



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniería en Mecánica
Automotriz**

AUTORES:

Luis Enrique Pinto Quintana

Ángel Eduardo Chicaiza López

TUTOR:

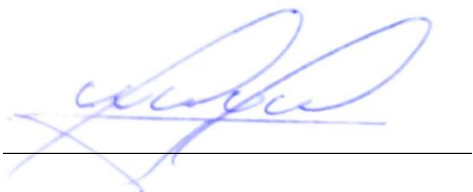
Msc. Gabriela Chávez

**ANÁLISIS COMPARATIVO Y MECÁNICO DEL ACABADO
AUTOMOTRIZ EN EL POST PROCESADO DE PIEZAS
FABRICADAS MEDIANTE FABRICACIÓN 3D EN NYLON, ASA Y
POLICARBONATO VERSUS LA VERSIÓN EN MATERIAL**

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Luis Enrique Pinto Quintana** y **Ángel Eduardo Chicaiza López**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros 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, su reglamento y demás disposiciones legales.



Luis Enrique Pinto Quintana

1724440779



Ángel Eduardo Chicaiza López

1722145438

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Gabriela Chávez**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Msc. Gabriela Chávez

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias, quienes han sido el motor y el soporte incondicional a lo largo de este camino. Su paciencia, comprensión y confianza en nuestras capacidades nos dieron la fuerza necesaria para seguir adelante en los momentos más exigentes des esta etapa académica. A cada uno de nuestros padres, madres y seres queridos, gracias por estar presentes con su amor, sus consejos y su ejemplo. Este logro no habría sido posible sin el sacrificio, el esfuerzo y la motivación que nos brindaron día a día

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, con profundo amor y gratitud, a nuestras familias, quienes han sido nuestro mayor apoyo a lo largo de esta etapa. A nuestros padres, por enseñarnos con el ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Por su guía constante, su aliento en los momentos difíciles y su fe inquebrantable en nosotros. También dedicamos este logro a todos aquellos seres queridos que, con su cariño y comprensión, nos acompañaron en este proceso. Cada paso que damos lleva consigo su presencia, sus enseñanzas y su amor, que han sido fundamentales para alcanzar esta meta

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	8
ABSTRACT	8
INTRODUCCION	9
FUNDAMENTACION TEORICA	10
1.1. Manufactura Aditiva	10
1.2. Técnicas de fabricación Aditiva	10
1.3. Funcionamiento de la fabricación Aditiva	11
1.4. Clasificación de las maquinas aditivas	11
1.4.1. Impresora por modelado por deposición fundida FMD	11
1.4.2. Impresoras por deposición de material fundido PLA	11
1.4.3. Fabricación 3D por estereolitografía SPL	12
1.5.	12
1.5.1. Policarbonato	13
1.5.2. ASA	13
1.5.3. Nylon	14
1.6. Post procesados	14
1.7. Técnicas de trabajo automotriz	15
Prototipo rápido	15
Fabricación de herramientas	15
Producción de piezas fundamentales	16
Personalización de parte	16
Fabricación y diseño de componentes bajo demanda	16
Fabricación de moldes	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS	17
2.1. Materiales	17
2.3. Metodología de diseño asistido por computadora	20
2.3.1. Diagrama de metodología CAD – CAM	20
Software de diseño	21
Fabricación CAM	22
3. Resultados y discusión	22

3.1. Resultados	22
Conclusiones.....	27
BIBLIOGRAFÍA	28

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Impresión por deposición.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2: fabricación 3D por estereolitografía SPL.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 6: Policarbonato</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7: ASA</i>	<i>17</i>
<i>Figura 8: Nylon</i>	<i>18</i>
<i>Figura 9: Impresora 3D.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 10: Software de diseño</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3: Diagrama CAM.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4: Diseño</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5: fabricación de la tapa del retrovisor</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11: Comparativa entre modelo impreso y propio.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12: Rugosidad Ra (μm).....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13: Brillo (GU a 60°)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 14: Adherencia (N)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 15: Rayado (Escala Mohs).....</i>	<i>26</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Técnicas de impresión</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2: Tabla comparativa de materiales.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3: Técnicas Post Procesado.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 4: Variables independiente</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 5: Variable dependiente.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 6: Resultado de las pruebas.....</i>	<i>23</i>

ANÁLISIS COMPARATIVO Y MECÁNICO DEL ACABADO AUTOMOTRIZ EN EL POST PROCESADO DE PIEZAS FABRICADAS MEDIANTE FABRICACIÓN 3D EN NYLON, ASA Y POLICARBONATO VERSUS LA VERSIÓN EN MATERIAL

RESUMEN

Introducción: La manufactura aditiva logra la fabricación de piezas con un tipo de geometrías complejas de diferentes modelos de diseño por medio de la superposición de capas, este estudio busca poder comparar diferentes materiales como el nylon, Asa y policarbonato en la manufactura aditiva frente a los métodos tradicionales como la inyección y termoformado, en la que se evalúan los parámetros de acabado superficial, y resistencia. **Metodología:** por medio de métodos analíticos se procede a realizar la impresión de componentes que estén impresos con estos 3 tipos de materiales para poder analizar las propiedades y características y determinar las características de cada uno de estas. **Resultados:** los resultados mostraron que los materiales entre sí poseen características diferentes en cuanto a los análisis que se aplicó para determinar el acabado superficial, esto demuestra que cada una de ellas es apto dependiendo las condiciones para las que se las quiera utilizar, y en sí ninguno logra ser lo suficientemente adecuado a cumplir los análisis que se aplicaron, y que son aptos para poder utilizarlos en reemplazo de los materiales impresos por métodos tradicionales **Conclusión:** los resultados pudieron evidenciar de forma clara que el policarbonato presenta mejor resistencia a lo que es el rayo y la diferencia de recubrimientos mientras que el ABS presentó mayores características en lo que respecta al brillo superficial y el nylon mayor fuerza superficial en las pruebas de rigurosidad, esto demostró que la impresión aditiva puede cubrir las necesidades funcionales y estéticas en la industria automotriz

Palabras clave: Resistencia, Impresión Aditiva, Polímeros, modelos

ABSTRACT

Introduction: Additive manufacturing achieves the manufacturing of parts with a type of complex geometries of different models through the superposition of layers, this study seeks to compare different materials such as nylon, ASA and polycarbonate in additive manufacturing against traditional methods such as injection and thermoforming, in which the parameters of surface finish and resistance are evaluated. Methodology: Through analytical methods, components that are printed with these 3 types of materials are printed in order to analyze the properties and characteristics and determine the characteristics of each of these. Results: the results showed that the materials have different characteristics in terms of the analysis that was applied to determine the surface finish, this shows that each of them is suitable depending on the conditions for which they want to be used, and in itself none manages to be sufficiently adequate to comply with the analysis that was applied, and that they are suitable to be used to replace materials printed by traditional methods Conclusion: the results were able to clearly show that polycarbonate has better resistance to what is the ray and the difference in coatings while ABS presented greater characteristics in terms of surface gloss and nylon greater surface strength in the rigor tests, this showed that additive printing can cover the functional and aesthetic needs in the automotive industry

Keywords: Strength, Additive Printing, Polymers, models

INTRODUCCION

Durante los últimos años los procesos de manufactura aditiva en especial aquellos que guardan relación con impresiones 3D, han logrado consolidarse como un tipo de alternativa que resulta viable sobre todo frente a métodos tradicionales en áreas de producción esto se debe principalmente al tipo de flexibilidad en el diseño y la reducción de los costos de diferentes prototipos. No obstante, estas piezas que se obtienen por medio de estas técnicas han presentado diferencias significativas sobre todo en aspectos como el acabado superficial o la uniformidad si se compara con aquellas que se han fabricado por moldeo o inyección. Este tipo de problemáticas ha resultado notorio en diferentes aplicaciones automotrices en las que el rendimiento estético y mecánico presenta un factor determinante para la funcionalidad y la aceptación de dichos componentes. Con todo esto es importante que se pueda comparar el acabado superficial automotriz que llega a existir entre las piezas que se fabrican por impresión 3D con las del moldeo por inyección, esto se lo realiza principalmente para poder evaluar el comportamiento mecánico de estas piezas que se fabricaban manufactura aditiva y determinar si su viabilidad es la adecuada. Finalmente es importante analizar los efectos del post procesado que se aplica en las piezas impresas analizando el acabado superficial.

El estudio tiene como finalidad analizar el tipo de acabado automotriz que existe en la fabricación 3D de: nailon, ASA y policarbonato en comparación con piezas fabricadas tradicionalmente en procesos como: inyectado y termo formado. Para poder determinar las características y propiedades de cada uno de estos compuestos, la evaluación y análisis se centran en parámetros como la rugosidad superficial, la resistencia mecánica y la respuesta ante distintos tratamientos. Estas variables consideradas determinan el tipo de potencial en la fabricación aditiva considerando que se debe tener componentes de estándares altos en aspectos de calidad.

Los resultados obtenidos de este análisis permiten ampliar el conocimiento, así como la investigación, sobre las ventajas y limitaciones que ofrecen el tipo de manufactura 3D para producir componentes automotrices, logrando alcanzar resolución en el proceso del post procesado. También se podrá analizar de mejor manera si esta impresión resulta una alternativa viable que se compara con el método convencional, analizando en aspectos como el costo y la durabilidad de los materiales, además de establecer aspectos en la mejora de este tipo de post procesos. Finalmente se contribuye en la investigación el análisis de solución de innovación en la fabricación de componentes automotrices con este tipo de tecnología aditiva, impulsando a la manufactura Nacional.

En el estudio realizado por (Dizon et al., 2021) acerca de los procesamientos de polímeros impresos en 3D se centraron en la importancia de diferentes métodos sobre el acabado o post procesamiento de diferentes polímeros que se los imprimieron en manufactura 3D, consideraron diferentes tecnologías y materiales con la finalidad de poder analizar ventajas y desventajas como el

costo y el tiempo en esta actividad. Incluyeron análisis acerca de las mejoras que se puede dar a las propiedades eléctricas químicas o mecánicas además de cómo mejorar la precisión geométrica la durabilidad que representan valores estéticos en el tipo de procesamiento presentando perspectivas a futuro

FUNDAMENTACION TEORICA

1.1. *Manufactura Aditiva*

Conocida como tipo de fabricación aditiva consiste principalmente en la fabricación de diferentes tipos de piezas o componentes que surgen desde modelos digitales, en el cual, por medio de software de modelado, se puede generar un tipo de archivo del lenguaje triangular estándar STL que al ser exportado a la impresora logra construir por medio de capas el diseño que se genera desde la parte de abajo del objeto. De esta forma se puede realizar construcciones por medio de técnicas más económicas y eficiente que en sí lo que se logra para producir cualquier producto sobre todo es ampliamente utilizado en el campo automotriz (Mateo , 2023).

1.2. *Técnicas de fabricación Aditiva*

Con el constante avance tecnológico sobre todo en la manufactura 3D se ha podido favorecer de gran manera a la elaboración y diseño de una variedad amplia de piezas en un menor tiempo y con un costo reducido, todo esto con base a la disposición de determinados materiales. En la tabla se observa diferentes materiales que se utiliza en este tipo de impresión (Freire y Lastra, 2023).

Tabla 1

Técnicas de impresión

Tecnología utilizada	Material
Tipo de modelado diseñado por deposición fundida (FMD)	Metales tipo eutéctico, ABS, TPU
Sintetizado de metales por láser (DMLS)	Cualquier tipo de aleación
Sintetizada selectivo por calor (SHS)	Polvo termoplástico (ABS, PLA)
Estereolitografía (SLA)	
fotopolimerización por luz ultravioleta (SGC)	Fotopolímeros
Inyección de material - MJ	Resina parecida al SLA
Inyección de agentes litantes BJ	Arena – Metales *requieren un posterior sintetizado
Fusión por haz de electrones - EBM	Aleaciones de metales, Titanio

Fuente: (Alami et al., 2023)

1.3. *Funcionamiento de la fabricación Aditiva*

Este tipo de procesos referente a la manufactura aditiva está basado en un conjunto de tecnologías que se encargan de la fabricación por medio de la edición de diferente tipo de material para poder la creación de objetos tridimensionales de diferente tamaño y diseño. Este tipo de impresión logra producir casi cualquier elemento desde autopartes para vehículos hasta prótesis médicas (Martí, 2017). Para lograr este tipo de impresión se debe realizar la colocación de planos virtuales que sean previamente diseñados por software o por otros que permitan algún tipo de modelo y animación. De acuerdo con los diferentes modelos de máquina la colocación de materiales en el hecho de construcción se lo va depositando hasta que el material haya sido desarrollado por completo (Benavides , 2025).

1.4. *Clasificación de las máquinas aditivas*

En el mercado se pueden distinguir diferentes tipos de impresoras 3D que cuentan con funciones tecnológicas que por lo general suelen ser específicas de acuerdo con la necesidad.

1.4.1. *Impresora por modelado por deposición fundida FMD*

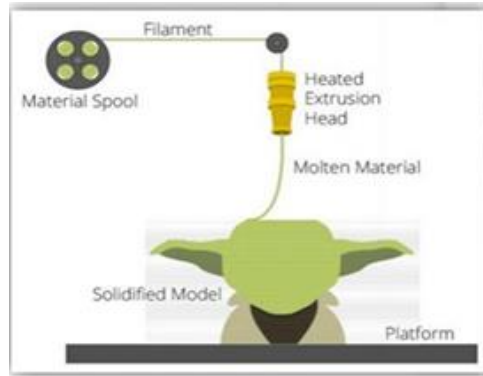
Es una técnica muy avanzada que consiste en la fabricación 3D para la manufactura y desarrollo de materiales plásticos. La facilidad de utilización, así como la precisión para poder crear prototipos y el bajo costo logran convertirla en un tipo de técnica que es ampliamente utilizada alrededor del mundo. El FMD logra crear estructuras 3D por medio de la instrucción por fusión es decir capa por capa de un tipo de filamento plástico (Bekas et al., 2019). Para producir un tipo de estructura impresa está implicado la generación de modelos y diseños digitales por medio del software de diseño especializado. Los lugares y áreas para aplicar este tipo de impresiones son infinitas desde la biomedicina pasando por la automoción, la ingeniería aeroespacial o la terapia ocupacional son áreas en las que resulta útil este tipo de impresiones. Inclusive este tipo de técnica logró la fabricación de mascarillas durante la pandemia por COVID-19. En sí este tipo de impresión logra la creación y producción de estructuras poliméricas (Cano-Vicent et al., 2021)

1.4.2. *Impresoras por deposición de material fundido PLA*

Este tipo de impresoras son las más populares y es una de las técnicas que consiste en la adquisición de filamentos que por lo general se encuentran almacenados en bobinas que por medio de cabezales y con temperatura controlada logran introducirse en una boquilla que luego de salir en forma de hilo fino logran colocar capa por capa los materiales impresos. El tiempo que tarda en realizar este proceso puede variar desde horas hasta días esto va a depender de acuerdo con el tamaño, la forma o la cantidad del material a necesitar (Alzamora , 2023).

Figura 1

Impresión por deposición



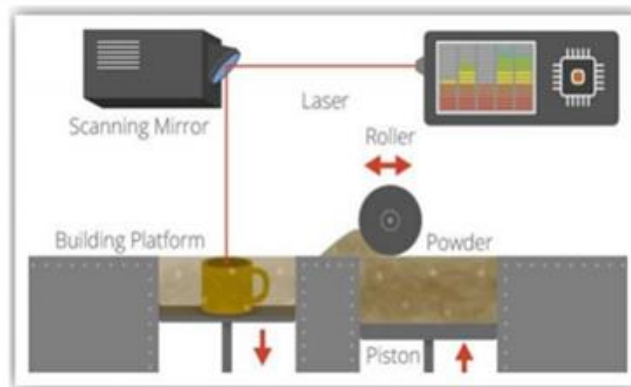
Fuente: (Alzamora , 2023)

1.4.3. Fabricación 3D por estereolitografía SPL

Es considerado el primer proceso de impresión que básicamente consistió en proyectar un haz de luz UV por medio de resinas líquidas fotosensibles. La base de esta estructura de soporte logra desplazarse hacia abajo para que la luz pueda volver a actuar de nuevo en el como una especie de baño y así sucesivamente hasta completarse el diseño requerido, este proceso logra diseñar y crear piezas de muy alta calidad, pero el material que se desperdicia también es considerablemente alto (Patiño , 2022).

Figura 2

Fabricación 3D por estereolitografía SPL



Fuente: (Patiño , 2022)

1.5.

Para poder realizar esta investigación se va a realizar la experimentación con 3 tipos de materiales que se los describe a continuación analiza las características que poseen sobre todo en la industria automotriz (Islam et al., 2024).

Tabla 2

Tabla comparativa de materiales

Propiedad	Polycarbonato – PC	Acrilonitrilo estireno acrilato -ASA	Nylon
<i>Resistencia mecánica</i>	Muy alta	Alta	Muy alta
<i>Resistencia térmica</i>	110 a 135 °C	90 a 102 °C	80 a 110 °C

<i>Resistencia a impactos</i>	Excelente	Buena	Excelente
<i>Resistencia UV</i>	Baja sin la necesidad de agregar aditivos	Alta	Media
<i>Resistencia a la humedad</i>	Baja	Alta - hidrofóbica	Baja - higroscópica
<i>Límite de rigidez</i>	Muy alta	Medio - alta	Flexible
<i>Dificultad para imprimirla</i>	Alta - requerimiento de temperaturas altas	Media	Alta - requiere camas cerradas
<i>Temperatura de la boquilla</i>	260 a 310 °C	240 a 260 °C	210 a 240 °C
<i>Costo del filamento</i>	Alto	Medio	Medio - alta

Fuente: (Islam et al., 2024)

1.5.1. Policarbonato

El policarbonato es considerado un plástico de ingeniería de alto rendimiento sobre todo por las excelentes propiedades mecánicas que llega a poseer además de la estabilidad térmica y su poder de resistir al impacto, lo que lo vuelve un material ideal para manufactura 3D sobre todo en aquellas que se requieren alta resistencia y transparencia. Del policarbonato se pueden llegar a realizar la producción de piezas o modelos con excelentes características en aspectos de durabilidad y estética, pero es importante tomar en cuenta que este policarbonato posee un punto de fusión más alto por lo tanto requiere impresoras 3D de calidad específica para tener éxito en el proceso (Perez y Vasco, 2024)

Entre las características más esenciales que tiene este material son:

- Alta resistencia mecánica
- Una estabilidad térmica soportable
- Es transparente en ciertas aplicaciones
- Resistencia alta a químicos
- Debido a su punto de fusión requiere condiciones de impresión exigente
- Posee un acabado superficial moderado
- Logra una buena decisión entre capas (Beñegil y Sainz, 2022)

1.5.2. ASA

El acrilonitrilo estireno acrilato es un tipo de material tipo ter polímero amorfo termoplástico que es algo similar al ABS, fue creado en 1970 y presenta características diferentes al ABS sobre todo a nivel estructura en el que el ASA usa el lastimeros acrílicos mientras que el primero utiliza un tipo de lastimero de butadieno.

Es también conocido como un plástico de ingeniería pues logra resistencia a impactos inclusive cuando se lo expone por períodos prolongados al aire libre o a diferentes aspectos climatológicos como la lluvia el agua salada de mar o el excesivo calor.

Entre las características que se tiene de este material en la industria automotriz son:

- Posee una alta resistencia a la intemperie y a radiaciones UV
- Su resistencia mecánica es buena
- Resistencia química de forma aceptable ofrece una buena estabilidad dimensional
- Facilidad de post procesamiento y acabado superficial
- Buena imprimibilidad
- Aplicaciones comunes en objetos cotidianos (filament2print, 2018)

1.5.3. Nylon

El nylon es un tipo de polímero que se utiliza de forma amplia en los sectores de fabricación de aditivos se encuentra disponible en forma de polvo o también se lo encuentra en filamentos para tecnologías que se le realiza por modelación por deposición fundida, también se le conoce como poliamida PA los que más se utilizan a nivel de mercado son los PA11 y PA12. Este polímero apareció por primera vez en 1935 que fue patentado 1 año después cuando se obtuvo el nylon 6.6.

Las características presentes en el nylon para la manufactura 3D son:

- Resistencia mecánica alta y a la abrasión
- Posee gran flexibilidad y tenacidad
- Buena resistencia química
- Posee un alto absorción a la humedad
- Acabado superficial muy rugoso y poroso
- Se le aplica en usos automotrices comunes (3dnatives., 2023).

1.6. Post procesados

El post procesado en este tipo de impresiones aditivas sobre componentes automotrices es un tipo de fase crítica que se lo utiliza con la finalidad de asegurar que las piezas impresas logren cumplir requisitos funcionales, mecánicos e inclusive estéticos, por lo general nunca se utilizan después de haber realizado esta impresión, por lo que suelen pasar etapas de acabado que puedan ayudar a mejorar el rendimiento y la apariencia (Pacheco, 2019).

Los procesos de post procesado después de las impresiones adictivas permiten la eliminación de soportes porque hay residuos que se encuentran presentes luego del proceso de impresión, con esta eliminación se logra mejorar el acabado superficial que suele ser visible como el brillo el tacto o inclusive la textura. Permite que se aumente la resistencia mecánica y térmica del componente que se ha diseñado. Es importante para cumplir los requisitos sobre la estética y del color. Logra que se genere una resistencia química así también como al agua o a la temperatura y logra preparar estas piezas para su posterior ensamblaje y pruebas funcionales finales (Pacheco, 2019).

Tabla 3: Técnicas Post Procesado

Técnica de impresión	Procesos comunes de post - procesado
FDM	Utilización de lija y pulido - aplicación de recubrimientos: pintura, tóxicos para sellar - retiro de soportes
SLA	Limpieza con alcohol isopropílico - curado con UV - utilización de lijas finas - pintura
SLS	Retiro de polvo que no se haya sintetizado - tintes o pinturas - tipos de revestimiento sellado por calor
DMLS/SLM	Quitar el polvo metálico - tipos de tratamientos térmicos - maquinado cnc – pulido - recubrimiento protector
EBM	Limpieza térmica más fuerte por el vacío - procesos térmicos adicionales
Binder Jetting – BJ	Curar por medio de aglutinantes – sintetizar de forma térmica - infiltración con metales secundarios - acabados cnc
Material Jetting – MJ	Retirado ya soportes que contengan cera o gel - curado con UV - lijado y pintura

Fuente: (Briceño, 2017)

1.7. Técnicas de trabajo automotriz

Las técnicas referentes a trabajo automotriz que estén relacionadas con la impresión aditiva logran abarcar una serie de diferentes métodos y enfoques que se utilizan en diferentes procesos y etapas del diseño, desarrollo, producción e inclusive el mantenimiento de los vehículos (Gutierrez, 2022).

Prototipo rápido

La impresión aditiva logra que los fabricantes de autos pueden crear diferentes prototipos funcionales y visuales en un tiempo récord en comparación como se lo solía hacer anteriormente. Se utiliza por lo general para validar formas, tamaños y el tipo de ensamblaje antes de poder permitir la producción en masa de estos componentes. Las técnicas que más se utilizan son la FMD, SLA Y SLS, por las ventajas y facilidades que permiten al realizar este proceso, permitiendo la reducción de los costos y tiempos en el que puede desarrollarse en los nuevos modelos además facilita la toma de decisiones en diseño y pruebas posteriormente (Gutierrez, 2022).

Fabricación de herramientas

Las grandes empresas automotrices además de imprimir los componentes lo hacen con herramientas que sean más personalizadas ya sea soportes o guías. Estas herramientas pueden ayudar durante el proceso del ensamblaje precisando una unión adecuada entre piezas y componentes. La utilización de los procesos como FDM Y SLS logran ahorrar tiempo comparándolos con los métodos convencionales como el que se realiza en CNC. una de las características que muestra es el peso ligero,

son más económicas y proceso de reemplazo es más fácil. Esto logra aumentar considerablemente la eficiencia que se tengan en las líneas de producción (Gutierrez, 2022).

Producción de piezas fundamentales

Por medio de los procesos y utilización de tecnologías como DMLS y SLS se ha podido fabricar accesorios finales que sean más resistentes y funcionales. Estos logran incluir componentes mecánicos, soportes de motores, ductos que sean personalizados. La impresión aditiva logra que se produzca en geometrías mucho más complejas que las que permitía el método convencional. También logra la reducción del peso de las piezas sin poder comprometer la integridad de esta, se utilizan tanto en los prototipos a diseñar como en aquellos autos en circulación (Guasamba et al., 2021).

Personalización de parte

Esta impresión aditiva ha permitido que se puedan ofrecer a diferentes clientes partes y componentes que sean más personalizados. Accesorios como rejillas perillas logotipos y acabados que tengan un diseño único de acuerdo con las preferencias de cada persona. Se emplean tecnologías como SLA y MJ por la calidad estética que ofrecen luego del procesamiento. Esto logra agregar un valor estético a los componentes (Guasamba et al., 2021).

Fabricación y diseño de componentes bajo demanda

Diferentes fabricantes han logrado la impresión de componentes y partes que sirvan para repuestos tanto para modelos antiguos o aquellas ediciones que sean limitadas. De esta forma se puede evitar generar inventarios demasiado grandes o la producción de moldes que tengan elevados costos. FDM y SLS son aquellas técnicas que más se utilizan en este tipo de procesos, que resulta convencional tanto en talleres y la logística post venta. De esta forma se logra acelerar las reparaciones y una reducción en los costos de operación (Guasamba et al., 2021).

Fabricación de moldes

La fabricación aditiva ha logrado revolucionar la creación de moldes temporales que sirvan para fundición o termo formado. Esto también se aplica principalmente en producción de aquellos accesorios plásticos o metálicos que tengan un bajo volumen. La utilización de tecnologías como FDM, SLA, y BJ se utiliza dependiendo del tipo de molde o utilizar. Esto ha permitido que se puedan acelerar los procesos de fabricación sin la necesidad de poder realizar el mecanizado en bloques que generaban costos elevados. Suele ser ideal para aquellos prototipos que sean de serie corta (Guasamba et al., 2021).

1.8. Modelos matemáticos

El análisis de varianza *anova* se considera importante aplicarlo al estudio pues sirve como herramienta estadística que permite una determinación acerca de las estadísticas significativas que pueden existir entre grupos evaluados dada que se trabajó con diferentes materiales y se lo trata de comparar con los métodos de fabricación tradicional es importante y necesario que se comparen variables o diferentes aspectos como la rugosidad superficial o la resistencia mecánica, en esto *anova* permite que se pueda realizar verificaciones acerca de las variaciones observadas en estas propiedades.

Además, en los análisis comparativos mencionados también se incorpora modelos estadísticos de control de calidad y confiabilidad todo esto tiene la finalidad de poder realizar una evaluación de consistencia del proceso post procesado que se lo puede aplicar a las piezas impresas 3D sobre todo al tratarse de artefactos que puedan llegar a afectar de forma directa a la funcionalidad del producto final analizando parámetros como la textura el espesor o la misma resistencia, en la que se pueden utilizar herramientas de gráficas de control o gráficas de programas de cálculo muestra (Marti, 2017).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Para la realización de este proyecto de investigación se contará con la siguiente lista de materiales que se utilizarán con la finalidad de poder analizar los objetivos planteados

- Policarbonato: tipo de plástico resistente liviano y transparente utilizado en la fabricación de piezas como carcasas y componentes automotrices sobre todo en la parte automotriz (3dnatives, 2023).



Figura 3: Policarbonato

Fuente: (3dnatives, 2023).

- Asa: termoplástico utilizado en impresoras 3D con altas resistencias al desgaste y a los rayos UV



Figura 4: ASA

Fuente: (3dnatives, 2023)

- Nylon: es un tipo de fibra sintética resistente al desgaste se lo utiliza en componentes industriales o también en impresiones 3D (bcn3d, 2025)



Figura 5: Nylon

Fuente: (bcn3d, 2025)

- Impresora 3D: tipo de máquina que permite la creación de objetos tridimensionales por medio de la superposición de chapas de algún material en específico, a partir de algún modelo digital (artec3d, 2021).



Figura 6: Impresora 3D

Fuente: (artec3d, 2021).

- Software de diseño: programas que se utilizan para poder diseñar objetos en 2D o 3D que resultan esenciales en ingeniería y de fabricación (cadavshmeip, 2024).



Figura 7: Software de diseño

Fuente: (cadavshmeip, 2024).

- Paquete de Microsoft: conjuntos de programas de oficina utilizados para procesar textos y datos que permitan analizar por medio de tabla

2.2. VARIABLES

Es importante detallar y determinar las variables independientes y dependientes de este análisis investigativo que se despliega continuación

Tabla 4: Variables independiente

Variable	Tipo	Detalle
Tecnología de fabricación	Categórica	Impresión 3D vs moldeo por inyección
Tipo de material	Categórica	Nylon, ASA, Policarbonato
Tipo de post-procesado aplicado	Categórica	Lijado, vaporizado, recubrimiento, etc.

Fuente: Diseño Propio

Tabla 5: Variable dependiente

Variable	Tipo	Unidad / Instrumento
Rugosidad superficial (Ra)	Cuantitativa	Micras (μm) – Rugosímetro
Resistencia a la tracción	Cuantitativa	MPa – Máquina universal de ensayo
Módulo de elasticidad	Cuantitativa	MPa – Ensayo de tracción
Resistencia al impacto	Cuantitativa	Joules – Ensayo Charpy o Izod

Variable	Tipo	Unidad / Instrumento
Dureza superficial	Cuantitativa c	Escala Shore o Rockwell – Durómetro
Tiempo de post-procesado	Cuantitativa continua	Minutos – Cronometrado

Fuente: Diseño Propio

2.3. Metodología de diseño asistido por computadora

Esta investigación sigue un flujo estructurado que inicia con el diseño de la pieza automotriz en software de diseño, asegurando que su geometría sea representativa del componente original. Posteriormente, se procede a la fabricación mediante fabricación 3D, utilizando los materiales ASA, policarbonato y nylon, bajo parámetros optimizados para garantizar la reproducibilidad de las piezas. Una vez obtenidas, las muestras son sometidas a un proceso de post-procesado, empleando técnicas específicas de acabado superficial utilizadas en la industria automotriz. Diseño y modelado: Creación de la pieza en software de diseño.

- Fabricación: Fabricación 3D en ASA, policarbonato y nylon, más la pieza en su material original.
- Post-procesado: Aplicación de lijado, imprimación, pintura y recubrimientos automotrices.
- Evaluación: Medición de rugosidad, adherencia de pintura, resistencia mecánica y estética.

2.3.1. Diagrama de metodología CAM

La metodología que se describe CAM, es un tipo de proceso integrado que tiene como objetivo permitir diseñar simular y fabricar piezas con una precisión alta y en esta se combina software de diseño, análisis de comportamiento mecánico y manufactura asistida. Las fases consisten en la creación de un modelo 3D digital de la pieza que es esa mete a simulaciones que permitan validar la resistencia y funcionalidad y por último se llega a la etapa de fabricado utilizando técnicas de impresión 3D, de esta forma se logra optimizar parámetros como la temperatura y el post procesado. Este tipo de metodologías se basa principalmente en la reducción de errores, en la capacidad de poder mejorar la calidad del producto final, además de poder reducir tiempos y costos (Carrera y Lopez, 2023)..

Este tipo de diagrama representa el flujo de trabajo que puede integrarse a un diseño, un tipo de simulación y fabricación asistirá por medio de un software de computadora. Se lo utiliza generalmente en las industrias de tipo automotriz y manufactura avanzada en este tipo de procesos (Carrera y Lopez, 2023).

Figura 8: Diagrama CAM



Fuente: (Carrera y Lopez, 2023)

Realizar este tipo de metodologías tiene ventajas sobre todo porque se puede reducir de gran manera los errores que suelen aparecer entre el diseño y la fabricación de las piezas, además de poder optimizar de mejor manera la relación que existe entre el material y el costo, al poder desarrollar una metodología para realizar esto se permite tener mayor velocidad entre los ciclos de los procesos que permiten que la manufactura aditiva y la tradicional se integre de mejor manera entre sí mejorando sustancialmente la calidad del producto final.

Para realizar este diseño y la metodología correspondiente se eligió el retrovisor considerando que es uno de los elementos más prácticos y accesibles para realizar el diseño además que puede resultar accesible para realizar los análisis de pruebas de post procesamiento posteriores y poder compararlo con uno que esté diseñado por métodos tradicionales

Software de diseño

Para realizar el diseño se eligió la parte del retrovisor del carro, y en la figura 4 se puede observar el diseño que posteriormente se lo imprimirá para el análisis de las pruebas.

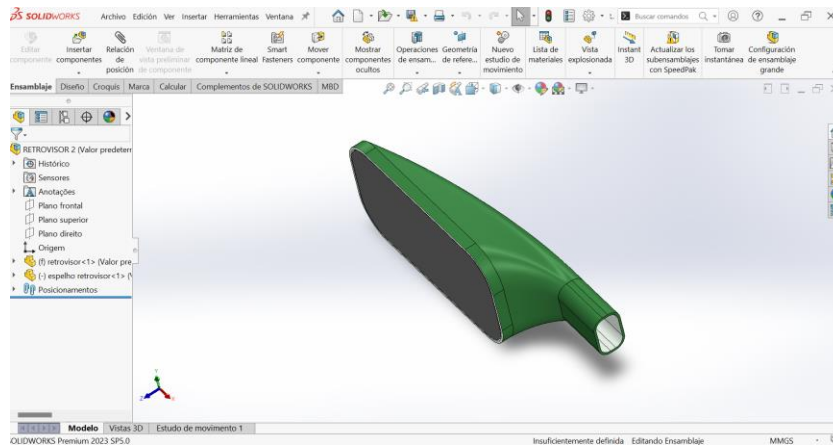


Figura 9: Diseño

Fuente: Diseño Propio

Fabricación CAM

Para realizar esta fabricación se utiliza el tipo de polímero de acuerdo con el análisis que se vaya a realizar, además se verifica que pueda cumplir especificaciones y la utilización como el material real que es la de cubrir el retrovisor



Figura 10: fabricación de la tapa del retrovisor

Fuente: Diseño Propio

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Luego de haber realizado las impresiones con estos 3 tipos de materiales sintéticos como lo es el nylon, el policarbonato y el asa, Se procedió a realizar un análisis y comparativa en diferentes aspectos como lo es la rigurosidad, el brillo, la adherencia, y el rayado en base a la escala Mohs, con la finalidad de poder identificar cuál de estos materiales presenta mejores características post procesado, que pueda utilizarse en diferentes componentes automotrices cómo se observa en la tabla 4, y se observa en la figura la comparativa con el modelo propio.



Figura 11: Comparativa entre modelo impreso y propio

Fuente: Diseño Propio

Los datos que se muestran a continuación muestran los resultados del análisis aplicado a cada uno de los materiales termo formados en los que se midieron aspectos como la rugosidad que se le midió con un rugosímetro que permite detectar micro altibajos, el brillo, la adherencia, y el rayado de la escala de Mohs -

Material	Muestra	Rugosidad Ra (μm)	Brillo (GU a 60°)	Adherencia (N)	Rayado (Escala Mohs)
ABS Termoformado (Original)	ABS-1	0,7	90,99	47	3,8
ABS Termoformado (Original)	ABS-2	0,45	92,08	48	4
ABS Termoformado (Original)	ABS-3	1,07	86,83	46	3,9
ASA 3D	ASA-1	1,26	76,39	42	3,5
ASA 3D	ASA-2	1,27	80,14	44	3
ASA 3D	ASA-3	1,36	84,49	43	3,2
Nylon 3D	Nylon-1	1,8	66,6	38	2,5
Nylon 3D	Nylon-2	1,53	69,94	37	2,8
Nylon 3D	Nylon-3	2,05	71,63	39	2,7
PC 3D	PC-1	1,16	81,96	51	4,5
PC 3D	PC-2	1,03	83,57	53	4,8
PC 3D	PC-3	0,88	89,87	52	4,6

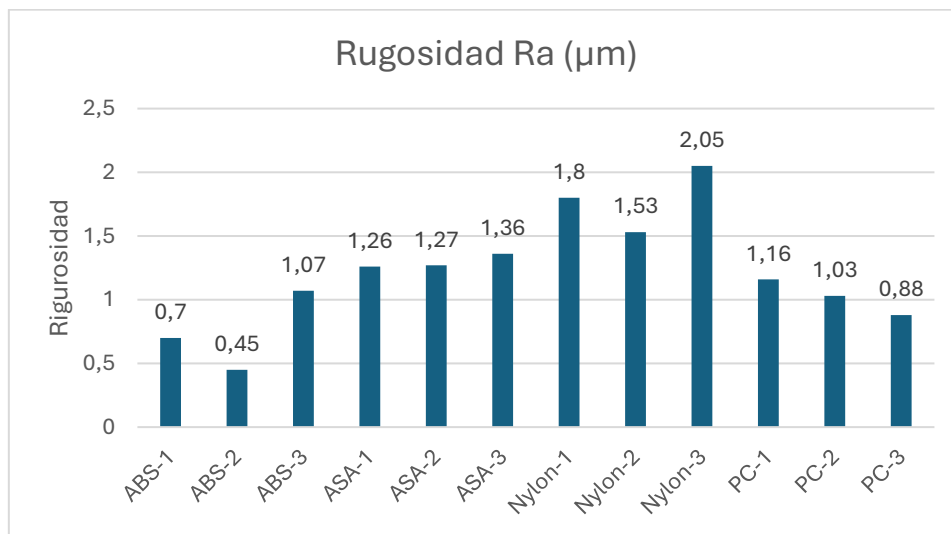
Tabla 6: Resultado de las pruebas

Fuente: Diseño propio

Para identificar la rugosidad de los componentes se utilizó un rugosímetro del contacto, colocándolo en la base de cada uno de estos materiales y poder obtener un valor promedio por medio de varias repeticiones de medición en las que se obtuvo los valores que se muestran en la tabla 4, y se identificó que las 2 impresiones en nylon obtuvieron el valor más alto, que fueron 2.05 y 1,8 respectivamente.

Este análisis de rugosidad está basado en la norma internacional ISO 4287:1997, que define los parámetros que debe existir en una textura superficial, En la que se aplica el parámetro Ra, y procedimientos de medición que se especifican en esta norma

Figura 12: Rugosidad Ra (μm)



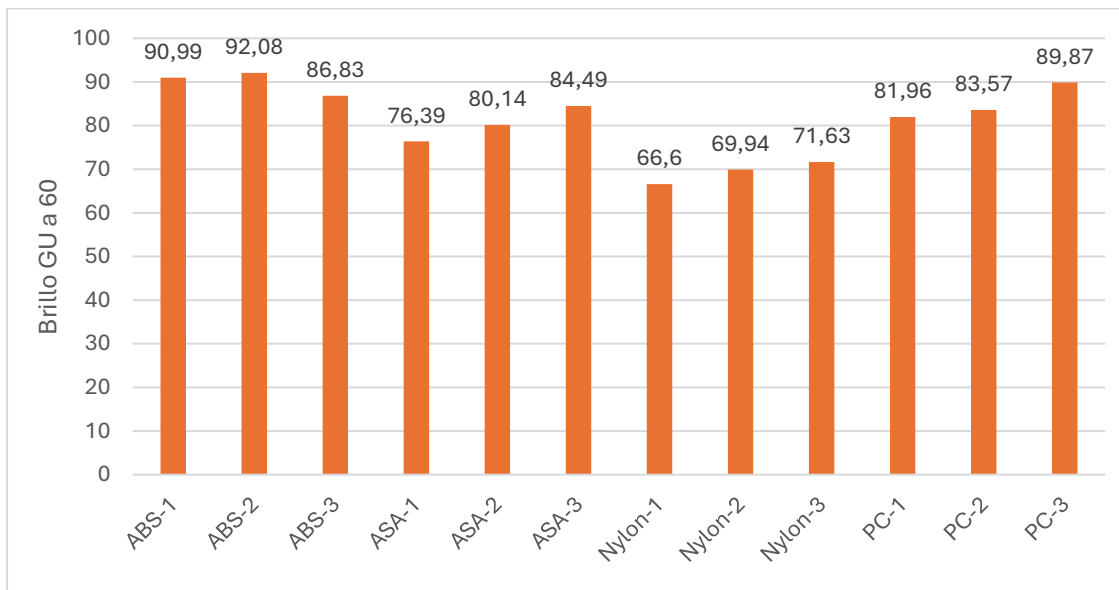
Fuente: Diseño propio

Con lo evidenciado en la figura 12 se determina que el nylon tiene mayor rugosidad efecto del proceso de la impresión por lo que sería considerado el menos apto para este tipo de acabadas.

La prueba de brillo se la utiliza para poder realizar mediciones del nivel de reflexión especular de la luz se lo utiliza principalmente para controlar la estética y la calidad que pueda tener las piezas en el post procesado sobre todo si está va a ser recubierta con pintura para lo cual se utiliza un brillo metro, los valores más alto se obtuvieron en el ABS.

Para la prueba de brillo una de las técnicas que más son adecuadas y reconocidas es la ASTM D523 - 22, En la que se define este procedimiento para medir el brillo de superficies planas por medio de un glosímetro a diferentes ángulos, esto va a depender del tipo de superficie y del nivel de brillo que se desea obtener, por lo general es más utilizada en lo que respecta a acabados automotrices y aquellos materiales que hayan sido impresos en 3D.

Figura 13: Brillo (GU a 60°)

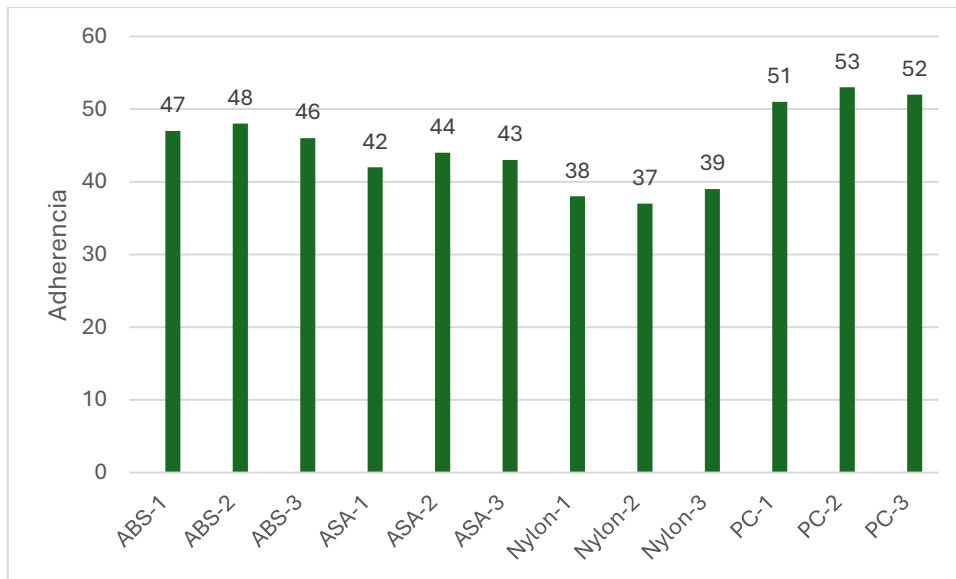


Fuente: Diseño propio

Para poder realizar la prueba de adherencia que se basa en la adherencia de diferentes recubrimientos como la pintura o el barniz, Se coloca un tipo de adhesivo y se deja curar, para después aplicar una fuerza de tracción hasta que ésta se desprenda, esta fuerza aplicada será en newtons hasta que se rompa, el PC-3 fue el tipo de material que más fuerza resistió antes de romperse.

La prueba de adherencia en los recubrimientos estuvo realizada de acuerdo con un enfoque estándar ASTM D3359-17, Sale utiliza el método b es decir corten rejilla, para esto es necesario aplicar una cinta adhesiva de tipo específico en una zona cortada y retirarla bruscamente de esta forma se podrá evaluar visualmente la cantidad de recubrimiento desprendido, los resultados que se obtienen pueden clasificarse en una escala.

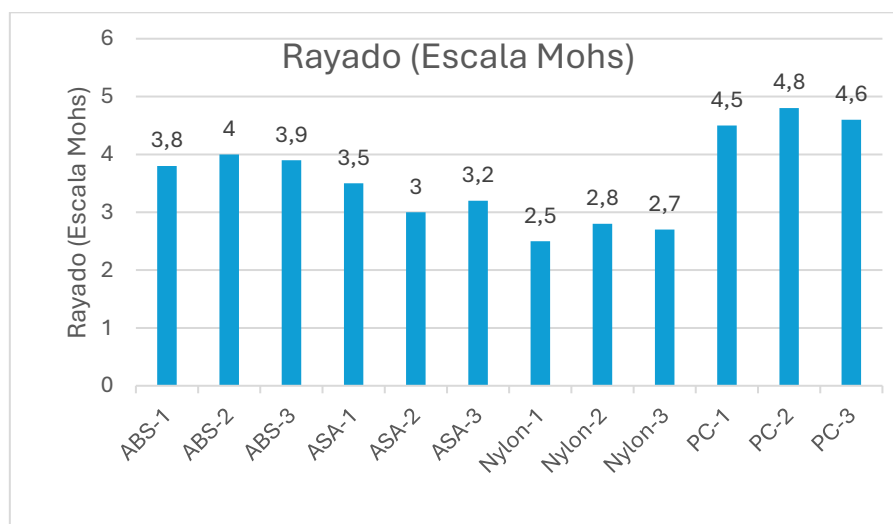
Figura 14: Adherencia (N)



Fuente: Diseño propio

La prueba que se le aplicó para determinar el rayado en base a la escala Mohs, se lo utiliza con la finalidad de determinar una dureza superficial de los materiales ese tipo de prueba cualitativa que se le aplica sobre todo en materiales impresos 3D, en las que se establece ponderaciones de 1 a 10 para determinar el material con más dureza, en las que el PC obtuvo el valor más alto con 4,8. Hay que aclarar que la escala de MOHS es una prueba cualitativa que se la utiliza ampliamente en contextos industriales y académico es decir que no existe una norma ISO O ASTM que logre regular exclusivamente los valores en los datos obtenidos.

Figura 15: Rayado (Escala Mohs)



Fuente: Diseño propio

CONCLUSIONES

Los resultados después de haber realizado las comparaciones en diferentes pruebas para determinar el material que mejor se adapte a los post procesados demostraron diferentes cualidades y poder comparar qué material otorga un mejor acabado superficial, en lo que respecta al rayado el policarbonato demostró tener mayor durabilidad y dureza superficial para realizar esta prueba, con valores de 4,8 el PC-2 , seguida del ABS, a su vez la prueba de adherencia también mostró que el policarbonato presenta mejor adherencia para lo que es los aditivos y pinturas que se lo aplica para la estética, en lo que respecta al brillo el ABS -2 mostró tener mayores características en la prueba a 60° que el resto de materiales que se analizó, por último la prueba de rugosidad mostró que el nylon presenta un valor de 1 en los resultados que fue la más alta de todos, con esto se puede analizar de forma general que cada una de las materiales presenta características que lo hacen adecuado y en sí cada uno de ellos resulta adecuado para su utilización dependiendo las características y necesidades que se deseen al momento de realizar la impresión 3D de algún componente de automóvil no sé qué más poner

Tras realizar una comparativa entre la geometría y la funcionalidad que existen en los modelos impresos por medio de manufactura aditiva con la pieza original que se obtiene por moldeo, se pudo determinar que las piezas que se fabrican por manufactura aditiva logran cumplir adecuadamente los requerimientos geométricos y funcionales. A pesar de que se pueden presentar ciertas diferencias mínimas en los parámetros estéticos como el acabado superficial, estas piezas impresas logran mostrar un ajuste correcto y poseen la capacidad de integrarse correctamente en una aplicación automotriz, esto logra evidenciar una viabilidad técnica al momento de utilizar este tipo de tecnologías para reproducir componentes que suelen ser complejos sobre todo por sus formas

Los resultados experimentales lograron demostrar que los polímeros que se utilizaron poseen características que las diferencian unas de otras estas pueden ser aprovechadas de acuerdo con el tipo de requerimiento específico que se requiera para cada componente. La rugosidad superficial elevada en nylon por ejemplo logra limitar su utilización si se requiere acabados visibles sin embargo puede ser útil en piezas internas. A su vez el ASA logró destacar por una estabilidad dimensional y resistencia UV, mientras que el policarbonato logró demostrar excelentes adherencias a recubrimientos y durezas superficiales. Esto puede confirmar que la selección del material debe estar condicionada por diferentes criterios funcionales estéticos y de requerimiento en el procesamiento post procesado.

BIBLIOGRAFÍA

- 3dnatives. (2023). *3dnatives*. <https://www.3dnatives.com/es/el-plastico-de-policarbonato-en-la-impresion-3d-110220202/>
- 3dnatives. (2023). *Las características del plástico ASA en la impresión 3D*. <https://www.3dnatives.com/es/caracteristicas-plastico-asa-130820202/>
- 3dnatives. (2023). *¿Qué características tiene el nylon en la impresión 3D?* <https://www.3dnatives.com/es/caracteristicas-tiene-nylon-en-impresion-3d-120320202/#!>
- Alami, A., Ghani Olabi, A., Alashkar, A., Alasad, S., & Aljaghoub, H. (2023). Additive manufacturing in the aerospace and automotive industries: Recent trends and role in achieving sustainable development goals. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(14). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102516>
- Alzamora, H. (2023). *Impresión 3D de Autopartes de Vehículos con Aplicación de Proceso de Fundición de Hilo de Ácido Poliláctico (PLA)*. Tesis de pregrado [Repositorio UIDE], Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/5887/1/UIDE-G-TMA-2023-19.pdf>
- artec3d. (s.f.). *¿Cómo funciona una impresora 3D?* (2023) <https://www.artec3d.com/es/learning-center/how-does-a-3d-printer-work>
- bcn3d. (2025). *Sigue nuestros consejos sobre impresión 3D nylon para conseguir piezas indestructibles*. <https://www.bcn3d.com/es/sigue-nuestros-consejos-sobre-impresion-3d-nylon-para-conseguir-piezas-indestructibles/>
- Bekas, D., Hou, Y., Liu, Y., & Panesar, A. (2019). Impresión 3D para permitir la multifuncionalidad en compuestos basados en polímeros: una revisión. *Composites Part B: Engineering*, 179. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107540>.
- Benavides, M. (2025). *DESARROLLO DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA LA FABRICACIÓN DE AUTOPARTES PLÁSTICAS CON IMPRESIÓN 3D – CASO DE ESTUDIO IBARRA*. Tesis de Maestría [Repositorio UTN], UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16924/2/Pg%202014%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Beñegil, R., & Sainz, F. (2022). *INVESTIGACIÓN DE MATERIALES PARA IMPRESIÓN 3D DE TEJIDOS*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID . https://oa.upm.es/71120/3/TFM_RAQUEL_BANEGIL_COLLADO.pdf
- Briceño, B. (2017). *EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE IMPRESIÓN 3D, MODELADO DE FUSIÓN POR DEPOSICIÓN (FDM) Y TECNOLOGÍA POLYJET, APLICADA A LA FABRICACIÓN DE CONDUCTOS DE AIRE DE LA CAMIONETA TOYOTA STOUT 2200*. Tesis de pregrado [Repositorio UIDE], Universidad Internacional del Ecuador. https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2628/12/TEISIS%20UISEK%20_%20Bryan%20Brice%20C3%B1o.pdf
- cadavshmeip. (2024). *¿Qué es mejor aprender solid o SolidWorks?* <https://www.cadavshmeip.com/blog/art-1/diferencias-solidworks-autocad-371>

- Cano-Vicent, A., Tambuwala, M., Hassan, S., Barh, D., Aljabali, A., & Arjunan, A. (2021). Fused deposition modelling: Current status, methodology, applications and future prospects. *Additive Manufacturing*, 47. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102378>
- Carrera , P., & Lopez, J. (2023). *DISEÑO ESBELTO DE UN FOLDER DE TIPO SOBRE CINTA CON PIE DE SUJECIÓN PARA UNA MÁQUINA TIRADORA RECTA PLANA TEXTIL INDUSTRIAL MEDIANTE APLICACIÓN DE SOFTWARE CAD – CAE*. Tesis de pregrado [Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana. [/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24582/1/TTS1273.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24582/1/TTS1273.pdf)
- Dizon, R., Gache, C., Cascolan, M., & Cancino , L. (2021). Posprocesamiento de polímeros impresos en 3D. *MDPI*, 9(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/technologies9030061>
- filament2print. (2018). *¿Qué es el ASA en la impresión 3D?* filament2print: <https://filament2print.com/es/blog/asa-impresion-3d?slug=asa-impresion-3d&module=smartblog>
- Freire , O., & Lastra, F. (2023). *DISEÑO Y MONTAJE DE UNA UNIDAD DE MANUFACTURA ADITIVA DE AUTOPARTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y ACCESORIOS DEL COMPARTIMIENTO DEL MOTOR DEL VEHÍCULO HAVAL M4 PARA LA EMPRESA CIOTEC*. Tesis de pregrado [Repositorio EPN], ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL . <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/24770/1/CD%2013488.pdf>
- Guasamba , J., Omaras, D., Saenz, E., & Granda, C. (2021). Efecto de los Aditivos Lubricantes Cuando se Prueba en Régimen de Lubricación hidrodinámica (motores). *Polo del Conocimiento*, 6(8), 1096-1117. <https://doi.org/DOI: 10.23857/pc.v6i8.3002>
- Gutierrez, D. (2022). *Análisis de la influencia de los aditivos mejoradores del índice de viscosidad sobre las emisiones contaminantes y torque de un motor de combustion interna alternativo*. Tesis de pregrado [Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23185/1/UPS-CT010042.pdf>
- Islam, M., Mobarak, M., Hossain Rimon, M., Al Mahmud, M., & Ghosh, J. (2024). Additive manufacturing in polymer research: Advances, synthesis, and applications. *Polymer Testing*, 132. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2024.108364>
- Marti, B. (2017). *ESTUDIO SOBRE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FABRICACIÓN EN UNA IMPRESORA 3D CON TECNOLOGÍA FDM*. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/106056/TFG_Volumen%20I_Memoria.pdf
- Mateo , C. (2023). *DISEÑO DE UN KIT DE LIJADO QUE AYUDE A MEJORAR EL PROCESO PRE Y POST IMPRIMACION DE PINTURA AUTOMOTRIZ*. Tesis de pregrado [Repositorio UAZUAY], Universidad de Azuay. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15210/2/04%20AUT%20015%20Tesis.pdf>
- Pacheco, G. (2019). *Análisis de tracción de porbetas impresas en 3D mediante depositos de hilo fundido de PLA, ABS, Y PLA/MLO*. Tesis de Pregrado [Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17123/1/UPS-CT008182.pdf>

Patiño , D. (2022). *Estudio y caracterizacion de propiedades mecanicas de piezas compuestas de fibras carbono y bylon producidas mediante impresion 3d*. Tesis de pregrado [Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana.
[/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23647/1/UPS-GT003988.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23647/1/UPS-GT003988.pdf)

Perez, S., & Vasco, K. (2024). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE CONTROL DE TEMPERATURA PARA IMPRESIÓN 3D-FDM DE POLICARBONATO Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS TECNOLÓGICOS ÓPTIMOS MEDIANTE EL DISEÑO FACTORIAL*. Tesis de pregrado [Reporitorio ESPOCH], ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/23387/1/85T00870.pdf