos que se los incorpora para alcanzar la protección ante óxido y corrosión, acabado estético y un alto brillo.

Es por eso por lo que al momento de seleccionar el tipo de pintura a ser aplicado dependerá del uso especial que se le dé al vehículo, general y actualmente casi todas las pinturas se las aplica con la utilización del horno, a continuación, se detalla algunas de ellas:

La pintura acrílica; se presenta como la más utilizada en los procesos de pintura automotriz especialmente por su rápido secado y lo sencillo que resulta su aplicación, proporcionando un acabado de buen nivel con relación a brillo y la resistencia y posee la desventaja de tener baja resistencia ante los rayos UV, y de requerir un mantenimiento más frecuente para conservar sus propiedades estéticas y protectoras.

Pintura poliuretano, es u recubrimiento que se destaca por su gran resistencia y duración, por este motivo se la considera una opción adecuada para los propietarios de vehículos que desean resaltar el acabado final de alta calidad y que tenga la capacidad de mantenerse con el paso del tiempo y ser capaz de resistir condiciones ambientales muy exigentes, se resaltan las siguientes ventajas.

Posee una excelente resistencia frente a rayaduras y agentes químicos, larga vida útil y proporcionar un brillo uniforme e intenso, también se resalta las desventajas como por ejemplo que requiere un mayor tiempo de secado y que su aplicación es más compleja y demanda mayor control técnico.

Pintura metálica; es una aplicación más moderna que se utiliza en vehículos con colores de tipo metálico, generalmente se componen de escamas de aluminio en donde se refleja la luz sin tomar en cuenta el ángulo de visión, posee un excelente brillo, pero más elegante que el tipo perlado.

La pintura base agua se caracteriza por ser un sistema de carácter ecológico debido a que minimiza de forma muy significativa el uso de productos contaminantes como los aditivos o disolventes, también se garantiza gran producción de color y se ajustan a normas ambientales más exigentes convirtiéndola en una opción sostenible en el mercado del sector automotriz, la desventaja es que se debe utilizar equipos y técnicas especializadas, también posee un secado superior frente a todos los otros tipos de pintura automotriz.

2.3 Componentes de la pintura automotriz

En el ámbito automotriz, existe una amplia variedad de sistemas de pintura, que incluyen tanto recubrimientos de uso convencional como alternativas especializadas de menor aplicación. Estas últimas presentan una limitada difusión debido al desconocimiento del mercado y a la escasa disponibilidad de personal técnico y empresas capacitadas para su correcta implementación. A continuación, en la tabla 1 se describen los principales tipos de pinturas utilizados en el sector automotriz, (Streitberger, 2023).

Tabla 1

Tipos de Pinturas Aplicadas en el Automóvil

Tipo de pintura	Descripción técnica	Propiedades principales	Limitaciones / Aplicaciones
Acrílicas	Sistema tradicional basado en resinas acrílicas termoplásticas disueltas en solventes orgánicos, cuyo secado ocurre por evaporación del solvente.	Alto brillo inicial, fácil aplicación.	Menor resistencia química y mecánica; pérdida de brillo por exposición ambiental. Uso frecuente en restauración de vehículos clásicos.
Poliuretano (PU)	Sistema bicomponentes a base de resina epoxi por base pigmentada y aditivo de curado, que reacciona mediante polimerización formando una película termoestable.	Alta dureza, excelente resistencia química, mecánica y a la intemperie; gran adherencia y brillo duradero.	Requiere control técnico en la mezcla y aplicación. Uso estándar en la industria automotriz.

Base agua	Recubrimiento formulado con resinas dispersas en agua como solvente principal, diseñado para reducir emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC).	Bajo impacto ambiental, buena igualación de color, aplicación uniforme y control del secado.	Requiere condiciones controladas de temperatura y humedad, además de equipamiento especializado.
Sintéticas (alquídicas)	Sistema monocapa basado en resinas alquídicas modificadas, cuyo secado ocurre por oxidación en contacto con el oxígeno.	Bajo costo, buena adherencia y brillo aceptable.	Secado lento, menor durabilidad, amarillamiento y baja resistencia química. Uso en aplicaciones de menor exigencia técnica.
Bicapa	Sistema multicapa compuesto por una base de color con efectos y un barniz transparente protector, generalmente poliuretánico.	Alta calidad estética, mayor profundidad de color, excelente protección y facilidad de reparación.	Mayor complejidad de aplicación. Sistema predominante en acabados automotrices modernos.
Epóxicas	Recubrimientos bicomponentes formulados con resinas epoxi y endurecedores, utilizados principalmente como imprimaciones.	Alta adherencia, excelente resistencia anticorrosiva y capacidad de aplicación en altos espesores.	Uso principalmente como capa base o anticorrosiva, no como acabado final.
Efectos especiales	Sistemas formulados con pigmentos y aditivos que generan efectos visuales diferenciados (metalizados, perlados, nacarados, camaleón, mate).	Alto valor estético y diferenciación visual.	Mayor complejidad técnica y costo; aplicación especializada.

Nota: Adaptado de Streitberger (2023).

2.4 Componentes químicos de la pintura automotriz

Las pinturas o recubrimientos de tipo automotriz generalmente están compuestos por una parte química que se la define como el elemento que condiciona su comportamiento y desempeño al ser aplicados sobre sustratos metálicos o poliméricos. En términos generales, estos sistemas de pintura están constituidos por un conjunto de componentes fundamentales que determinan sus propiedades físicas, químicas y funcionales.

Adicionalmente se puede decir que los recubrimientos automotrices presentan una composición química estructurada que determina sus propiedades físicas, químicas y funcionales al ser aplicados sobre sustratos metálicos y poliméricos. Estos sistemas están

formulados a partir de diversos componentes que interactúan entre sí para garantizar la formación de una película continua, adherente y resistente a condiciones operativas y ambientales exigentes, ver figura 1.

Figura 1

Elementos Generales de la Pintura Automotriz



Fuente: (Elchapista, 2025)

El componente principal corresponde a las resinas o aglutinantes, las cuales constituyen la matriz polimérica del recubrimiento. Estas pueden ser de naturaleza acrílica, poliuretánica, epóxica o alquídica, y son responsables de la formación de la película, así como de propiedades clave como la adherencia, la resistencia mecánica y la durabilidad del sistema, ver figura 2, (Huamán, 2023).

Los pigmentos, por su parte, son partículas sólidas dispersas dentro de la matriz que aportan color, opacidad y, en ciertos casos, propiedades funcionales como protección frente a la radiación ultravioleta o comportamiento anticorrosivo. Dentro de esta categoría también se incluyen pigmentos de efecto, utilizados para generar acabados metalizados, perlados o nacarados, ver figura 3.

Figura 2

Resinas de la Pintura Automotriz



Fuente: (Salvador & Pochteca, 2024).

Figura 3

Pigmentos de la Pintura Automotriz



Fuente: (Pinturaseterna, 2024).

Los solventes o diluyentes cumplen la función de ajustar la viscosidad del recubrimiento para facilitar su aplicación mediante diferentes técnicas (pulverización, inmersión, entre otras). Estos componentes se evaporan durante el proceso de secado, sin

formar parte de la película final, siendo determinantes en la nivelación y uniformidad del acabado, ver figura 4, (Brillonativo, 2026).

Figura 4

Solvente de la Pintura Automotriz



Fuente: (Pearls-and-flake, 2024).

En menor proporción, los sistemas de recubrimiento incorporan aditivos, los cuales modifican propiedades específicas del material, tales como la estabilidad de la dispersión, la resistencia a la radiación UV, la humectación, el secado y la nivelación. Estos compuestos son esenciales para optimizar el desempeño del recubrimiento en condiciones reales de servicio, ver figura 5, (Pinturasalejo, 2025).

En el caso de sistemas bicomponentes, como los poliuretánicos y epóxicos, se incluyen catalizadores o endurecedores, que activan reacciones de polimerización durante el curado, incrementando significativamente la resistencia química, la dureza y la durabilidad del recubrimiento, (Landecolor, 2025).

Finalmente, las cargas o rellenos son materiales inorgánicos incorporados con el objetivo de modificar propiedades físicas como la dureza, la resistencia mecánica y la

textura superficial, además de contribuir a la optimización de costos sin comprometer significativamente el desempeño del sistema, (Pearls-and-flakes, 2023).

Figura 5

Aditivos de la Pintura Automotriz



Fuente: (Alianzaautomotriz, 2025)

En conjunto, la adecuada formulación y proporción de estos componentes permite desarrollar recubrimientos automotrices con altos estándares de calidad, capaces de cumplir simultáneamente funciones de protección estructural y acabado estético, adaptándose a los requerimientos específicos de la industria automotriz moderna.

2.5 Descripción de la Impresión Hidrográfica en Chapas Metálicas Automotrices

La hidroimpresión o transferencia hidrográfica es un proceso de recubrimiento decorativo que permite la aplicación de patrones gráficos sobre superficies tridimensionales mediante la utilización de una película hidrosoluble, generalmente fabricada a base de alcohol polivinílico (PVA). Este método se fundamenta en la transferencia controlada de tintas impresas sobre un sustrato previamente preparado, garantizando uniformidad y adaptación a geometrías complejas, (Streitberger, 2023).

El proceso inicia con la preparación superficial del sustrato, la cual incluye limpieza, desengrasado y, en algunos casos, lijado y aplicación de imprimantes para asegurar

condiciones óptimas de adherencia. Posteriormente, se aplica una capa base de pintura, cuyo color influye directamente en el resultado visual final del diseño transferido, (BASF, 2025).

En la siguiente etapa, la película decorativa de PVA se coloca sobre la superficie del agua en un tanque de inmersión, ver figura 6. Al entrar en contacto con el agua, el soporte polimérico se hidrata y se disuelve progresivamente, dejando flotar la tinta en la superficie. A continuación, se aplica un activador químico, compuesto por solventes específicos, cuya función es reactivar la tinta, promover su licuefacción y facilitar su adherencia al sustrato, ver figura 7, (Fiberglassyn, 2024).

Figura 6

Lámina Utilizadas en la Hidro Impresión



Fuente: (Brillonativo, 2026).

El componente se introduce en el tanque mediante un proceso de inmersión controlada, lo que permite que la tinta se adhiera de manera uniforme a la superficie tridimensional. Posteriormente, se realiza un lavado para eliminar residuos del polímero PVA y se procede al secado del componente.

Finalmente, se aplica una capa de sellado o recubrimiento transparente, generalmente de tipo poliuretánico, que proporciona protección frente a agentes mecánicos,

químicos y ambientales, además de mejorar el acabado estético mediante el incremento del brillo y la profundidad del diseño (Axalta, 2021).

Figura 7

Lámina Utilizadas en la Hidro Impresión



Fuente: (Brillonativo, 2026).

Este proceso destaca por su versatilidad, eficiencia en la cobertura de geometrías complejas y capacidad de personalización, siendo ampliamente utilizado en la industria automotriz para la decoración de componentes plásticos interiores y exteriores, así como en aplicaciones de valor agregado orientadas al diseño y diferenciación del producto, el producto final se puede ver en la figura 8.

Figura 8

Elementos Metálicos con Hidro Impresión



Fuente: (Brillonativo, 2026).

2.6 Descripción de pintura fotoluminiscente

La pintura fotoluminiscente es un recubrimiento funcional formulado con pigmentos capaces de absorber energía lumínica, principalmente de fuentes naturales o artificiales, y reemitirla en forma de luz visible en condiciones de oscuridad. Este fenómeno, conocido como fotoluminiscencia, se basa en la excitación de electrones en materiales fosforescentes comúnmente aluminatos de estroncio dopados con tierras raras, los cuales liberan energía de manera gradual tras cesar la fuente de iluminación, generando un efecto de luminiscencia persistente, ver figura 9, (Bidetti & Heloisa, 2022).

Figura 9

Aplicación de la Pintura Fotoluminiscente



Fuente: (Pintoresbarcelona, 2025).

Desde el punto de vista compositivo, estas pinturas están constituidas por una matriz polimérica (acrílica, poliuretánica o epóxica) que actúa como aglutinante, dentro de la cual se dispersan los pigmentos fotoluminiscentes, junto con aditivos que mejoran la estabilidad, adherencia y resistencia ambiental del recubrimiento. Su desempeño depende de factores como la intensidad y duración de la carga lumínica, el tamaño de partícula del pigmento y las condiciones del entorno, incluyendo la exposición a radiación ultravioleta, humedad y agentes químicos (Alianzaautomotriz, 2025).

En el ámbito automotriz, los recubrimientos fotoluminiscentes se emplean tanto con fines estéticos como funcionales, destacándose su aplicación en elementos de señalización, personalización de superficies y mejora de la visibilidad en condiciones de baja iluminación. Su incorporación contribuye a la seguridad pasiva del vehículo al facilitar la percepción visual en entornos nocturnos o de baja visibilidad, además de ofrecer un valor diferenciador en el diseño del acabado superficial, ver figura 10, (Landecolor, 2025).

Figura 10

Aplicación de la Pintura Fotoluminiscente



Fuente: (Pruebaderuta, 2023).

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 Luminiscente en Automóviles

Para realizar la aplicación de la pintura de tipo fotoluminiscente y alcanzar objetivo apropiado se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Primero se debe realiza la limpieza y desengrase del metal para eliminar contaminantes (aceites, óxidos y partículas). Posteriormente, se ejecuta un lijado abrasivo controlado que genere anclaje mecánico. En caso de presencia de corrosión, se recomienda tratamiento previo (arenado o conversión química).
- Se debe realizar la aplicación de imprimación anticorrosiva; generalmente de tipo epóxico, con el fin de mejorar la adherencia interfacial y proporcionar protección frente a la corrosión.
- Luego se debe aplicación de capa base, preferentemente de color claro (blanco o gris claro), para maximizar la eficiencia luminosa del pigmento fotoluminiscente. Esta capa debe ser uniforme y presentar condiciones óptimas de secado o curado.
- Seguido se realiza la preparación de la pintura fotoluminiscente por medio de una mezcla homogeniza cuidadosamente para asegurar la correcta dispersión de los pigmentos fotoluminiscentes. En sistemas bicomponentes, se adiciona el catalizador en la proporción especificada, evitando la sedimentación de partículas.
- El recubrimiento fotoluminiscente se aplica mediante pulverización (pistola aerográfica o HVLP) en múltiples capas delgadas y uniformes. Es fundamental controlar el espesor de película, ya que este influye directamente en la capacidad de absorción y emisión lumínica.
- Luego procede el proceso del secado o curado del recubrimiento para lo cual se deja secar bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, o mediante

curado forzado según el sistema utilizado. Un curado adecuado garantiza la estabilidad del pigmento y la adherencia del recubrimiento.

- Aplicación de capa de sellado; para ello se aplica un recubrimiento transparente, generalmente poliuretánico, que protege la capa fotoluminiscente frente a abrasión, agentes químicos y radiación UV, además de mejorar el acabado superficial (brillo o mate).
- Finalmente se debe realizar la inspección y control de calidad. Se verifica la uniformidad del acabado, la adherencia (ensayos tipo cross-cut), el espesor de película y la capacidad de luminiscencia en condiciones de baja iluminación.

Capítulo III

Metodología

La presente investigación se desarrollará bajo el enfoque del método deductivo, partiendo del análisis de la problemática general asociada a los sistemas convencionales de acabado superficial en componentes plásticos automotrices, para posteriormente derivar y validar resultados específicos mediante técnicas de observación directa y experimentación controlada. El estudio se enmarca en una investigación de campo de carácter experimental con enfoque cuantitativo, sustentada en la aplicación de instrumentos estandarizados que permitan la obtención de datos numéricos y estadísticamente significativos, orientados a evaluar la incidencia del sistema combinado de hidroimpresión y recubrimientos fotoluminiscentes en la optimización de propiedades estéticas y funcionales.

Mediante este enfoque metodológico, se busca cuantificar objetivamente los beneficios técnicos, económicos y operativos de la tecnología híbrida propuesta, considerando su impacto en la percepción del usuario, la competitividad del sector automotriz y la diversificación de servicios en talleres de personalización, especialmente en unidades productivas de pequeña y mediana escala. Para ello, se contempla la caracterización, medición y validación experimental del proceso de acabado superficial, con el propósito de determinar su viabilidad y eficiencia mediante la aplicación integrada de estas tecnologías en componentes plásticos automotrices.

3.1 Descripción de los equipos de protección personal a ser utilizados

Para realizar la ejecución del presente proyecto relacionado con la combinación de procesos de pintura fotoluminiscente y la impresión hidrográfica, se debe considerar de manera primordial la seguridad de las personas que están involucradas en el tema, por tal motivo es de suma importancia la utilización de los equipos de protección personal o conocidos como los EPP, con cuales son fundamentales para garantizar la salud e integridad física del ejecutor del proyecto, por ello a continuación se realiza la descripción de algunos EPP que se deben utilizar de forma general para alcanzar con éxito un resultado adecuado e ideal.

- a. Los guantes de protección; ver figura 11, son una barrera de tipo física fundamental para las manos, de esta forma se puede evitar el contacto directo con cualquier elemento dañino como los solventes y los activadores de pintura fotoluminiscente y la hidroimpresión; son diseñados con resistencia a cualquier tipo de sustancia química, generalmente son fabricados de nitrilo o neoperano, estos polímeros brindan gran resistencia a los hidrocarburos y compuestos solventes; Además, deben permitir suficiente destreza manual para manipular la chapa metálica y realizar el proceso de inmersión con precisión. El uso continuo de guantes previene afecciones dérmicas como dermatitis de contacto, irritaciones o quemaduras químicas.

Figura 11

Guantes de protección



Fuente: (Rustoleumla, 2026)

- b. La gafas o protección visual; su misión es la protección de los ojos que están expuesto salpicaduras de pintura, polvo, vapores de los solventes y partículas o impurezas que se generan en desarrollo del proyecto, se recomienda utilizarlas con sello lateral, con el objetivo de evitar que las impurezas ingresen al sector ocular; las gafas, ver figura 12, deben cumplir con las normativas de resistencia al los golpes o caídas; además, de mantener su transparencia o visibilidad de la parte interna hacia fuera, la no utilización de este equipo de protección personal puede ocasionar irritación en los ojos, conjuntivitis y otras infecciones.

Figura 12*Gafas de protección*

Fuente: (Tiendaracingcolors, 2026)

- c. Protección auditiva; se la debe utilizar al momento que se realizan trabajos de reparación o enderezado de chapas metálicas, además cuando se está expuesto a niveles de ruidos superiores a los 85 decibeles, al superar este límite puede causar daños irreversibles en el sistema auditivo; entre las opciones más comunes se encuentran los tapones auditivos desechables o reutilizables y las orejeras tipo copa, seleccionadas según el nivel de ruido del entorno laboral. Su correcta colocación garantiza una atenuación efectiva del sonido sin comprometer la comunicación esencial durante el proceso, ver figura 13.

Figura 13*Protección auditiva*

Fuente: (Proteccionindustrial, 2026)

- d. La protección respiratoria, es un elemento de representa gran sensibilidad, porque en el proceso a realizar se utilizan o se emplean gran cantidad de solventes y activadores utilizados en la pintura fotoluminiscente y en la hidroimpresión; es recomendable utilizar mascarillas con filtros de vapores orgánicos o también se puede utilizar los respiradores de media cara, que son capaces de retener partículas de tamaño muy reducido, se debe destacar que la inhalación prolongada de estos compuestos sin protección adecuada puede generar afecciones respiratorias agudas o crónicas, así como intoxicaciones, se debe tomar en cuenta que estas mascarillas tienen fecha de caducidad o cumplen su ciclo de vida útil, y deben ser cambiadas, ver figura 14.

Figura 14

Protección respiratoria



Fuente: (Koria.com.br, 2026)

- e. El calzado de seguridad cumple la función de proteger los pies del operario cuando se enfrenta a riesgos de caída de objetos de masa considerable que podrían causar lesiones en los pies, por este motivo se recomienda utilizar las botas que poseen puntas de acero, además que posean suelas antideslizantes y resistentes a los hidrocarburos; este tipo de calzado también ofrece protección eléctrica básica y resistencia a la perforación en caso de contacto con herramientas o fragmentos metálicos. Su uso constante disminuye

significativamente la probabilidad de lesiones en extremidades inferiores. La selección del calzado debe ajustarse a las características específicas del entorno productivo, ver figura 15.

Figura 15

Protección respiratoria



Fuente: (Mto.com.ec, 2026)

- f. Overol o mandil, actúan como un elemento de protección que cubre la mayor parte del cuerpo de la persona que está aplicando el proceso, de esta forma se evita el contacto directo con la ropa o la piel de la persona de sustancias tales como salpicaduras de pintura, solventes, residuos químicos entre otros; por lo general se lo confecciona de un material que resista las sustancias antes descritas; este equipo contribuye a mantener condiciones de higiene adecuadas y reduce el riesgo de contaminación cruzada entre el operario y las superficies metálicas tratadas. Asimismo, previene el deterioro de la vestimenta personal y minimiza riesgos de enganche con maquinaria en movimiento, ver figura 16.

3.2 Tipos de estudios aplicados en la investigación

Los tipos de investigación que se aplicaron en el estudio son: investigación descriptiva, bibliográfica y de campo:

3.2.1 Investigación descriptiva

La investigación de tipo descriptivo permite caracterizar la problemática asociada a

la limitada difusión de la hidroimpresión en el ámbito automotriz, así como analizar su potencial para generar acabados con mayor durabilidad y estabilidad cromática. Asimismo, facilita la identificación de ineficiencias operativas, tales como los tiempos improductivos derivados de reprocesos en los sistemas tradicionales de pintado vehicular.

Figura 16

Overol para pintura automotriz



Fuente: (Mto.com.ec, 2026)

3.2.2 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica permitirá recopilar y analizar información proveniente de fuentes especializadas, tales como libros, artículos científicos, revistas técnicas, manuales y recursos digitales, relacionados con la optimización de los procesos de pintado automotriz. Este análisis documental se enfocará en la integración de la hidroimpresión y los recubrimientos fotoluminiscentes aplicados a componentes plásticos vehiculares, con el propósito de sustentar teóricamente el estudio.

3.2.3 Investigación de campo

La investigación de campo se empleará para evaluar la optimización del proceso de pintado automotriz mediante la integración de la hidroimpresión y los recubrimientos fotoluminiscentes. Este enfoque permitirá la ejecución de un diseño experimental orientado

a validar el objetivo principal del estudio, a través de la aplicación directa de la tecnología propuesta en condiciones reales de operación.

3.4 Preparativo de la chapa metálica a ser pintada

Antes de realizar la aplicación de la combinación de los procesos fotoluminiscente e hidroimpresión se debe realizar la limpieza de la chapa metálica para evitar que se encuentren impurezas como polvo, residuos de pintura anterior o cualquier elemento que sea perjudicial para alcanzar un excelente acabado, para este caso se utilizó un aro de 14 pulgadas de la llanta de emergencia de Gran Vitará.

Para ello se realiza el lavado de la chapa metálica y posterior secado, de existir impurezas se procede a la limpieza respectiva, finalmente cuando hemos alcanzado la limpieza total, se procede a pasar la lija de gramaje 1000, ver figura 17, para alcanzar una superficie mejorada y lograr un mejor anclaje del todo el proceso.

Figura 17

Limpieza de la chapa metálica



Es importante destacar los materiales utilizados en la investigación desarrollada, entre ellos tenemos el 178 de fondo, catalizador, 1/8 de barniz y diluyente, todos PPG, 1/8 de adherente, lijas de gramaje 360 y 1000, también se utilizó ¼ de pintura en polvo, ¼ de pigmento y resina, además de los paños especiales para limpieza, también se debe mencionar que para este proyecto se debe mencionar que se utilizó una lámina de

impresión para realizar la hidroimpresión en la pieza metálica, algunos elementos se visualizan en la figura 18.

Figura 18

Elementos utilizados en el proyecto



3.3 Proceso de aplicación de la combinación de métodos

Para realizar la combinación de la pintura fotoluminiscente y el sistema de hidroimpresión en chapas plásticas de uso automotriz se estableció una secuencia organizada de pasos los cuales se detallan a continuación:

1. Al tener la chapa limpia después de la limpieza realizada y descrita anteriormente se procede a verificar que no exista ningún tipo de imperfecciones en la chapa a ser pintada, de ser el caso se debe realizar la reparación del caso, como por ejemplo la aplicación de masilla y posterior lijado hasta alcanzar un acabado de excelente calidad, seguido se procede a aplicar una lija de gramaje mil y retirar todas las imperfecciones.
2. De forma seguida se procede a la aplicación del promotor de adherencia o catalizador para metales, el mismo facilitará la adherencia primero del fondo y luego de la pintura, la preparación es de 2:1, es decir dos medidas de catalizador y una medida de diluyente, este elemento facilita la apertura de los poros de la chapa metálica, es recomendable aplicar para fondos que no generen contraste con el color de la pintura a ser aplicada, para este caso se procedió a utilizar un adherente color café, un fondo blanco y la pintura a ser utilizada es de color verde, ver figura 19.

Figura 19*Aplicación del catalizador*

3. Luego se procede a la aplicación del fondo en la chapa metálica, la preparación se realiza en proporción de 2:1, es decir dos medidas de fondo y una medida de diluyente, además se destaca que se utiliza un fondo de color blanco, esto con la finalidad de generar contraste muy relevante tomando en cuenta que la pintura es de color verde con relación al catalizador y la pintura, ver figura 20

Figura 20*Aplicación del fondo*

4. Luego se procede a realizar la inspección del caso para verificar que no existan imperfecciones, para este caso no se observó ningún tipo de anomalías, seguido se procede a pasar una lija de gramaje mil para alcanzar una superficie apropiada para la aplicación de la pintura, la aplicación del lijado se lo hace utilizando agua, por este motivo se utiliza la pintura de calor para realizar el secado de forma rápida y apropiada, ver figura 21.

Figura 21

Aplicación de la pistola de calor



5. Cuando hemos constatado que no existen inconvenientes luego de aplicar el fondo, se procede a la preparación de la pintura fotoluminiscente, la misma se la prepara tomado la relación de 1:1, es decir un gramo de pintura que es en polvo con un gramo de resina, luego esta sustancia se la mezcla con relación de 2:1 con el diluyente, ver figura 22.
6. Luego se procede a la aplicación de la pintura fotoluminiscente, para ello es muy recomendable tomar en cuenta la presión del compresor, para esta aplicación se recomienda tener una presión constante que es de 30 PSI, además se recomienda que la aplicación de la pintura se la realice a una distancia de entre 10 cm y 15 cm, además hacerlo de forma constante y realizarlo de en un solo sentido ya sea de forma horizontal o vertical, ver figura 23.

Figura 22

Preparación de la pintura fotoluminiscente

**Figura 23**

Aplicación de la pintura fotoluminiscente



7. Una vez que se ha logrado la aplicación de la pintura de fotoluminiscente se procede a la aplicación de sistema de hidroimpresión, para se ha elegido previamente una lámina de tonalidad azul, que hace un contraste muy favorable con el color o tono de la pintura fotoluminiscente aplicada.
8. Para la preparación del sistema de hidroimpresión se requiere una tina o recipiente donde se realizará la inmersión de la chapa metálica, recordando que para esta

demostración se utilizó el aro de una llanta de emergencia de 16 pulgadas de diámetro, se debe llenar con agua la tina al tope de su capacidad, esto se lo hace con la finalidad de lograr una inmersión total de la chapa metálica.

9. Luego se precede a la ubicación de la lámina seleccionada en la tina, ver figura 24, y luego a la aplicación del activador sobre al agua, para ello procede con el sistema de aire comprimido y se lo realiza con las mismas consideraciones detalladas en el punto 6, ver figura 25, con la aplicación del activador se logra que las imágenes se o estampados de la lámina se desprendan y se puedan adherir posteriormente a la chapa metálica.

Figura 24

Inmersión de lámina en la tina de agua



Figura 25

Aplicación del activador en el sistema de hidroimpresión



10. Una vez realizada la aplicación del activador se procede a realizar la inmersión de la chapa metálica, para ello debemos considerar que el ángulo recomendado para realizar la inmersión de la chapa es de 45 grados, destacando que el mismo es variable y va depender del tamaño de la chapa metálica y las dimensiones de la tina, también es importante destacar que la velocidad de inmersión debe ser muy lenta, esto para procurar que el recubrimiento de la lámina en la chapa metálica se realice uniformemente, ver figura 26.

Figura 26

Inmersión de la chapa metálica



11. Luego que se ha realizado toda la inmersión se procede a realizar un movimiento de forma circular para que los residuos de la lámina se alejen de la chapa y no se unan o se peguen a la misma cuando se procede al retiro del agua, seguido se puede visualizar la chapa metálica con la hidroimpresión ya realizada, ver figura 27.

Figura 27

Chapa metálica con la hidroimpresión ya realizada



12. Luego se procede a verificar que no existan inconsistencia o irregularidades con relación a la unión de la lámina con la chapa metálica, en este caso no se encontró ninguna novedad, por ese motivo se procedió a la aplicación de la pistola de calor para acelerar el secado del agua, luego se precece a la aplicación del brillo a la chapa metálica, ver figura 28.

Figura 28

Aplicación del brillo en la chapa metálica



13. Luego se procede a la aplicación de luz incandescente sobre la chapa metálica para alcanzar el efecto de brillo, en este caso se logro el objetivo y se alcanzó en efecto deseado, ver figura 29.

Figura 29

Carga de la pintura fotoluminiscente



Capítulo IV

Análisis de resultados

En el presente capítulo se detalla en forma secuencial y detallada el análisis de los datos que se obtuvieron en la fase experimental del tema combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente con la impresión hidrográfica aplicados en chapas metálicas de uso automotriz; la información se presenta de manera organizada, con una estructura lógica y progresiva, esto se lo realiza con el objetivo de facilitar la comprensión del proceso que se aplicó y de los resultados alcanzados.

Los resultados se los presenta por medio de descripciones técnicas e imágenes que permitan establecer evidencias de forma clara el comportamiento de la pintura fotoluminiscente combinada con el sistema de impresión hidrográfica, para ello se consideran diversas condiciones de evaluación; entre ellas se considera la intensidad o luminiscencia que es expuesto el sustrato de tipo metálico, el tiempo de persistencia del brillo y la posterior carga energética, también debemos resaltar la adherencia de ambos métodos aplicados en la superficie metálica, y la resistencia que presenta a factores externos que pueden provocar la degradación del método aplicado.

Este análisis toma su fundamento teórico para confirmar o contradecir las hipótesis planteadas al iniciar la investigación presentada, también se sustenta la formulación de conclusiones que están relacionadas con la viabilidad técnica y la efectividad que resulta al realizar la combinación de ambos procesos, el fotoluminiscente y la impresión hidrográfica aplicad en elementos metálicos que se utilizan en el sector automotriz.

El procesamiento de los datos en la experimentación se los realizó por medio de la comparación del tiempo que se tarda con los parámetros de referencia encontrados en la investigación de la literatura que se relaciona con el tema de la pintura automotriz, la impresión de tipo hidrográfica, y en particular la pintura fotoluminiscente,, se consideraron variables que están asociadas al rendimiento lumínico en función del tiempo de la carga de la pintura, también se resalta la degradación que puede existir al enfrentarse a las condiciones de medio ambiente dende se pueden presentar condiciones adversas tales

como polvo, gravilla, lodo, humedad, temperaturas elevadas y radiación ultravioleta, factores relevantes dado el sustrato metálico de los accesorios evaluados.

De igual forma se analiza el tiempo de aplicación de la combinación de métodos 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 y real del recubrimiento combinado, tanto en condiciones controladas de laboratorio como en escenarios de aplicación práctica.

Estos resultados permiten establecer comparaciones reales con los diferentes métodos de aplicación de pintura automotriz, también se evalúa el desempeño en conjunto de los métodos aplicados y planteados en la investigación; adicionalmente en el análisis se incorporan criterios técnicos y prácticos que aportan evidencia empírica, la cual respalda las recomendaciones para la aplicación óptima de esta combinación de procesos en accesorios metálicos automotrices, así como su eventual aplicabilidad en otras industrias de interés.

Al finalizar se incorporan resultados desde el punto de vista cualitativo y cualitativo, esto enriquece la comprensión del tema de la fotoluminiscencia y la hidro impresión que son métodos poco estudiados y aplicados en nuestro medio, sabiendo que además de brindar el tema de recubrimiento y protección de la pintura se alcanza el tema de la decoración que es muy importante para los gustos de los clientes, por ello el tema se logra un precedente y bases para futuras líneas de investigación en el campo de los recubrimientos funcionales y decorativos aplicados sobre superficies metálicas en la industria automotriz.

4.1 Análisis de datos obtenidos

1. Se resalta que el tiempo empleado en el proyecto es mayor al aplicar un sistema de pintura tradicional, sobre todo en el tema de la preparación de la pintura de tipo fotoluminiscente, esto se presenta por la preparación de la pintura promotor o adherente, luego la aplicación del fondo y finalmente la preparación de la pintura que inicialmente viene en polvo, y se debe realizar la mezcla correspondiente

hasta alcanzar una estructura homogénea, después de este proceso se debe esperar a verificar que no existan imperfecciones en la chapa metálica pintada, luego se procede a la preparación del sistema de hidro impresión, para lo cual se debe preparar el tina con agua, ubicar la lámina en la tina y posteriormente aplicar el catalizador a la misma, y finalmente realizar la inmersión de la chapa metálica, para finalizar se debe realizar el secado de la chapa pintada y finalmente la aplicación del brillo correspondiente, todo este proceso se realizo en seis horas, es aquí el contraste con el sistema de pintura tradicional, pues al ser aplicado se tarda un máximo de tres horas, es decir se duplico el tiempo.

2. Hay que destacar que para este caso la chapa metálica utilizada en la combinación de los procesos de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica en accesorios metálicos automotrices no presentó problemas de reparación, es decir no se requirió aplicar enderezado y posterior masillado, de ser necesario se aumentaría el tiempo empleado en ambos casos.
3. Se alcanzo el objetivo de realizar la combinación de los dos métodos es decir la fotoluminiscencia y la hidro impresión en la chapa metálica de uso automotriz, también realizamos el proceso de carga del sistema fotoluminiscente como se muestra en la figura 30.

Figura 30

Aplicación de luz incandescente para carga de la chapa metálica



4. Finalmente se puede evidenciar el resultado final de la combinación de procesos antes descritos, ver figura 31, se debe resaltar que la inversión realizada en el proyecto presentado fue de 310 dólares, mientras que la cotización realizada para el sistema de pintura convencional, aplicando pintura de alta calidad como el sistema PPG, la inversión seria de 90 dólares, es decir aproximadamente 3,5 veces menos del sistema combinado.

Figura 31

Resultado final de la combinación de procesos



Conclusiones

Se logró implementar de manera satisfactoria el proceso de combinación entre la pintura fotoluminiscente y la impresión hidrográfica sobre accesorios metálicos de uso automotriz, obteniendo como resultado una secuencia metodológica clara y detallada que describe, paso a paso, el procedimiento adecuado para alcanzar un acabado de calidad óptima.

Se efectuó la recopilación de información técnica directamente relacionada con los procesos de pintura automotriz, la impresión hidrográfica y, de manera particular, con el recubrimiento fotoluminiscente. Esta revisión permitió esclarecer los conceptos teóricos necesarios para comprender adecuadamente el método combinado analizado, el cual representa una propuesta innovadora dentro del sector automotriz.

Se realizó una comparación entre el sistema combinado (pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica) y el sistema convencional de recubrimiento aplicado a accesorios metálicos automotrices, identificándose que el sistema combinado implica una inversión económica considerablemente mayor. En términos concretos, la implementación del sistema combinado representa un costo de 310 dólares, frente a los 90 dólares que requiere el sistema convencional, lo que equivale a una diferencia porcentual de 70,97%.

Se determinó que, pese a su mayor costo, el sistema combinado de pintura fotoluminiscente e impresión hidrográfica ofrece una calidad superior y una mejor protección del accesorio metálico, además de aportar un valor agregado funcional al servir como elemento de señalización visual en condiciones de baja luminosidad, lo cual representa una ventaja significativa frente al sistema convencional.

Recomendaciones

Se recomienda adoptar las previsiones adecuadas en cuanto a la limpieza y preparación de la superficie metálica 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 metálico 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. Ello 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 destinar la aplicación de este sistema combinado a accesorios y piezas metálicas 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

- Admin.Idaoffice. (2024). Obtenido de <https://admin.idaoffice.org/wp-content/uploads/2019/02/1-es-2.png>
- Alianzaautomotriz. (2025). Obtenido de <https://alianzaautomotriz.com/aditivos-en-la-pintura-cuando-y-como/>
- Asboc.es. (2024). Obtenido de <http://www.asboc.es/2020/07/uso-de-mascarillas-en-el-taller-como.html>
- 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
- Conservatucoche. (2023). *Conservatucoche*. Obtenido de Conservatucoche: <https://www.conservatucoche.com/es/motor/que-es-el-filtro-combustible-29.html>
- 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/>
- 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>
- Foropinturacoches. (2023). Obtenido de <http://foropinturacoches.com/proceso-de-difuminado-para-pintado-de-coches/>
- Germania. (2024). Obtenido de <https://www.germania.com.pe/servicios/horno-de-pintura>

- Gruposirsa. (2024). Obtenido de <https://gruposirsa.com/wp-content/uploads/2021/01/GSOL.jpg>
- Huamán, L. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de un taller de servicios de carrocería y pintura express para vehículos livianos*. PUCP.
- Incropera, F., & DeWitt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. México: Prearson Prentice Hall.
- Jiménez, J., Navarro, J., Morales, T., Casado, E., & García, J. (2018). *Preparación de Superficies*. Paraninfo.
- Kavak. (2022). Obtenido de <https://www.kavak.com/mx/blog/pintura-automotriz-todo-lo-que-debes-saber-sobre>
- Koria.com.br. (2026). Obtenido de <https://koria.com.br/es/importancia-de-usar-una-mascara-respiratoria-na-pintura-automotiva/>
- 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 areparación de Carrocería y Pintura Automotriz*. Limusa.
- Pearls-and-flake. (2024). Obtenido de <https://www.pearls-and-flakes.com/content/54-transporte-fosfo>
- Perfectprime. (2023). *Perfectprime*. Obtenido de Perfectprime: <https://perfectprime.com/>
- Pintoresbarcelona. (2025). Obtenido de <https://www.pintoresbarcelona.com/wp-content/uploads/2020/05/pintura-fotoluminiscente.jpg>
- Pinturasalejo. (2025). Obtenido de <https://pinturasalejo.com/blog/pintura-luminiscente-caracteristicas-e-ideas-de-decoracion>
- Powdertronic. (2025). Obtenido de <https://powdertronic.com/importancia-de-la-tierra-fisica-para-la-pintura-electrostatica/>

- Prodwaregroup. (2023). Obtenido de <https://blog.prodwaregroup.com/es/perfiles/niveles-mantenimiento-pasar-postura-reactiva-proactiva/>
- Proinna. (2025). Obtenido de <https://proinna.wordpress.com/>
- Proteccionindustrial. (2026). Obtenido de <https://www.proteccionindustrial.com.ec/ct-menu-item-11>
- Pruebaderuta. (2023). Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/pintura-automotriz-conceptos-generales.php>
- Quadisrecambios.es. (2022). Obtenido de <https://www.quadisrecambios.es/blog/recambios-originales/carroceria/proceso-pintado-coche-nuevo/>
- Rodriguez. (2022). Obtenido de <https://www.kavak.com/mx/blog/pintura-automotriz-todo-lo-que-debes-saber-sobre>
- Sagola. (2024). Obtenido de <https://sagola.com/es/productos/industria/pistolas-aerograficas/pistolas-de-gravedad/mini-xtreme-gravedad>
- Salvador, & Pochteca. (2024). Obtenido de <https://elsalvador.pochteca.net/tipos-de-resinas-para-pinturas-y-sus-beneficios/>
- Streitberger. (2023). *Automotive Paints and Coatings*. Wiley - VCH.
- Talleres, B. (2022). *Buscando Talleres*. Obtenido de [Buscando Talleres: https://buscadordetalleres.com/blog/diferentes-tipos-de-sistemas-de-refrigeracion/](https://buscadordetalleres.com/blog/diferentes-tipos-de-sistemas-de-refrigeracion/)
- TOPDON. (2023). Obtenido de TOPDON: https://m.topdon.com/diagnostic_detail.html?name=Phoenix%20Lite%202
- zonadepinturas. (2022). Obtenido de <https://www.zonadepinturas.com/mas-a-fondo/pinturas-y-recubrimientos/7282-pintura-en-polvo-reciclada.html>

