



Powered by  
**Arizona State University**

## **ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo integración Curricular previa a la  
obtención del título de Ingeniero Automotriz**

### **AUTORES:**

Patricio Hector Taris Pucha

Israel David Lascano Galarrga

Santiago Andres Romero Cachumba

### **TUTOR:**

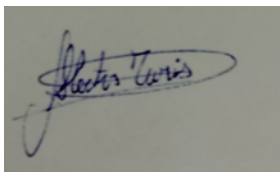
Ing. Gabriela Stefany Tapia Chávez

**Manufactura aditiva con resinas de alto desempeño y su caracterización mecánica en  
aplicaciones automotrices no estructurales.**



## CERTIFICACIÓN

Nosotros, PATRICIO HECTOR TARIS PUCHA, SANTIAGO ANDRES ROMERO CACHUMBA y ISRAEL DAVID LASCANO GALARRAGA 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, reglamento y leyes.



---

HÉCTOR PATRICIO TARIS PUCHA

CI. 1725402554



---

SANTIAGO ANDRES ROMERO CACHUMBA

CI. 1722553151



---

ISRAEL DAVID LASCANO GALÁRRAGA

CI. 1722267349

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

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

---

**Firma**  
0502486376

## **Dedicatoria**

A mi madre, Maruja, por su amor incondicional, su paciencia inagotable y la fuerza que me infundió para seguir adelante en cada paso de este proyecto.

A mis hermanos, Juan y Mauricio, por estar siempre a mi lado, por sus palabras de ánimo y su apoyo constante en los momentos más difíciles.

Este trabajo es también suyo, pues sin ustedes no habría sido posible.

Héctor Patricio Taris Pucha

## **Agradecimiento**

A mi madre, Maruja, por su amor incondicional, su paciencia inagotable y la fuerza constante que infundió en mí para emprender este camino académico.

A mis hermanos, Juan y Mauricio, por su compañía, su ánimo inquebrantable y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

Y con profundo agradecimiento a todos los que hicieron posible este trabajo:

Gracias a mi familia por sostenerme con su apoyo emocional y sus palabras de aliento. A mis profesores, compañeros y al personal de la universidad por compartir sus conocimientos, por sus críticas constructivas y por inspirarme a crecer.

Este proyecto es el reflejo de un esfuerzo compartido, y lo dedico con gratitud a ustedes.

Héctor Patricio Taris Pucha

## **Dedicatoria**

A Dios, por su infinita bondad y por acompañarme en cada paso de este camino, por darme la perseverancia, la salud y la fe para culminar esta etapa tan importante.

A mis abuelitos Edith y Lenin, por su amor incondicional, por ser mi inspiración diaria y por enseñarme que los sueños se alcanzan con trabajo, humildad y esperanza, gracias por ser mi refugio, mi motivación y mi razón para seguir adelante.

ISRAEL DAVID LASCANO GALÁRRAGA

## **Agradecimiento**

Este artículo científico está dedicado a mis abuelitos Edith y Lenin, por ser mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y sabiduría.

Por cada consejo, por su apoyo incondicional y por creer siempre en mí, incluso cuando las fuerzas flaqueaban. Esta meta es tan mía como suya.

A Dios, por darme la vida, la fortaleza y las oportunidades necesarias para llegar hasta este momento sin su guía, nada de esto habría sido posible.

ISRAEL DAVID LASCANO GALÁRRAGA

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi madre Rosa, fuente de inspiración y ejemplo de perseverancia; a mi hermana Diana, por su constante apoyo y compañía; y a mi comprometida Lilian, por su comprensión y aliento inquebrantable durante el desarrollo de esta investigación.

Este logro refleja el esfuerzo compartido y el amor que me han impulsado a continuar.

Santiago Andrés Romero Cachumba

## **Agradecimiento**

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), por ser el espacio donde adquirí los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollar esta investigación.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Automotriz, por su orientación, dedicación y compromiso con la formación profesional.

Y a mi familia, especialmente a mi madre Rosa, a mi hermana Diana y a mi comprometida Lilian, por su apoyo incondicional, su paciencia y la motivación constante que me brindaron a lo largo de este proceso académico.

Santiago Andrés Romero Cachumba

## Índice de Contenido

Resumen.....	15
Abstract.....	16
Introducción .....	17
Marco Teórico.....	18
Manufactura Aditiva .....	18
Tecnología de impresión 3D con resina.....	18
Proceso de fotopolimerización con resina.....	19
Resina Tough.....	19
Resina High Temp.....	20
Materiales y Métodos.....	21
Métodos.....	21
Impresora 3D.....	22
Software y materiales .....	24
Proceso .....	25
Laminador en Blu Lava - PC-Like strength Tough Resin .....	27
Laminador en Siraya Tech Sculpt-High Temperature Resistant Resin.....	28
Proceso de impresión en resina .....	30
Preparación y dimensiones de las probetas de ensayo .....	30
Resultados y Discusión.....	32
Escaneo 3D.....	32
Ensayo de tracción .....	33
Ensayo de flexión.....	35
Ensayo de temperatura en la tapa de aceite.....	37
Discusión.....	40
Conclusiones.....	41
Bibliografía .....	42
Anexos .....	43

## Índice de Tablas

Tabla 1	Características de la impresora .....	22
Tabla 2	Propiedades típicas de resina tipo Toug .....	23
Tabla 3	Propiedades típicas de resina tipo PC-like / High Temperature .....	24
Tabla 4	Comparación de resultados tracción .....	34
Tabla 5	Comparación de resultados flexión.....	37
Tabla 6	Resultados de temperatura ambiente, motor y recorrido .....	39

## Índices de Figuras

Figura 1 Impresión 3D .....	18
Figura 2 Toma de medidas alerón .....	25
Figura 3 Toma de medidas tapa de aceite .....	26
Figura 4 Software Blender Alerón Swift .....	26
Figura 5 Diseño en fusión 360 Tapa Corsa 1.4 .....	27
Figura 6 Datos de Impresión en Anycubic.....	28
Figura 7 Datos de Impresión en Anycubic.....	28
Figura 8 Anycubic Laminador .....	29
Figura 9 Anycubic Laminador .....	29
Figura 10 Impresión en resina.....	30
Figura 11 Impresión 3D Tapa aceite de motor .....	32
Figura 12 Impresión 3D Alerón .....	32
Figura 13 Ensayo de tracción.....	33
Figura 14 Diagrama de esfuerzo - deformación .....	34
Figura 15 Prueba de flexión.....	35
Figura 16 Diagrama de esfuerzo – deformación.....	36
Figura 17 Ensayo de temperatura en tapa de aceite.....	37
Figura 18 Prueba de temperatura .....	38

## Índices de Anexos

Anexo 1 .....	43
Anexo 2 .....	43
Anexo 3 .....	43
Anexo 4 .....	44
Anexo 5 .....	45
Anexo 6 .....	45
Anexo 7 <i>Evidencia del proceso de impresión 3D en resina</i> .....	47
Anexo 8 <i>Pieza en resina en etapa de impresión</i> .....	47
Anexo 9 <i>Características técnicas destacadas del equipo de lavado y curado UV</i> .....	48
Anexo 10 <i>Modelo digital obtenido por escaneo 3D en el software SHINING 3D (EinStar)</i> .....	48
Anexo 11 <i>Componente automotriz seleccionado (alerón/deflector)</i> .....	49
Anexo 12 .....	49
Anexo 13 <i>Piezas impresas en resina (vista interior)</i> .....	50
Anexo 14 <i>Modelo 3D del componente (tapa) en Blender</i> .....	50
Anexo 15 <i>Impresora 3D de resina Photon Mono M5s</i> .....	51
Anexo 16 .....	51
Anexo 17 <i>Posprocesado de la pieza impresa</i> .....	51
Anexo 18 <i>Alerón/deflector impreso en resina</i> .....	52
Anexo 19 <i>Preparación de la probeta para ensayo mecánico en máquina universal de pruebas</i> ..	52
Anexo 20 <i>Registro del ensayo mecánico</i> .....	53
Anexo 21 <i>Montaje del ensayo de flexión en tres puntos en la máquina universal de pruebas</i> ....	53
Anexo 22 <i>Inspección del compartimiento del motor para identificación del componente a intervenir</i> .....	54
Anexo 23 <i>Alcohol antibacterial utilizado para la limpieza de piezas y equipos durante el posprocesado</i> .....	56
Anexo 24 <i>Escaneo 3D en progreso del componente en el software SHINING 3D (EinScan-SP)</i> .....	56
Anexo 25 <i>Área de trabajo y equipos de posprocesado para impresión 3D en resina (lavado, curado y almacenamiento)</i> .....	58
Anexo 26 <i>Probeta para ensayo de tracción (muestra impresa en resina)</i> .....	58
Anexo 27 <i>Elementos de bioseguridad y limpieza utilizados en el manejo de resina</i> .....	59
Anexo 28 <i>Resinas empleadas en la impresión 3D y herramientas de posprocesado</i> .....	59

# MANUFACTURA ADITIVA CON RESINAS DE ALTO DESEMPEÑO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COMPONENTES Y LA GENERACIÓN DE SOLUCIONES LOGÍSTICAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Ing. Gabriela Chávez T. Msc<sup>III</sup>, Patricio Taris P.<sup>2</sup>, Santiago Romero C.<sup>3</sup>, Israel Lascano G.<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Magister Advanced manufacturing technology and Systems management- The university of Manchester; [gachavezta@uide.edu.ec](mailto:gachavezta@uide.edu.ec)  
c, Quito – Ecuador

<sup>2</sup> Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador; [hetarisp@uide.edu.ec](mailto:hetarisp@uide.edu.ec), Quito - Ecuador

<sup>3</sup> Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador; [saromeroca@uide.edu.ec](mailto:saromeroca@uide.edu.ec), Quito –Ecuador

<sup>4</sup> Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador; [islascanoga@uide.edu.ec](mailto:islascanoga@uide.edu.ec), Quito –Ecuador

## Resumen

Introducción: Abordar la reposición de componentes automotrices cuando los repuestos originales presentar altos costos, limitada disponibilidad en el mercado o extensos tiempos de importación una problemática recurrente que afecta la operatividad de los vehículos y aumenta los costos. Frente a esta situación, analizar la ingeniería inversa como una alternativa tecnológica viable para fabricar piezas funcionales.

Diseñar y fabricar dos componentes vehiculares representativos: un elemento de la carrocería exterior y una tapa del sistema de lubricación del motor, seleccionados por que presentan diferentes condiciones, tales como solicitaciones mecánicas, exposición térmica e incluso exigencias dimensionales. Emplear resinas de alto desempeño y utilizar tecnologías de escaneo tridimensional, modelado asistido por computadora e impresión 3D para reproducir las geometrías originales.

Aplicar una metodología experimental para comprobar el comportamiento de los materiales. Realizar ensayos mecánicos de tracción y flexión con el objetivo de determinar resistencia, rigidez y comportamiento frente a la deformación, así como efectuar evaluaciones térmicas. Ejecutar todos los ensayos conforme a normas ASTM para garantizar la validez y repetibilidad de los resultados obtenidos.

Analizar los resultados para evidenciar diferencias significativas entre los materiales evaluados. Identificar que uno de los materiales presentar mayor rigidez, resistencia mecánica y mejor acabado superficial, mientras que otro mostrar un desempeño superior frente a temperaturas elevadas. Concluir que seleccionar el material adecuado según la función del componente permite demostrar que la impresión 3D en resinas técnicas constituir una solución eficiente, funcional y confiable para la reposición de piezas automotrices.

**Palabras clave:** Ingeniería inversa, Componentes automotrices, Resinas técnicas, Ensayos mecánicos, Evaluación térmica.

## **Abstract**

Introduction: To address the replacement of automotive components when original spare parts present high costs, limited market availability, or long import times, a recurring problem that affects vehicle operability and increases maintenance costs. In response to this situation, to analyze reverse engineering as a viable technological alternative to manufacture functional parts.

To design and manufacture two representative automotive components: an exterior bodywork element and an engine lubrication system cap, selected because they present different service conditions, such as mechanical loads, thermal exposure, and dimensional requirements. To employ high-performance resins and to use three-dimensional scanning technologies, computer-aided design, and 3D printing to reproduce the original geometries.

To apply an experimental methodology to evaluate the behavior of the materials. To perform mechanical tensile and flexural tests in order to determine strength, stiffness, and deformation behavior, as well as to carry out thermal evaluations. To execute all tests in accordance with ASTM standards to ensure the validity and repeatability of the obtained results.

To analyze the results in order to demonstrate significant differences between the evaluated materials. To identify that one material presents higher stiffness, greater mechanical strength, and better surface finish, while another shows superior performance under elevated temperatures. To conclude that selecting the appropriate material according to the function of the component makes it possible to demonstrate that 3D printing using technical resins constitutes an efficient, functional, and reliable solution for the replacement of automotive parts.

Keywords: Reverse engineering, Automotive components, Technical resins, Mechanical testing, Thermal evaluation

## Introducción

La industria automotriz se encuentra en un proceso de transformación tecnológica orientado a la eficiencia, sostenibilidad y personalización de sus productos, la manufactura aditiva, en especial la impresión 3D con resinas fotopoliméricas de alto desempeño, ha emergido como una herramienta para la optimización del diseño, reducción de costos y desarrollo ágil de componentes.

Esta tecnología permite fabricar piezas complejas con alta precisión y bajo desperdicio de material. Los componentes automotrices han sido fabricados con materiales como el ABS o el aluminio, reconocidos por su resistencia mecánica y durabilidad.

Los procesos convencionales asociados a estos materiales presentan limitaciones frente a las alternativas emergentes en este contexto, las resinas fotopoliméricas avanzadas, como la Tough Resin y la High Temp Resin, ofrecen propiedades mecánicas y térmicas, además de ventajas en términos de ligereza, precisión dimensional y adaptabilidad. Estas características abren la posibilidad de aplicar la impresión 3D no solo al prototipado, sino también a la fabricación de piezas funcionales en el sector automotriz.

Esta investigación propone evaluar la viabilidad técnica y funcional de fabricar dos componentes automotrices, un alerón para Suzuki Swift 1.2 Hybrid y una tapa de aceite para Chevrolet Corsa, mediante impresión 3D en resina fotopolimérica.

Para ello, se realizará el diseño mediante ingeniería inversa, la fabricación de las piezas utilizando resinas fotopoliméricas Tough y High Temp, y la evaluación de su comportamiento mecánico y térmico mediante ensayos de tracción, flexión y resistencia térmica, con el fin de analizar su desempeño dentro de un alcance experimental controlado.

La importancia de este estudio radica en demostrar el potencial de las resinas de alto desempeño como una alternativa real para aplicaciones automotrices en el mercado automotriz ecuatoriano, donde la adopción de tecnologías de fabricación digital está en crecimiento. Además, la investigación busca fomentar la innovación tecnológica y ofreciendo soluciones logísticas y de manufactura que impulsen el desarrollo local en talleres, centros de prototipado y empresas del sector automotriz.

## Marco Teórico

### Manufactura Aditiva

La Manufactura Aditiva, también conocida como Manufactura por Capas o Impresión Tridimensional, constituye una denominación oficial en la industria manufacturera, cuya definición está establecida en la norma ASTM F2792. Este término engloba todas las tecnologías de prototipado rápido y se describe como un proceso mediante el cual se añaden o fusionan materiales de forma secuencial, capa por capa, con el propósito de generar objetos tridimensionales a partir de modelos sólidos desarrollados en software de diseño asistido por computadora.

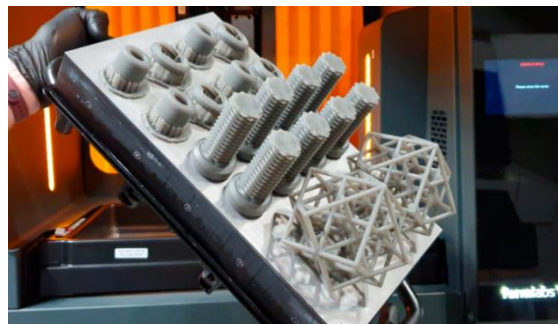
La manufactura aditiva permite la fabricación de estructuras tridimensionales directamente desde un archivo digital, siguiendo un principio de adición de material, generalmente en capas delgadas de polímeros, metales u otros compuestos. Esta tecnología ofrece la capacidad de producir geometrías complejas que resultaban inviables mediante métodos convencionales como la fundición o el mecanizado, los cuales se basan en la remoción de material. Actualmente, la manufactura aditiva se emplea principalmente en la producción de series pequeñas o piezas personalizadas destinadas a sectores industriales especializados. Entre los primeros en adoptar esta tecnología destacan las industrias automotrices de alta gama, aeroespacial y de bienes de consumo, debido a su capacidad para optimizar el desarrollo de prototipos y componentes de alto rendimiento. (Quezada, 2023)

### Tecnología de impresión 3D con resina

La impresión 3D con resina se ha convertido en una de las tecnologías más precisas y versátiles del ámbito de la manufactura aditiva. A diferencia de la impresión por filamento, utiliza luz para curar la resina líquida capa por capa, logrando piezas con gran detalle y acabados de alta calidad.

#### Figura 1

*Impresión 3D*



Fuente. 3D Native

Existen tres principales tecnologías:

**Estereolitografía (SLA):** Emplea un láser UV para endurecer la resina y ofrece máxima precisión.

**Procesamiento de Luz Digital (DLP):** Usa un proyector digital para curar capas completas de forma más rápida.

**Pantalla de Cristal Líquido (LCD):** Utiliza una pantalla de cristal líquido, siendo más económica y eficiente para pequeñas producciones.

Entre sus ventajas destacan la alta resolución, la rapidez de fabricación, la variedad de aplicaciones y la disponibilidad de materiales especializados como resinas resistentes al impacto. Sin embargo, presenta limitaciones como el alto costo del equipo y materiales y la toxicidad de las resinas, que requieren procesos de curado adicionales y manipulación cuidadosa. En conjunto, la impresión 3D con resina representa una herramienta fundamental para la creación de componentes de precisión en sectores como la automotriz, médica y aeroespacial. (Omnipro3d, 2024)

## **Proceso de fotopolimerización con resina**

Las resinas compuestas están constituidas por una matriz orgánica compuesta de monómeros y una fase inorgánica que refuerza su estructura. Durante el proceso de fotopolimerización, la exposición de la resina a una fuente de luz activa los iniciadores que liberan radicales libres, los cuales rompen los enlaces dobles de carbono presentes en los monómeros. Este fenómeno permite que las moléculas se unan formando cadenas poliméricas, endureciendo progresivamente el material hasta alcanzar la fase final de polimerización.

El proceso se desarrolla en tres etapas: inducción, propagación y terminación. En la inducción, se genera la activación del fotoactivador y la formación de radicales libres; en la propagación, los monómeros se enlazan creando una red tridimensional de polímeros; y en la terminación, se detiene la reacción al completarse la estructura sólida. Aunque se busca una conversión total, siempre permanecen algunos monómeros sin reaccionar, debido a la rigidez de las cadenas poliméricas que impide el movimiento de las moléculas. (Alejandra, 2014)

## **Resina Tough**

La resina se presenta como un material de alto rendimiento por su formulación, basada en polímeros con comportamiento similar al policarbonato, permite obtener piezas con una combinación óptima de rigidez, durabilidad y detalle superficial.

Entre sus principales propiedades destaca una tensión de tracción de 65 MPa, un módulo de Young de 2500 MPa, un alargamiento a la rotura del 12% y una dureza Shore D de 87, de acuerdo con los estándares ASTM D638 y ASTM D790.

Adicionalmente, la resina posee biocompatibilidad certificada bajo las normas ISO 10993-5 y 10993-10, lo que amplía su campo de aplicación a entornos biomédicos y automotrices. Está optimizada para su uso en impresoras MSLA y LCD, aunque también es compatible con equipos SLA o DLP de 405 nm. Para el proceso de postcurado, se recomienda utilizar luz UV entre 395 y 405 nm durante 15 a 20 minutos.

Esta resina de alto desempeño es capaz de ofrecer alta precisión, resistencia estructural y estabilidad térmica, siendo una opción idónea para la optimización de componentes y generación de soluciones logísticas en la industria automotriz y médica. (Siraya, 2025)

## **Resina High Temp**

Una de sus principales ventajas es su resistencia a altas temperaturas, alcanzando una temperatura de deflexión térmica de 180 °C a 0,455 MPa, sin pérdida significativa de estabilidad estructural. Esta característica permite su uso en procesos industriales exigentes, como la fabricación de moldes para caucho vulcanizado o aplicaciones que requieren rigidez térmica y dimensional.

De acuerdo con los ensayos normalizados bajo ASTM D638 y ASTM D790, presenta una dureza Shore D de 90, una tensión de tracción a la rotura de 35 MPa, un módulo de Young de 3500 MPa. y un alargamiento a la rotura del 5 %, evidenciando su alta rigidez con una leve capacidad de deformación antes de la fractura, esta optimizada para impresoras LCD y DLP. En pruebas de flexión, obtiene un módulo de 3300 MPa, un esfuerzo de fluencia de 40 MPa y una deformación por flexión del 1.2 %, lo que demuestra un equilibrio entre resistencia y estabilidad estructural. Se recomienda mantener una temperatura de trabajo mínima de 25 °C, debido a su elevado contenido polimérico. (Siraya, Siraya.tech, 2025)

## **Materiales y Métodos**

### **Métodos**

La investigación se llevó a cabo con un enfoque experimental cuantitativo, el objetivo de examinar las propiedades mecánicas de los componentes producidos mediante manufactura aditiva utilizando resinas fotopoliméricas de alto rendimiento. propósito fue analizar la viabilidad técnica de estos materiales para mejorar las piezas funcionales y los procesos logísticos en el sector automotriz.

Los modelos tridimensionales fueron creados con software CAD paramétrico de Autodesk Fusion 360 y, además, se utilizó Blender para procesar geometría y optimizar la superficie orgánica. Se definieron las dimensiones de las muestras de prueba basándose en normas internacionales: ASTM D638 (prueba de tracción), ASTM D790 (prueba de flexión).

Se digitalizaron las piezas automotrices que utilizamos fueron un alerón del Suzuki Swift 1.2 Hybrid y una tapa de aceite del Chevrolet Corsa 1.4, a través de un escáner 3D Shining Einstar que generó una nube de puntos con alta precisión para realizar la reconstrucción geométrica. Los archivos que se obtuvieron fueron procesados y exportados en formato STL, el cual es compatible con el software de impresión.

El componente original objeto de estudio está fabricado a partir de un polímero termoplástico de uso automotriz, comúnmente identificado como ABS o polipropileno (PP), materiales ampliamente utilizados en elementos exteriores debido a su adecuada relación entre resistencia mecánica, peso y estabilidad térmica. Estos materiales presentan valores típicos de resistencia a tracción comprendidos entre 25 y 45 MPa, un módulo de elasticidad del orden de 1,5 a 2,5 GPa y una temperatura de servicio continua cercana a los 90–110 °C, lo que garantiza un comportamiento estructural estable bajo condiciones normales de operación del vehículo, incluyendo vibraciones, cargas aerodinámicas y variaciones térmicas. Estas propiedades constituyen los valores de referencia mínimos para evaluar la viabilidad de materiales alternativos en aplicaciones similares.

En el presente estudio, la caracterización de los materiales se plantea a partir de valores de referencia esperados, con el fin de establecer criterios de comparación que permitan interpretar adecuadamente los resultados experimentales obtenidos. El alerón original, fabricado en ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), presenta según la literatura técnica valores típicos de módulo de elasticidad comprendidos entre 1,8 y 2,4 GPa, resistencia a tracción en el rango de 30 a 45 MPa y resistencia a flexión de hasta 70 MPa, los cuales se consideran adecuados para soportar las cargas mecánicas y esfuerzos propios de su función en el vehículo. Estos valores constituyen los parámetros esperados contra los cuales se comparan los resultados obtenidos del alerón fabricado mediante manufactura aditiva en resina fotopolimérica de alto desempeño. En el caso de la tapa

de aceite, la caracterización se aborda exclusivamente desde el punto de vista térmico, considerando como valor esperado que el material mantenga su integridad estructural dentro del rango de temperatura normal de operación del motor, cercano a los 90 °C. Este criterio térmico permite evaluar la viabilidad del material impreso, sin atribuirle propiedades de durabilidad que no fueron directamente ensayadas.

### **Impresora 3D**

Se utilizó una tecnología de fotopolimerización por luz (UV-LCD) esta tecnología la incorpora la impresora Anycubic Photon Mono M5s la cual cuenta con una pantalla LCD de resolución 12K y un volumen útil de 218 × 123 × 200 mm para crear los tubos de ensayo y componentes.

Se utilizaron dos resinas fotopoliméricas de Siraya Tech la aplicación de estas resinas requieren buena estabilidad dimensional, alta resistencia al impacto y rigidez estructural. Tras una investigación determinamos que la resina que necesitamos es la Sculpt ya que es resistente a altas temperaturas lo cual es perfecta para moldes o piezas sometidas a altas temperaturas, soporta temperaturas de hasta 160 °C, tiene una dureza Shore D de 90 y una excelente calidad superficial.

La impresora Anycubic Photon Mono M5s tiene excelentes características debido a su compatibilidad de materiales, velocidad, calibración, volumen de impresión, etc., como se muestra en la Tabla 1. Estas prestaciones justifican su selección al garantizar la correcta reproducción geométrica y la repetibilidad del proceso de fabricación para los componentes analizados.

**Tabla 1**

*Características de la impresora*

<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>
<b>Marca</b>	Anycubic
<b>Modelo</b>	Photon M5s
<b>Dimensiones de construcción (H × W × D)</b>	200 × 218 × 123 mm
<b>Volumen de impresión</b>	1900 cm <sup>3</sup> / 5,4 L
<b>Velocidad de impresión con resina normal</b>	70 mm/h

<b>Velocidad de impresión con resina de alta velocidad</b>	105 mm/h
<b>Eje Z</b>	Revestimientos dobles con resolución de 10 $\mu$ m
<b>Resolución de la pantalla LCD</b>	12K (1520 $\times$ 5120 píxeles)
<b>Panel de control</b>	Pantalla táctil TFT de 4,3 pulgadas
<b>Sistema de nivelación</b>	Libre de nivelación
<b>Peso de la impresora 3D</b>	8,9 kg

Fuente. Siraya Tech

Las Tablas 2 y 3 presentan las resinas empleadas en el presente estudio, las cuales fueron procesadas mediante impresión 3D utilizando la impresora Anycubic Photon Mono M5s.

**Tabla 2**

*Propiedades típicas de resina tipo Toug*

<b>Propiedad mecánica</b>	<b>Valor</b>	<b>Norma / Método</b>
<b>Tensión de tracción en el límite elástico (MPa)</b>	65	ASTM D638
<b>Tensión de tracción en la rotura (MPa)</b>	60	ASTM D638
<b>Módulo de Young (MPa)</b>	2500	ASTM D638
<b>Alargamiento a la rotura (%)</b>	12	ASTM D638
<b>Módulo de flexión (MPa)</b>	2600	ASTM D790
<b>Tensión de flexión en el límite elástico (MPa)</b>	65	ASTM D790
<b>Deformación por flexión en la rotura</b>	-	ASTM D790

Fuente. Siraya Tech

**Tabla 3**

*Propiedades típicas de resina tipo PC-like / High Temperature*

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
<b>Dureza Shore (D)</b>	90D
<b>Tensión de tracción en la rotura (MPa)</b>	35
<b>Impacto IZOD (con muescas, J/m)</b>	No reportado
<b>HDT a 0,455 MPa (°C)</b>	180
<b>Alargamiento a la rotura (%)</b>	5
<b>Módulo de Young (MPa)</b>	3500
<b>Densidad líquida (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.13
<b>Viscosidad a 25 °C (cps)</b>	650

Fuente. Siraya Tech

### **Software y materiales**

El estudio empleó una variedad de herramientas digitales y materiales fotopoliméricos adaptados para producir componentes de automóviles mediante impresión 3D con resina.

A continuación, se describe las herramientas digitales y materiales fotopoliméricos:

- El escaneo tridimensional: Se realizó utilizando el software Shining 3D Einstar, el diseño paramétrico y el análisis estructural se realizaron utilizando Autodesk Fusión 360.
- El posprocesamiento de la malla: Se realizó utilizando Blender, los parámetros de impresión y el código de laminado compatibles con la impresora Anycubic Photon Mono M5s y se configuraron utilizando Anycubic Photon.
- El diseño paramétrico y el análisis estructural: Se realizaron con el software Shining 3D Einstar.
- El posprocesamiento de la malla se realizó con Blender y los parámetros de impresión.

- El código de laminado compatibles con la impresora Anycubic Photon Mono M5s se configuraron con Workshop.

Los materiales seleccionados fueron resinas Siraya Tech de alto desempeño, debido a su confiabilidad en aplicaciones técnicas, consistencia en sus propiedades mecánicas y térmicas, y compatibilidad con procesos de impresión 3D de alta precisión, lo que permite obtener resultados reproducibles en ensayos experimentales.

- Blu Lava (PC-Like Tough Resin), empleada en el alerón del Suzuki Swift 1.2 Hybrid, elegida por su alta resistencia mecánica y estabilidad dimensional.
- Sculpt (High-Temperature Resistant Resin), utilizada en la tapa de aceite del Chevrolet Corsa Evolution 1.4, destacada por su resistencia térmica de hasta 160 °C y dureza superficial elevada.

El procedimiento produjo piezas con un buen pulido superficial, alta precisión dimensional y resistencia suficiente para aplicaciones funcionales. Consistió en el lavado con alcohol isopropílico (70%) y el curado UV en la estación Élego Mercury Plus V3.0. Los resultados muestran que la fabricación aditiva utilizando resinas foto poliméricas es técnicamente viable para la optimización y replicación de componentes automotrices.

## Proceso

Se realizó la toma de medidas como se muestra en Figura 2 con la ayuda del calibrador pie de rey, flexómetro y con la ayuda de dos tipos de escáner el uno para la pieza del alerón del Suzuki Swift 1.2 Hybrid y el otro para la pieza de la tapa de aceite del Chevrolet Corsa 1.4, Figura 3.

### Figura 2

*Toma de medidas alerón*



Fuente. Autores

### Figura 3

*Toma de medidas tapa de aceite*



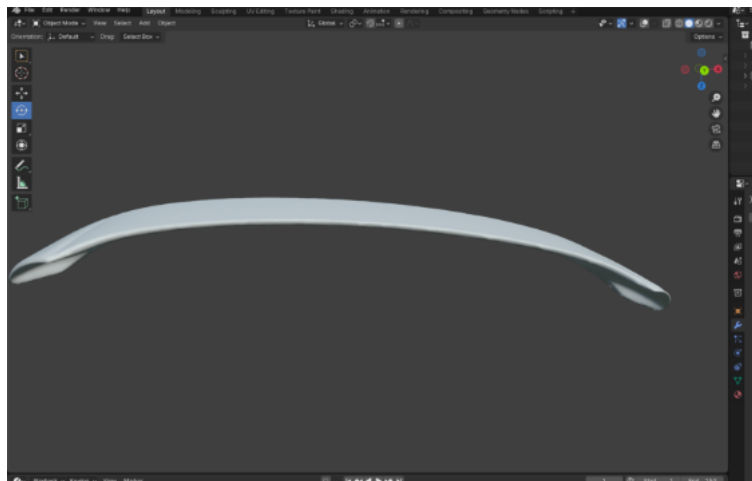
Fuente. Autores

Una vez escaneada la pieza se realizó en los programas de blender y fusión 360 se muestra en la Figura 4, la corrección de las mallas y cortes de la pieza, una vez terminada la pieza se exporto como archivo STL.

- Diseño alerón Suzuki Swift 1.2 Hybrid en el software de blender.

### Figura 4

*Software Blender Alerón Swift*

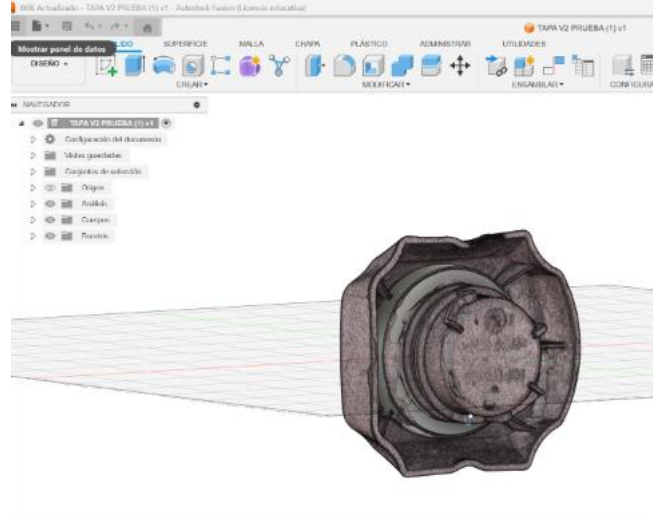


Fuente. Autores

- Diseño de la tapa de aceite del Chevrolet corsa 1.4 fusión 360, Figura 5.

## Figura 5

*Diseño en fusión 360 Tapa Corsa 1.4*



Fuente. Autores

Con la ayuda del laminador anycubic photon workshop 3d se configuro la temperatura del material, los soportes y algunos parámetros se muestra en la Figura 6.

## Laminador en Blu Lava - PC-Like strength Tough Resin

Se realizo la impresión con Blu Lava PC like strength tough resin se muestra en la Figura 7, el alerón del Suzuki Swift con un grosor de 20 mm la cual se imprimo en 6 partes se colocó soportes en la base con una estructura de relleno de 40 mm para imprimir con la resina Tough Resin tuvimos que configurar algunos parámetros por lo que la resina es importada

## Figura 6

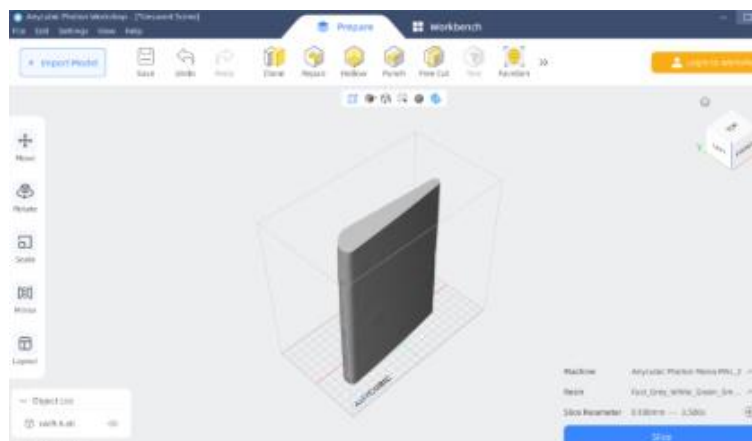
*Datos de Impresión en Anycubic*

The screenshot displays the 'Information' and 'Slice Parameter' sections of the Anycubic software. The 'Information' section includes 'Resin Name' (Creamy\_Metal Grey), 'Resin Volume(ml)' (1000.000), 'Resin Type' (ABS-like Resin), and 'Resin Price' (220.000). The 'Slice Parameter' section includes 'Layers Thickness(mm)' (0.100), 'Normal Exposure Time(s)' (3.500), 'Off Time(s)' (1.000), 'Bottom Exposure Time(s)' (45.000), 'Bottom Layers' (5), 'Anti-alias' (1), and 'Use Random Erode Shell' (unchecked). The 'Control Type' is set to 'Advance'. The 'Bottom Layers Control Steps' section includes 'Z Lift Height[0](mm)' (5.000), 'Z Lift Step[0] Speed(mm/s)' (2.000), 'Z Retract Step[0] Speed(mm/s)' (3.000), 'Z Lift Height[1](mm)' (3.000), 'Z Lift Step[1] Speed(mm/s)' (3.000), and 'Z Retract Step[1] Speed(mm/s)' (4.000). The 'Transition Layer Count' is set to 10. The 'Normal Layers Control Steps' section is partially visible at the bottom.

Fuente. Autores

## Figura 7

*Datos de Impresión en Anycubic*



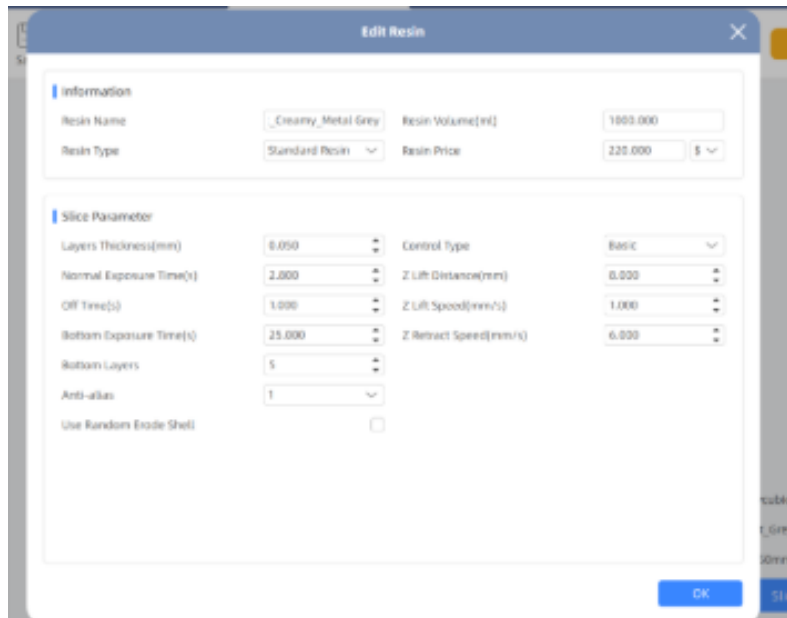
Fuente. Autores

## Laminador en Siraya Tech Sculpt-High Temperature Resistant Resin

Para la impresión en Tech Sculpt-High Temperature Resistant Resin la tapa de aceite del Chevrolet corsa 1.4 la tapa se la hizo completamente llena con soportes Figura 8, con la configuración de siraya tech Figura 9.

**Figura 8**

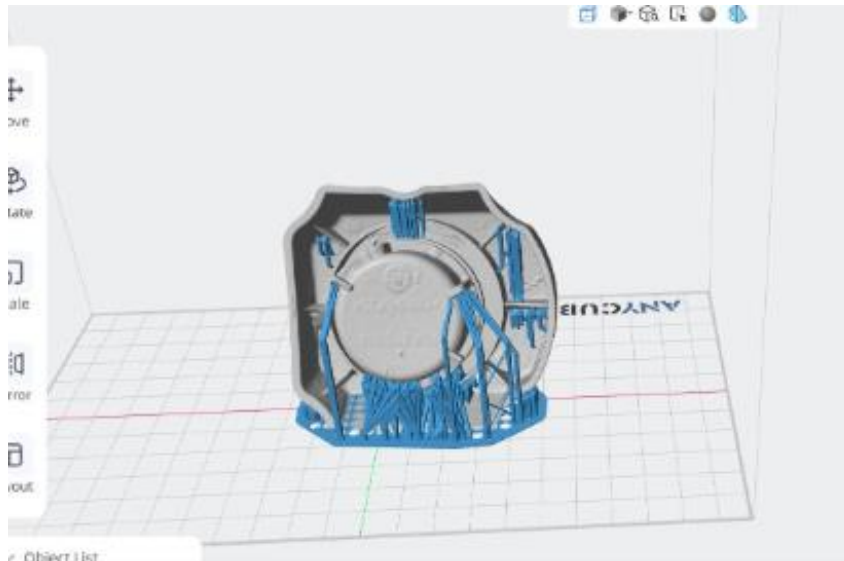
*Anycubic Laminador*



Fuente. Autores

**Figura 9**

*Anycubic Laminador*



Fuente. Autores

## Proceso de impresión en resina

Se exportó un archivo pws y se envió a la impresora Anycubic Photon Mono M5s mediante una memoria USB.

Se midió la cantidad de resina en el depósito y se realizó la nivelación automática antes de la impresión. A continuación, se inició el procedimiento de fotopolimerización UV capa por capa seleccionando el archivo en la pantalla táctil para lograr una alta resolución (12K) y un excelente acabado superficial Figura 10.

Las piezas se retiraron de la plataforma, se limpiaron con alcohol isopropílico (IPA 70%) y se expusieron a luz UV en el entorno Elegoo Mercury Plus V3.0, lo que dio como resultado una polimerización completa y una estabilidad dimensional óptima.

### Figura 10

*Impresión en resina*



Fuente. Autores

## Preparación y dimensiones de las probetas de ensayo

Las probetas para el ensayo de tracción fueron fabricadas conforme a la norma ASTM D638 empleando el diseño tipo I, para materiales poliméricos rígidos. Las dimensiones de la probeta corresponden a una longitud total de 165 mm, una longitud de la zona calibrada de 50 mm, un ancho de 13 mm y un espesor aproximado de 3,2 mm. Previo al ensayo, las dimensiones reales de cada probeta fueron medidas mediante calibrador digital, utilizando estos valores para el cálculo del esfuerzo y la deformación unitaria.

## Figura 11

### *Fabricación de probetas*



Fuente. Autores

Las probetas destinadas al ensayo de flexión fueron fabricadas conforme a la norma ASTM D790, utilizando una figura rectangular, adecuados para materiales poliméricos. Las dimensiones de las probetas fueron 127 mm de longitud, 12,7 mm de ancho y 3,2 mm de espesor. El ensayo se realizó mediante el método de flexión a tres puntos, estableciendo una luz entre apoyos de 51 mm, correspondiente por la norma.

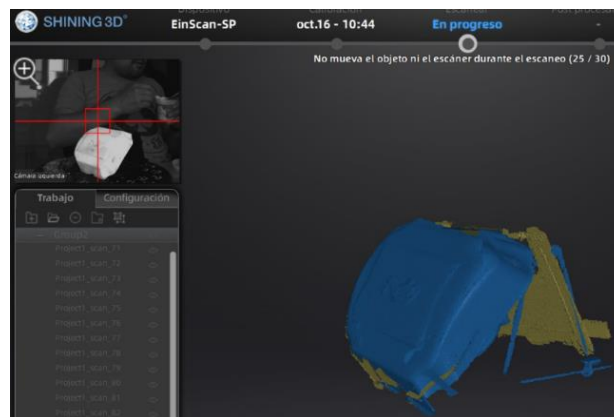
## Resultados y Discusión

### Escaneo 3D

En las Figura 11 y 12 se presentan el alerón del vehículo Suzuki Swift 1.2 Hybrid y la tapa de aceite del motor Chevrolet Corsa Evolution 1.4, los cuales fueron digitalizados mediante el escáner Shining 3D.

#### Figura 11

*Impresión 3D Tapa aceite de motor*



Fuente. Autores

#### Figura 12

*Impresión 3D Alerón*



Fuente. Autores

## Ensayo de tracción

En la Figura 13 se muestra el equipo utilizado para realizar el ensayo de tracción imagen 13, según la norma ASTM D638 en donde nos indica las medidas de las probetas y la cantidad.

### Figura 13

*Ensayo de tracción*



Fuente. Autores

A partir del ensayo de tracción realizado conforme a la norma ASTM D638, se obtuvo el diagrama esfuerzo - deformación correspondiente al material polimérico. Dicho diagrama evidencia un comportamiento elástico lineal, seguido de una rotura sin una zona plástica claramente definida, lo cual es característico de ciertos polímeros impresos mediante manufactura aditiva.

El módulo de elasticidad a la tracción determinado experimentalmente fue de 1207,5 MPa, valor inferior al reportado como típico para el material ABS impreso en 3D de 1681,5 MPa. Esta diferencia puede atribuirse principalmente a la orientación de impresión, el proceso aditivo y a posibles defectos internos, como porosidad o falta de curado.

El esfuerzo de tracción a la deformación presentó un valor experimental de 2,205 MPa, significativamente menor respecto al valor típico de 39 MPa, lo que indica una ausencia de una zona plástica marcada y un comportamiento más frágil del material evaluado.

La resistencia máxima a la tracción alcanzada fue de 14,456 MPa, inferior al valor típico reportado de 33,9 MPa, evidenciando una capacidad reducida para soportar cargas de tracción antes de la falla. Finalmente, el esfuerzo de tracción a la rotura se registró en 8,365 MPa, lo que confirma la ocurrencia de una rotura prematura en comparación con valores típicos de materiales poliméricos impresos en 3D.

**Figura 14**

*Diagrama de esfuerzo – deformación*



Fuente. Autores

De acuerdo con fichas técnicas y estudios previos, el ABS presenta una resistencia a la tracción típica entre 35 MPa y un módulo de elasticidad comprendido entre 1800 MPa, valores superiores a los obtenidos experimentalmente para la resina fotopolimérica evaluada.

El ABS presenta mejores propiedades mecánicas en tracción, el material impreso en 3D evaluado ofrece ventajas en términos de precisión dimensional, facilidad de fabricación y adaptabilidad geométrica, lo que lo hace viable para componentes automotrices no estructurales, donde no se requieran altos esfuerzos de tracción.

**Tabla 4**

*Comparación de resultados Tracción*

<b>Propiedad mecánica</b>	<b>Valor ABS</b>	<b>Valor Resina</b>
Módulo de elasticidad a la tracción (MPa)	1681.5	1207.5
Esfuerzo de tracción a la deformación (MPa)	39.0	2.205
Resistencia a la tracción (MPa)	33.9	14.456
Esfuerzo a la rotura (MPa)	33.9	83.65

Fuente. Autores

### **Ensayo de flexión**

El ensayo de flexión se realizó conforme a la norma ASTM D790, la cual establece las dimensiones y condiciones geométricas para la fabricación de las probetas destinadas a evaluar el comportamiento del material bajo cargas de flexión Figura 15.

### **Figura 15**

*Prueba de flexión*



Fuente. Autores

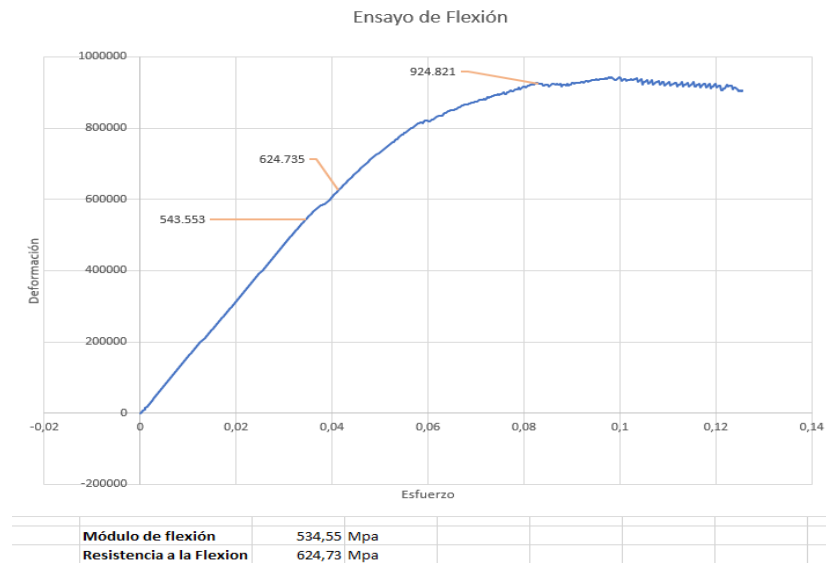
En la Figura 16, se muestra el ensayo de flexión se realizó conforme a la norma ASTM D790, empleando el método de flexión a tres puntos, adecuada para materiales poliméricos.

El comportamiento del material muestra una fase inicial aproximadamente lineal, correspondiente a la región elástica, seguida de una zona de transición hasta alcanzar el esfuerzo máximo, posterior a lo cual se evidencia una pérdida progresiva de capacidad portante, asociada al inicio del daño interno del material.

El módulo de flexión determinado experimentalmente para la resina fue de 534,55 MPa, mientras que la resistencia máxima a la flexión alcanzó un valor de 924,82 MPa. Estos resultados reflejan un comportamiento mecánico condicionado por la orientación de impresión, la anisotropía propia del proceso de manufactura aditiva.

**Figura 16**

*Diagrama de esfuerzo - deformación*



Fuente. Autores

Al comparar los resultados del ensayo de flexión Tabla 5, se observa que el ABS presenta un módulo de flexión considerablemente superior, lo que indica una mayor rigidez frente a cargas de flexión. Este comportamiento es característico del ABS procesado mediante métodos convencionales, los cuales generan una estructura más homogénea y menos dependiente de la orientación del material.

Por otro lado, la resina fotopolimérica impresa en 3D mostró una menor rigidez, reflejada en su módulo de flexión, lo cual puede atribuirse a la estructura anisotrópica generada por la impresión capa a capa y a la influencia de los parámetros de fabricación.

**Tabla 5**

*Comparación de resultados flexión*

<b>Propiedad mecánica</b>	<b>Valor ABS</b>	<b>Valor Resina</b>
Módulo de flexión (MPa)	2070	534.55
Resistencia a la flexión (MPa)	70.5	624.73

Fuente. Autores

### **Ensayo de temperatura en la tapa de aceite**

En la Figura 17 se muestra la temperatura de la tapa fabricada en resina.

**Figura 17**

*Ensayo de temperatura en tapa de aceite*



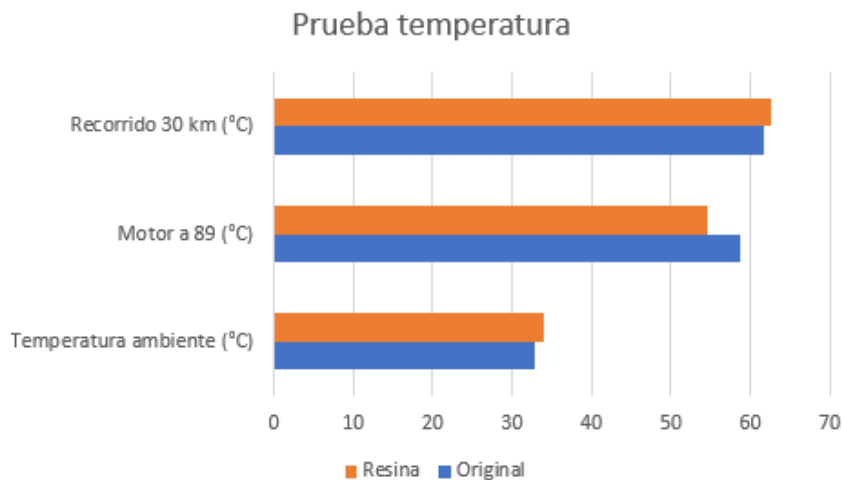
Fuente. Autores

Se realizó la medición de temperatura en la tapa de aceite original y en la tapa fabricada mediante impresión 3D en resina fotopolimérica de alto desempeño, durante tres días consecutivos, considerando temperatura ambiente, motor a 89 °C régimen normal de operación y un recorrido de 30 km diarios. La tapa impresa alcanzó temperaturas ligeramente superiores a las del componente original, con diferencias de aproximadamente 4 °C durante el régimen térmico y 1,3 °C tras el recorrido, comportamiento asociado a la menor capacidad de disipación térmica del material polimérico.

Conforme a los criterios de validación ambiental establecidos en la norma ISO 16750, este tipo de ensayo permite evaluar únicamente el comportamiento térmico inicial del componente; sin embargo, no es suficiente para garantizar su durabilidad a largo plazo, ya que no considera ciclos térmicos repetitivos, envejecimiento térmico ni exposición prolongada en servicio. En consecuencia, los resultados obtenidos no permiten asegurar un funcionamiento confiable en el tiempo, siendo necesario complementar el estudio con ensayos adicionales de ciclos térmicos y envejecimiento acelerado.

### Figura 18

#### *Prueba de temperatura*



Fuente. Autores

Las abscisas eje X Figura 18 representan la temperatura registrada, expresada en grados (°C). Los valores ubicados sobre el eje horizontal corresponden a las temperaturas medidas en la tapa de aceite Tabla 6, bajo cada una de las condiciones de prueba evaluadas.

**Tabla 6***Resultados de temperatura ambiente, motor y recorrido*

Tapa	Temperatura ambiente (°C)	Motor a 89 (°C)	Recorrido 30 km (°C)
Original	32,8	58,7	61,4
Resina	34,1	54,7	62,7

Fuente. Autores

El ensayo térmico de la tapa de aceite, realizado bajo condiciones reales de operación conforme a los lineamientos de ISO 16750, evidenció un desempeño térmico estable, con incrementos de temperatura de 4 °C en régimen térmico y 1,3 °C durante el recorrido respecto al componente original.

## Discusión

Los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos y térmicos permiten evaluar el comportamiento de la resina fotopolimérica impresa en 3D en comparación con el ABS, material de referencia ampliamente utilizado en aplicaciones automotrices no estructurales. La discusión se desarrolla considerando los ensayos de tracción, flexión y temperatura.

En el ensayo de tracción, la resina impresa en 3D presentó un módulo de elasticidad experimental de 1207,5 MPa, valor inferior al rango típico reportado para el ABS, el cual se encuentra entre 1681.5 MPa. De igual manera, la resistencia máxima a la tracción de la resina alcanzó 14,456 MPa, mientras que el ABS presenta valores típicos entre 39.0 MPa. Esta diferencia evidencia una menor capacidad del material impreso para soportar cargas axiales elevadas. El esfuerzo de tracción a la fluencia de la resina fue de 2,205 MPa, significativamente menor que el valor típico del ABS 39 MPa, lo que indica la ausencia de una zona plástica claramente definida. Este comportamiento se refleja en una rotura prematura, con un esfuerzo a la rotura de 8,365 MPa, característico de materiales con comportamiento más frágil. Estas diferencias se atribuyen principalmente a la estructura anisotrópica generada por la impresión 3D.

En el ensayo de flexión, la resina presentó un módulo de flexión de 534,55 MPa, valor considerablemente menor al reportado para el ABS, que alcanza aproximadamente 2070 MPa, lo que confirma una menor rigidez frente a cargas de flexión. La resistencia máxima a la flexión de la resina fue de 624,73 MPa, mientras que el ABS presenta valores típicos cercanos a 70,5 MPa, lo que evidencia que, pese a su menor rigidez, la resina es capaz de soportar deformaciones apreciables antes de la falla bajo cargas de flexión moderadas. El análisis del diagrama esfuerzo–deformación en flexión muestra una región elástica inicial bien definida, seguida de una transición progresiva hasta el esfuerzo máximo, sin una falla abrupta inmediata. Este comportamiento indica una respuesta mecánica estable en flexión, adecuada para componentes que no estén sometidos a esfuerzos estructurales críticos.

El ensayo térmico de la tapa de aceite, la resina mostró un desempeño aceptable frente al componente original. Las mediciones registraron un incremento de temperatura aproximado de 4 °C en régimen térmico y de 1,3 °C durante el recorrido, diferencias asociadas a la menor conductividad térmica del polímero. Estos valores se mantuvieron dentro de un rango estable para condiciones normales de operación del motor, lo que sugiere que el material cumple funcionalmente con los requisitos térmicos evaluados. La ruptura observada al finalizar las pruebas térmicas se atribuye a un curado insuficiente del material, lo que resalta la importancia del control del tiempo y las condiciones de poscurado en piezas fabricadas mediante impresión 3D.

Los resultados indican que, aunque la resina fotopolimérica impresa en 3D presenta propiedades mecánicas inferiores al ABS en tracción y rigidez, su comportamiento en flexión y temperatura resulta adecuado para aplicaciones automotrices no estructurales.

## Conclusiones

Los ensayos de tracción ASTM D638 demostraron que la resina fotopolimérica impresa en 3D presenta un módulo de elasticidad de 1207,5 MPa y una resistencia máxima a la tracción de 14,456 MPa, valores inferiores a los reportados para el ABS. Esta diferencia se atribuye principalmente a la estructura anisotrópica generada por el proceso de impresión 3D, lo que limita su uso en aplicaciones sometidas a esfuerzos de tracción elevados.

En el ensayo de flexión ASTM D790, la resina mostró un módulo de flexión de 534,55 MPa, inferior al del ABS 2070 MPa, lo que evidencia una menor rigidez. No obstante, la resistencia máxima a la flexión alcanzó 624,73 MPa, indicando que el material es capaz de soportar deformaciones significativas antes de la falla, comportamiento adecuado para componentes sometidos a cargas de flexión moderadas.

El ensayo térmico de la tapa de aceite, realizado bajo condiciones reales de operación conforme a los lineamientos de ISO 16750, evidenció un desempeño térmico estable, con incrementos de temperatura de 4 °C en régimen térmico y 1,3 °C durante el recorrido respecto al componente original.

Los resultados permiten concluir que la resina fotopolimérica impresa en 3D es técnicamente viable para aplicaciones automotrices no estructurales, donde las exigencias mecánicas no son críticas y se priorizan la precisión dimensional, la personalización geométrica y la facilidad de fabricación. Sin embargo, se identificó que el control del poscurado es un factor determinante para garantizar la durabilidad del material, además de que en la configuración de impresión el fabricante nos recomendaba unos valores que no aplicaba para nuestra impresión por lo cual debíamos cambiar un dato específicamente el tiempo de exposición para que la resina se adhiera a la cama de la impresora es de 45 minutos, por lo que se recomienda realizar esta modificación en los ajustes de impresión en futuros trabajos.

Se recomienda realizar ensayos de fatiga, envejecimiento térmico y exposición prolongada a ciclos reales de operación, de acuerdo con la norma ISO 16750, para evaluar el comportamiento del material a largo plazo. Finalmente, se sugiere ampliar el estudio comparativo incluyendo otros polímeros de uso automotriz y diferentes orientaciones de impresión, lo que permitiría establecer criterios más precisos para la selección de materiales impresos en 3D destinados a componentes no estructurales.

## Bibliografía

- Alejandra, R. U. (03 de Octubre de 2014). *Ilibrary*. Obtenido de <https://1library.co/document/y4kljrkg-universidad-catolica-de-santiago-de-guayaquil.html>
- Omnipro3d. (12 de Marzo de 2024). *3dcreaciones*. Obtenido de <https://www.3dcreaciones.com/post/impresi%C3%B3n-3d-en-resina-comparando-las-tecnolog%C3%ADas-dlp-lcd-y-sla#:~:text=En%20este%20art%C3%ADculo%20de%203D%20Creaciones%2C%20exploraremos%20las,y%20SLA%2C%20destacando%20sus%20caracter%C3%ADsticas%2C%20ventajas>
- Quezada, J. R. (14 de 08 de 2023). *ptolomeo.unam.mx*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/RepoFi/18741/Tesis.pdf?sequence=6>
- Siraya. (12 de Enero de 2025). *Siraya.tech*. Obtenido de <https://siraya.tech/pages/blu-tough-blulava-black-tds>
- Siraya. (15 de Mayo de 2025). *Siraya.tech*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/13S9Z4-Q77CzyBIzLi-I6QyzIwMIRtQN4/view>

## Anexos

### Anexo 1

*Ficha técnica resumida del producto (resina Siraya Tech Blue Lava Black): marca, material, color y características*

<b>Marca</b>	Siraya Tech
<b>Material</b>	Resina
<b>Color</b>	Lava Negro 2.2 lbs
<b>Peso del artículo</b>	1 Kilogramos
<b>Material compatible</b>	Resina

#### Sobre este artículo

- Resistencia inigualable: durabilidad y rigidez similares a la PC para aplicaciones de ingeniería exigentes y piezas funcionales
- IMPRESIÓN DE PRECISIÓN: Capacidad de alta resolución para detalles complejos, ideal para prototipos y modelos profesionales
- Funcionalidad mejorada: Tappable sin grietas, la resina UV resistente Blu Lava es perfecta para Insertos roscados y componentes de carga
- Aplicaciones versátiles: la resina Siraya Tech Blu Lava Black es adecuada para soportes, carcasas, piezas industriales y modelos arquitectónicos que requieren alta resistencia
- Dispositivo médico certificado: la resina de impresora Blu 3D supera las normas ISO 10993-5 / 10993-10 para biocompatibilidad en aplicaciones de dispositivos médicos

### Anexo 2

*Presentación del material: resina UV Siraya Tech*



### Anexo 3

*Resina UV Siraya Tech y muestra impresa*



## Anexo 4

### *Ficha técnica resumida del material Siraya Tech Sculpt: propiedades térmicas y características de uso*

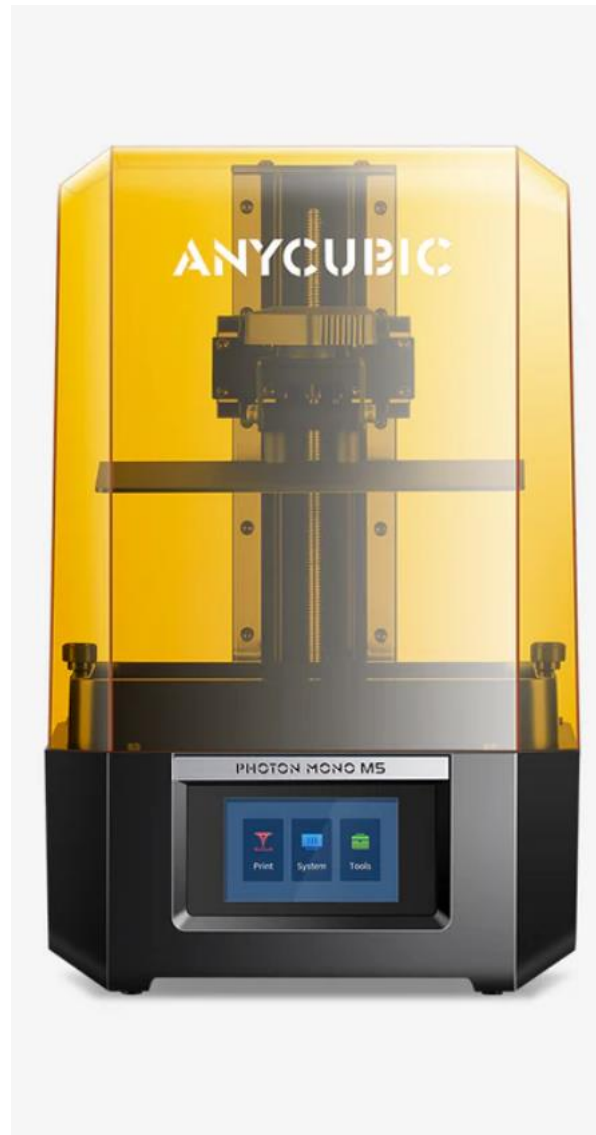
<b>Marca</b>	Siraya Tech
<b>Material</b>	Poliuretano
<b>Color</b>	Gris oscuro de 8 quilates
<b>Peso del artículo</b>	1 Kilogramos
<b>Diámetro del artículo</b>	10 Centímetros

#### **Sobre este artículo**

- **Resistencia a altas temperaturas:** la resina de impresora 3D Siraya Tech Sculpt soporta temperaturas de hasta 356.0 °F sin ablandamiento significativo. Esta extraordinaria resistencia a la temperatura lo hace perfecto para procesos de producción a altas temperaturas como la impresión de piezas de prototipos y el moldeado de caucho vulcanizado. Resiste el calor sin comprometer la calidad de tus impresiones.
- **Variadas aplicaciones:** la resina gris esculpida se destaca por mantener la forma y la integridad a temperaturas elevadas, crucial para muchos procesos de producción tradicionales. Está específicamente formulado para hacer moldes de inyección duraderos y originales precisos para la fabricación de moldes y es óptimo para la producción a pequeña escala. Esta resina de alta resistencia es la clave para convertir sin esfuerzo sus diseños en moldes de alta calidad, especialmente en el proceso de caucho vulcanizado.
- **Gran resolución y acabado superficial:** nuestra resina para impresora 3D Sculpt ofrece una superficie bellamente lisa y alta resolución en un color gris oscuro. Está diseñado para hacer que sus modelos se vean fantásticos mientras reduce su tiempo de posprocesamiento. Transforma tu impresión 3D con increíbles detalles y acabados.
- **Aditivo que aumenta el rendimiento:** nuestra resina Sculpt no solo es un destacado por sí sola, sino que también sirve como un aditivo que mejora el rendimiento para otras resinas. Mezclar Sculpt en resinas con una temperatura de desviación de calor más baja (HDT) elevará el HDT de la mezcla, lo que le permitirá crear impresiones de alta resolución resistentes a altas temperaturas con otras resinas.
- **Reducción mínima:** Siraya Tech Sculpt ofrece una contracción de bajo volumen durante el curado, asegurando un modelo de alta resolución con un acabado de superficie suave. Esta característica es crucial para muchos procesos de producción tradicionales. Experimente la buena calidad y precisión que Siraya Tech Sculpt ofrece a sus esfuerzos de impresión 3D.

## **Anexo 5**

*Impresora 3D de resina utilizada en el estudio: Anycubic Photon Mono M5*



## **Anexo 6**

*Especificaciones técnicas de la impresora 3D Anycubic Photon Mono M5*

Peso de la máquina  
19lb./8.6kg  
Dimensiones de la máquina  
18.11×10.63×11.41in./  
460\*270\*290mm(HWD)  
Volumen de impresión  
190oz./5.4L  
Dimensiones de impresión  
7.87×8.58×4.84in./  
200×218×123mm(HWD)  
Velocidad de impresión  
20-50mm/hr. or 0.78-1.97in./hr.  
Nivelación de máquinas  
Nivelación manual de 4 puntos  
Fuente de luz  
Fuente de luz UV de matriz LED  
Eje Z  
Revestimientos dobles con 10 µm  
Tanque de resina  
Diseño unibody con líneas a escala  
Pantalla de exposición  
10,1" monocromo  
12K(11,520 × 5,120px)resolución  
Relación de contraste 480:1  
4,7% de transmisión luminosa  
2.000 horas de vida útil típica  
Plataforma de construcción  
Grabado por láser de aleación de aluminio  
Panel de control  
Control táctil TFT de 4,3"  
Tapa extraíble  
Bloquea eficazmente la radiación UV  
Película de protección sobredimensionada  
Película antiarañazos sustituible  
Fuente de alimentación  
Potencia nominal de 100W  
Entrada de datos  
USB Type-A 2.0、WIFI

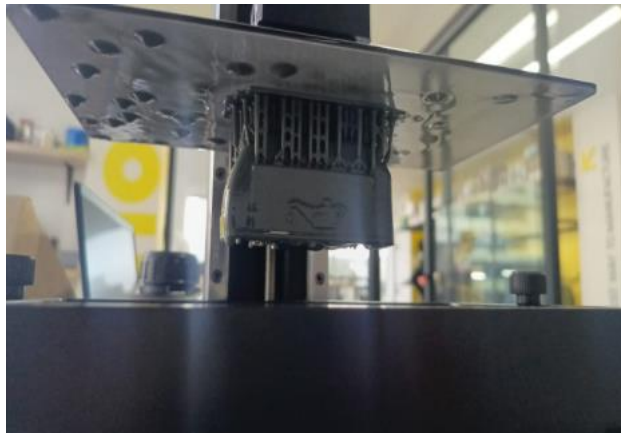
## **Anexo 7**

*Evidencia del proceso de impresión 3D en resina*



## **Anexo 8**

*Pieza en resina en etapa de impresión*



## Anexo 9

### *Características técnicas destacadas del equipo de lavado y curado UV*

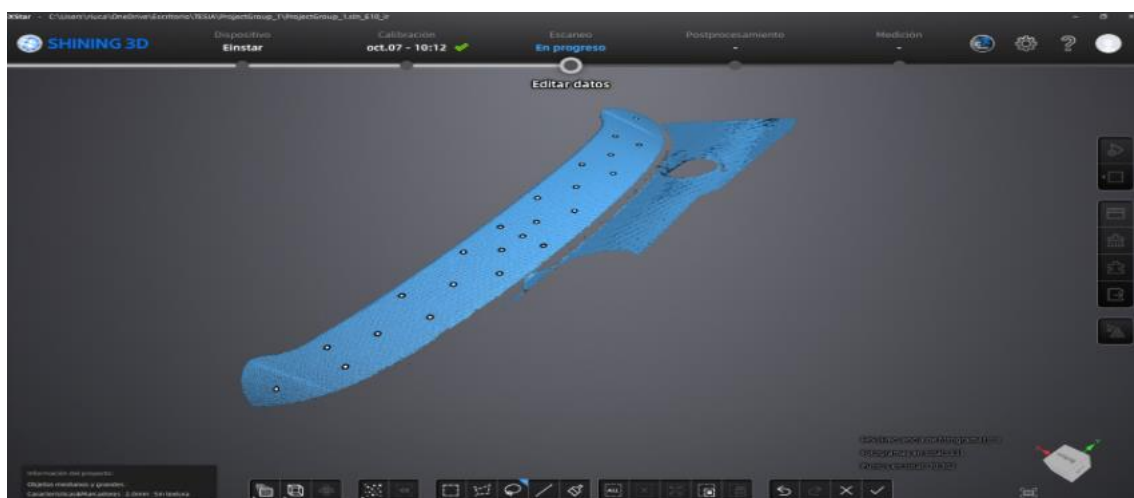
#### **Características Técnicas Destacadas**

- **Capacidad de lavado de 7.5L:** Un aumento del 114% respecto a la versión anterior, permitiendo limpiar modelos más grandes o múltiples piezas simultáneamente .
- **Opciones de limpieza dual:**
  - *Modo canasta:* Para modelos retirados de la plataforma de impresión.
  - *Modo colgante:* Permite lavar directamente con la plataforma, adaptándose a placas de hasta 10 pulgadas .
- **Curado completo de 360°:** Equipado con 24 luces UV de 405 nm y una plataforma giratoria, garantiza un curado uniforme y eficiente en todas las direcciones .
- **Panel táctil intuitivo:** Permite ajustar y monitorear los tiempos de lavado y curado, con un máximo de 30 minutos por ciclo
- **Cubierta anti-UV:** Bloquea el 99.9% de los rayos ultravioleta, protegiendo al usuario durante el proceso de curado



## Anexo 10

### *Modelo digital obtenido por escaneo 3D en el software SHINING 3D (EinStar)*



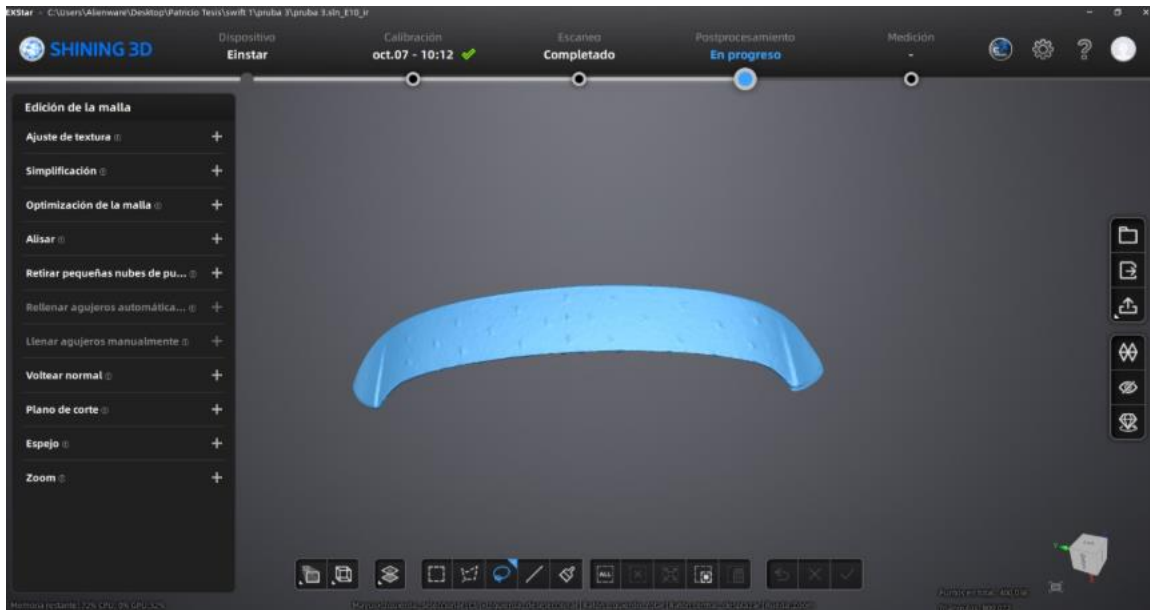
## Anexo 11

*Componente automotriz seleccionado (alerón/deflector)*



## Anexo 12

*Edición de la malla del componente escaneado en SHINING 3D (EinStar)*



## Anexo 13

*Piezas impresas en resina (vista interior)*



## Anexo 14

*Modelo 3D del componente (tapa) en Blender*



## Anexo 15

*Impresora 3D de resina Photon Mono M5s*



## Anexo 16

*Proceso de impresión 3D en resina*



## Anexo 17

*Posprocesado de la pieza impresa*



**Anexo 18**  
*Alerón/deflector impreso en resina*



**Anexo 19**  
*Preparación de la probeta para ensayo mecánico en máquina universal de pruebas*



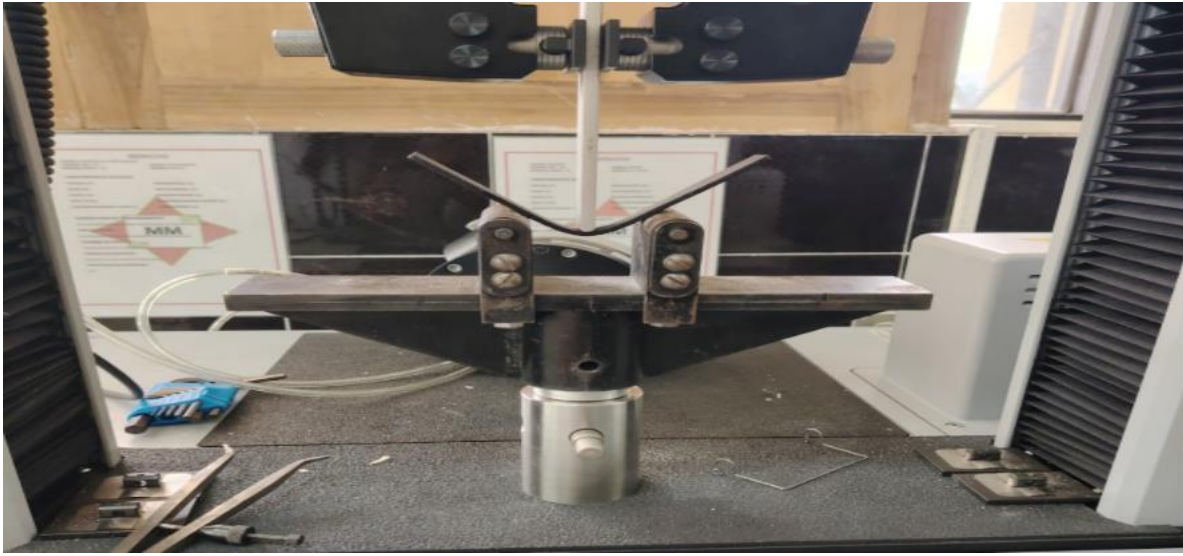
## **Anexo 20**

*Registro del ensayo mecánico*



## **Anexo 21**

*Montaje del ensayo de flexión en tres puntos en la máquina universal de pruebas*



## **Anexo 22**

*Inspección del compartimiento del motor para identificación del componente a intervenir*





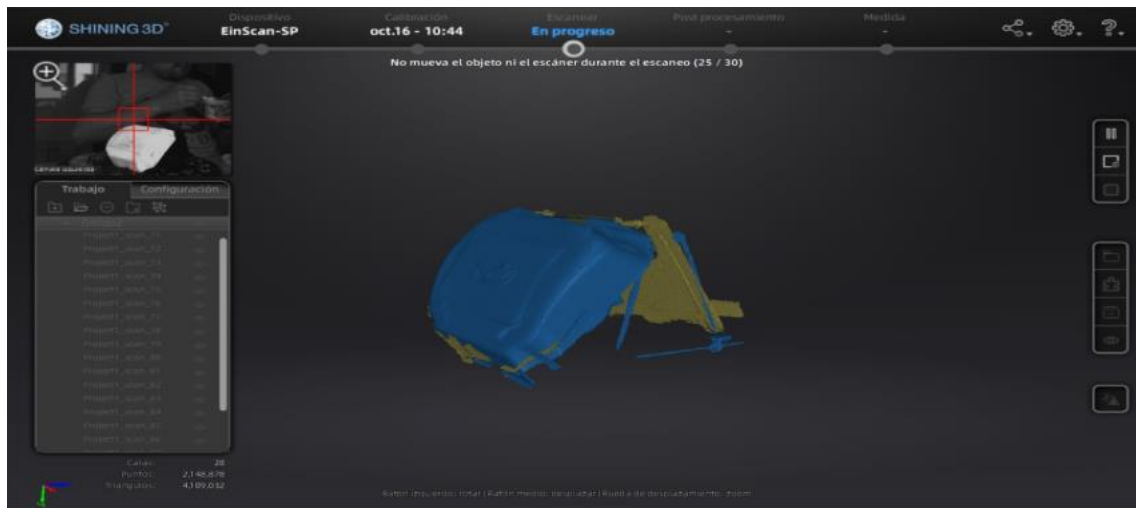
### **Anexo 23**

*Alcohol antibacterial utilizado para la limpieza de piezas y equipos durante el posprocesado*



### **Anexo 24**

*Escaneo 3D en progreso del componente en el software SHINING 3D (EinScan-SP)*



## Anexo 25

*Área de trabajo y equipos de posprocesado para impresión 3D en resina (lavado, curado y almacenamiento)*



## Anexo 26

*Probeta para ensayo de tracción (muestra impresa en resina)*



## **Anexo 27**

*Elementos de bioseguridad y limpieza utilizados en el manejo de resina*



## **Anexo 28**

*Resinas empleadas en la impresión 3D y herramientas de posprocesado*

