

## Aplicaciones y ventajas de la impresión 3D en la industria automotriz del Ecuador.

### Applications and advantages of 3D printing in the automotive industry in Ecuador automotive industry in Ecuador

<sup>1</sup>Oscar Patricio Ortiz Cundar, <sup>1</sup>Abel Polibio Remache Coyago, <sup>1</sup>Flavio Arroyo Morocho

<sup>1</sup>Universidad Central del Ecuador – UCE /Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador

Correspondencia Autores: [oportiz@uce.edu.ec](mailto:oportiz@uce.edu.ec), [apremache@uce.edu.ec](mailto:apremache@uce.edu.ec), [frarroyo@uce.edu.ec](mailto:frarroyo@uce.edu.ec).

Recibido: 8 de agosto 2024, Publicado: 18 de diciembre de 2024

**Resumen**— El proyecto investigativo se centró en evaluar la adopción y el impacto de la tecnología de impresión 3D en la industria automotriz en Ecuador mediante investigación bibliográfica. Se realizó un estudio mediante encuestas a empresas del sector para determinar el uso actual de esta tecnología, los beneficios percibidos y las barreras que enfrentan. Los resultados indican que la impresión 3D es valorada por su capacidad para reducir costos y tiempos de desarrollo, así como para personalizar productos. Sin embargo, el alto costo de inversión inicial y la falta de personal capacitado son obstáculos significativos. La mayoría de los negocios que no la utilizan están considerando su implementación, viendo en ella un potencial para obtener ventajas competitivas. Además, se destaca la necesidad de mejorar el acceso a materiales y equipos, y de recibir capacitación especializada. Este estudio proporciona una visión general y las perspectivas futuras en el sector, ofreciendo recomendaciones para fomentar su aplicación.

**Palabras clave**— Impresión 3D, Autopartes, Automotriz, Polímeros, Tecnologías

**Abstract**— The research project focused on evaluating the adoption and impact of 3D printing technology in the automotive industry in Ecuador through bibliographic research. A survey of companies in the sector was conducted to determine the current use of this technology, the perceived benefits and the barriers they face. The results indicate that 3D printing is valued for its ability to reduce costs and development times, as well as to customize products. However, the high initial investment cost and lack of trained personnel are significant barriers. Most businesses that do not use it are considering its implementation, seeing in it a potential for competitive advantage. In addition, the need for improved access to materials and equipment and specialized training is highlighted. This study provides an overview and prospects in the sector, offering recommendations to promote its implementation.

**Keywords**— 3D Printing, Auto Parts, Automotive, Polymers, Technologies.

## I INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha evolucionado significativamente desde sus inicios, logrando hitos que han redefinido su capacidad productiva y competitiva a nivel global. En Ecuador, sin embargo, este sector enfrenta desafíos considerables frente a las importaciones, lo que ha reducido su participación en el mercado local, afectando tanto la producción nacional como la generación de empleo [1]. A pesar del crecimiento sostenido de las ventas de automotores en años recientes, la industria automotriz ecuatoriana continúa mostrando desventajas competitivas frente a países vecinos como Colombia y Venezuela, especialmente en costos de producción y niveles de innovación [2].

Históricamente, la fabricación y ensamblaje de automóviles en Ecuador comenzó en los años 50 con la producción de carrocerías y piezas metálicas por empresas locales. Sin embargo, la industria ha experimentado un marcado declive en los últimos años. La participación de vehículos ensamblados localmente cayó del 39.9% en 2011 al 14.7% en 2021, favoreciendo a los automóviles importados [3]. Factores como los altos aranceles sobre insumos y piezas, la depreciación de monedas en países vecinos y la preferencia del consumidor por vehículos más grandes y cómodos tipo SUV, han intensificado esta problemática [4]; [5]. Adicionalmente, la pandemia de COVID-19 impactó significativamente en las ventas automotrices nacionales, con una caída del 35% en 2020 respecto a 2019. Aunque se registró una recuperación del 39% en 2021, el sector aún se mantiene por debajo de niveles prepandémicos [6]. Frente a estos desafíos, es necesario implementar nuevas estrategias que impulsen la competitividad de la industria automotriz ecuatoriana, aprovechando tecnologías emergentes como la impresión 3D. La Industria 4.0, que

abarca tecnologías avanzadas de manufactura, está transformando sectores productivos en todo el mundo. Sin embargo, su implementación en países emergentes, como Ecuador, avanza de manera desigual debido a limitaciones tecnológicas e infraestructurales [7]. En este sentido, la adopción de la impresión 3D surge como una solución prometedora para superar barreras productivas y de costos. Esta tecnología permite la fabricación de piezas con geometrías complejas, imposibles de producir mediante métodos tradicionales, a menores costos y en tiempos más reducidos [8]. Además, la impresión 3D facilita la personalización masiva de productos, lo que permite a los fabricantes ofrecer soluciones adaptadas a las necesidades específicas del mercado ecuatoriano. Al reducir la dependencia de piezas importadas, esta tecnología contribuiría a fortalecer la industria local, mitigando los efectos negativos de la volatilidad comercial y estimulando la innovación tecnológica [9]. Esto representa una oportunidad transformadora que puede mejorar la competitividad del sector automotriz nacional, tanto en el mercado local como en el internacional.

El presente tiene como objetivo analizar las aplicaciones y ventajas de la tecnología de impresión 3D en la industria automotriz ecuatoriana, con el fin de identificar oportunidades para fortalecer su competitividad. Mediante el análisis de avances recientes en esta tecnología, se busca evaluar su potencial para reducir costos, fomentar la innovación en diseño y producción, y cerrar brechas frente a las industrias automotrices de países desarrollados [10]. Asimismo, el estudio describe el nivel de conocimiento y adopción actual de la impresión 3D en la industria automotriz nacional, utilizando fuentes bibliográficas, encuestas y entrevistas como base metodológica.

## II MÉTODOS Y MATERIALES

### *Diseño de la investigación*

La investigación es cuantitativa, cualitativa y exploratoria y se basa en el análisis de datos bibliográficos y estadísticos obtenidos mediante la investigación de empresas dedicadas a la producción de piezas de automoción y al montaje de automóviles.

### *Población y muestreo*

Uno de los métodos de muestreo más básicos es el guiado por objetivos, que consiste en dividir la población de interés en categorías y seleccionar un número relativamente pequeño de casos de cada grupo para su posterior estudio [11]. Se partió de la base de que todo el poder económico que produce la industria automotriz en el Ecuador es aportado por 3.745 empresas autorizadas, de las cuales el 60% se dedican al comercio de autopartes, y el énfasis está mayoritariamente en el comercio de

autopartes, pequeñas y medianas empresas. Según la ENEMDU 2021, la industria automotriz emplea a 155.943 personas a finales de 2021. El sector más intensivo en mano de obra es el de mantenimiento y reparación de vehículos, que emplea aproximadamente a 87 000 personas, seguida de la venta de autopartes (33.143 empleos) y vehículos (22.095 empleos). Esta situación muestra la importancia del sector del automóvil, que proporciona empleo al 1,8% de la población económicamente activa, para la población activa [6].

**Tabla 1.** Empresas del sector automotor. Fuente: INEC

Actividad	Número de empresas
Fabricación de vehículos, remolques y semirremolques	11
Fabricación de carrocerías	70
Fabricación de autopartes	39
Venta de vehículos	295
Mantenimiento de vehículos	838
Venta de autopartes	2,266
Venta y mantenimiento de motocicletas	226
<b>Total</b>	<b>3,745</b>

En el informe anuario del 2021 de la AEADE se registra 11 empresas destinadas a la fabricación de vehículos, remolques y semi remolques, y 39 empresas a la fabricación de autopartes donde este grupo conforma el segmento de interés para la investigación en el cual se tiene 50 empresas relacionadas a la fabricación de autos y autopartes. Para determinar la muestra del estudio se toma una muestra aleatoria simple (MAS), la cual se obtiene a través de las siguientes fórmulas:

$$n_0 = \frac{z^2 * PQ}{e^2}$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}$$

Donde

z = nivel de confianza, P = probabilidad de éxito, Q = probabilidad de fracaso, e = error máximo admisible en términos de proporción) y N = tamaño de la población. Se tomó la muestra considerando una población de 50 elementos correspondientes a las empresas manufactureras existentes en el país. Con una precisión

del 95%, se utilizó un valor de  $z = 1.96$  y una varianza  $PQ = 0.25$ , determinando un error permisible del 10%.

$$n_0 = \frac{(1,96)^2 * 0,25}{0,1^2} = 96,4$$

$$n = \frac{96,4}{1 + \frac{96,4 - 1}{50}} = 33,14$$

Se calculó la muestra de 33 empresas relacionadas a la fabricación de autos y autopartes.

#### **Técnicas para la recolección de datos**

**Revisión Bibliográfica:** Se recolectó información de estudios, procesos, diseños y proyectos relacionados con el desarrollo de partes automotrices fabricadas mediante el método de impresión 3D.

**Encuestas:** Para el enfoque de la encuesta, se dividió en tres secciones:

**Primera Sección:** Esta sección está enfocada en determinar el tipo de empresa que se está encuestando, ya sea ensamblaje de autos, fabricación de autopartes, o personalización. Además, se busca determinar si la empresa cuenta con tecnología 3D entre sus servicios o procedimientos.

**Segunda Sección:** Esta sección solo se puede contestar si la empresa cuenta con servicios o procedimientos 3D. Se obtiene información sobre el tipo de procedimiento 3D que usa la empresa, tales como: Prototipado de piezas, Fabricación de herramientas y moldes, Producción de componentes finales, FDM (Modelado por Deposición Fundida), SLA (Estereolitografía), SLS (Sinterizado Selectivo por Láser), DMLS (Sinterizado Directo de Metal por Láser), MJF (Multi Jet Fusion). Además, se indagó sobre el tipo de materiales utilizados, como plásticos (PLA, ABS, PETG, etc.), resinas, metales, compuestos (materiales compuestos de fibra de carbono), y cerámicas. También se recoge información sobre los beneficios y desafíos que el uso de la impresión 3D ha generado en el negocio.

**Tercera Sección:** Esta sección está dirigida a las empresas que no cuentan con tecnología 3D en sus servicios. Está diseñada para recabar información sobre: Falta de conocimiento sobre la tecnología, Costos iniciales de inversión, Falta de personal capacitado, No haber identificado una aplicación adecuada, Limitaciones técnicas de las impresoras 3D, Interés en la tecnología de escaneo e impresión 3D, Posibilidad de implementar la impresión 3D, Además, se busca conocer si consideran que la impresión 3D podría ofrecer ventajas competitivas a su empresa en el futuro y qué expectativas tendrían

respecto al rendimiento y la calidad de las piezas producidas mediante impresión 3D.

### III. PRUEBAS Y RESULTADOS

La impresión 3D en Ecuador se ha desarrollado significativamente en los últimos años y ha sido adoptada por muchas industrias para aumentar la eficiencia y productividad del sector. Los negocios ecuatorianos utilizan esta tecnología para generar prototipos rápidos, producir piezas funcionales y personalizadas y perfeccionar el diseño. Se utiliza en sectores como la automoción, la sanidad, la educación y la fabricación, lo que permite a diseñadores y fabricantes examinar y desarrollar diseños. Además, la herramienta se maneja para crear herramientas y bocetos personalizados que aumentan la producción. La adopción en el país fomenta la innovación y proporciona una ventaja competitiva a las empresas que la implementan (Porras, 2018).

#### **Empresas Ecuatorianas destacadas en la Impresión 3D**

##### **TAICED**

Empresa de sistemas e industria avanzada con más de 8 años de experiencia en Ecuador, utiliza tecnologías como FDM y SLA para trabajar con plásticos, chatarra y metales.

Especializada en el sector de la automoción, facilita la mejora del rendimiento y la longevidad de los automóviles ofreciendo prototipado rápido, piezas totalmente funcionales y diseño de precisión, que ha emprendido con éxito numerosos proyectos nacionales e internacionales, apoya la adopción en el país de la impresión 3D, que destaca por su adaptabilidad y calidad en autopartes de vehículos [12].

##### **RadLab**

RadLab es una compañía ecuatoriana especializada en diseño, fabricación y de producción manipulando las últimas tecnologías 3D como FDM y DLP. Destacan por su capacidad para producir rápidamente piezas personalizadas utilizando múltiples herramientas. Ofrece prototipado rápido, autopartes duraderas y opciones de impresión en la industria del automóvil con alta calidad y plazos de entrega cortos. Centrarse en la innovación ha sido la clave del éxito de la industria automovilística nacional, aumentando la eficiencia y la eficacia [13].

**MakerGroup Ecuador**

Maker Group Ecuador es una empresa de Quito especializada en diseño e impresión 3D. Utilizan tecnologías como FDM y SLA para trabajar con una variedad de materiales como PLA, ABS, PETG y resinas sólidas. Maker Group aumenta el rendimiento y la vida útil de los vehículos proporcionando prototipos rápidos, piezas sostenibles y servicios de fabricación de piezas y componentes personalizados en la industria del automóvil. Han logrado el éxito en muchos proyectos del sector de la automoción y están bien posicionados para centrarse en la calidad, la innovación y la eficiencia en Ecuador [14]

**Laboratorio de Impresión 3D de metales en Ecuador**

Ecuador ha inaugurado el primer laboratorio de impresión 3D en metal de América Latina, gracias a una empresa multinacional ecuatoriana situada en Guayaquil, este Centro de Innovación (CITH) utiliza un sistema robótico avanzado para imprimir piezas personalizadas utilizando metales flexibles y resistentes capaces de formar formas complejas. El laboratorio también cuenta con un centro de control y un asistente de IA para aumentar la productividad [15].

**Principales Ventajas de la Impresión 3D en Ecuador**

**Tabla 2.** Ventajas de la Impresión 3D en Ecuador

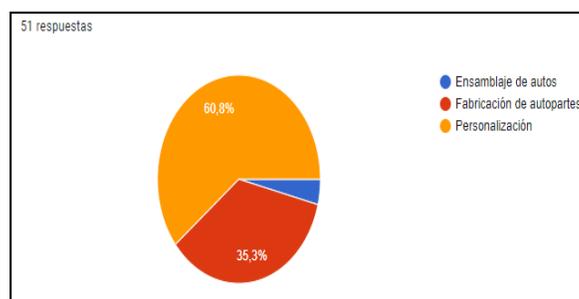
Ventajas	Descripción
<b>Reducción de costos de producción</b>	La impresión 3D permite fabricar piezas automotrices de manera más económica que los métodos tradicionales.
<b>Personalización y diseño innovador</b>	Permite la creación de componentes automotrices personalizados y diseños más innovadores.
<b>Flexibilidad en la producción</b>	Capacidad para producir piezas bajo demanda y ajustar la producción según las necesidades.

<b>Prototipado rápido y iterativo</b>	Facilita la rápida iteración y mejora de diseños de prototipos automotrices.
<b>Menores tiempos de desarrollo</b>	Agiliza el tiempo desde el diseño hasta la fabricación de nuevas piezas y vehículos.
<b>Impulso a la innovación y la tecnología</b>	Promueve el desarrollo y la adopción de tecnologías avanzadas en el sector automotriz.
<b>Apoyo a sectores estratégicos</b>	Beneficia a otros sectores como la educación técnica y la investigación en tecnología.

**Datos**

Para la recolección de datos, se llevaron a cabo 51 encuestas a empresas automotrices con el objetivo de determinar si cuentan con tecnología de impresión 3D entre sus servicios.

**Sección 1 Áreas de Enfoque de las Empresas**

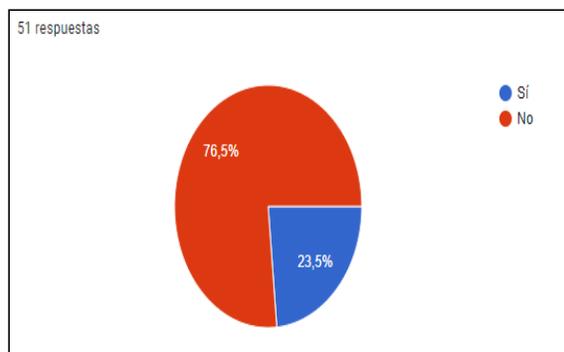


**Figura 1.** Sección 1 Enfoque de Empresa

De las 51 empresas encuestadas en el sector automotriz, el 60.8% se dedica a la personalización de vehículos, indicando una fuerte orientación hacia la adaptación y modificación según las preferencias del cliente. El 35.3% se centra en la fabricación de autopartes, reflejando la importancia de la producción de componentes esenciales, mientras que el 3.9% realiza otras actividades. Estos resultados

destacan que la personalización es una tendencia predominante y sugieren que la introducción de tecnologías innovadoras, como la impresión 3D, podría ofrecer beneficios significativos en la personalización y fabricación de autopartes.

**Tecnología de ensamblaje e impresión 3D en empresas**



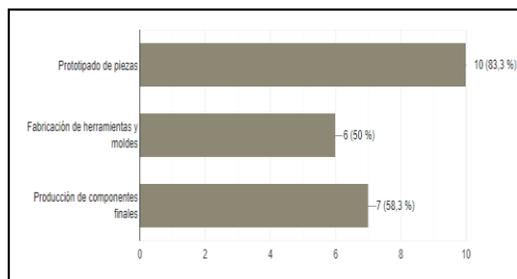
**Figura 2.** Sección 1 Tecnología de Impresión 3D

Los resultados reflejan que el 76.5% (equivalente a 39 empresas) no está utilizando tecnología de impresión 3D en sus servicios automotrices, mientras que el 23.5% (equivalente a 12 empresas) sí la están incorporando. Esto indica que, aunque la impresión 3D podría ofrecer un valor añadido significativo a la mayoría de las empresas encuestadas, todavía hay un gran porcentaje que no está aplicando esta tecnología, y solo una minoría la está integrando en sus procesos.

**Sección 2**

La Sección 2 está enfocada en las empresas que utilizan impresoras 3D en sus procesos de trabajo ofreciendo como un servicio complementario.

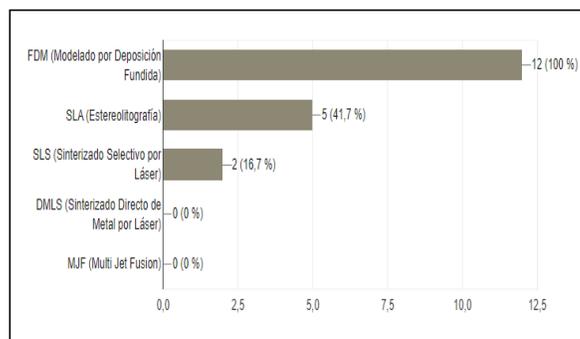
**Proceso en que se utiliza la impresión 3D**



**Figura 3** Sección 2 Proceso Impresión 3D

Es importante señalar que las empresas podían seleccionar más de una opción en esta pregunta. Al analizar los datos, se observó que al menos 10 de las 12 empresas que utilizan la impresión 3D lo hacen principalmente para el prototipado de piezas. Además, la mitad de estas empresas emplean la tecnología para la fabricación de herramientas y moldes, mientras que 7 empresas la utilizan para la producción de componentes finales. Esto sugiere que, entre las empresas que han adoptado la impresión 3D, hay una clara preferencia por su uso en el desarrollo y prueba de prototipos, seguido por la creación de herramientas especializadas y la producción final de piezas. Esta tendencia indica que la impresión 3D se está convirtiendo en una herramienta valiosa y multifacética en la industria automotriz, aunque su adopción aún no es universal.

**Tecnología de impresión 3D utilizada en la empresa**



**Figura 4** Sección 2 Tecnología de impresión 3D

Según las respuestas emitidas, se puede determinar que el 100% de las empresas usa la tecnología de FDM (Modelado por Deposición Fundida), seguida por la Estereolitografía (SLA) con 5 empresas, y el Sinterizado Selectivo por Láser (SLS) con 2 empresas. La popularidad de FDM puede justificarse por su costo relativamente bajo, la facilidad de uso y la versatilidad en el manejo de diversos materiales, lo que la convierte en una opción accesible y eficiente para múltiples aplicaciones dentro de la industria automotriz.

**Materiales utilizados en la empresa en los procesos de impresión 3D**

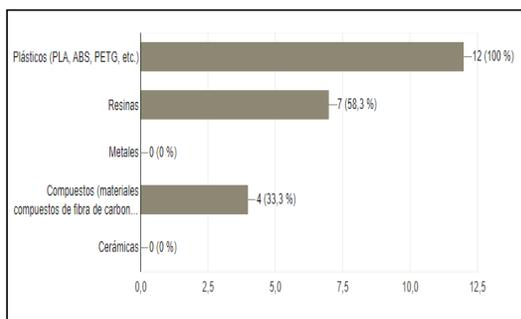


Figura 5 Sección 2 Materiales Impresión 3D

Para el tipo de material que usan las empresas encuestadas en la impresión 3D, el 100% (equivalente a 12 empresas) utiliza plásticos como PLA, ABS y PETG. Además, el 58.3% (7 empresas) usa resinas, y el 33.3% (4 empresas) emplea metales y compuestos de fibra de carbono. Esto sugiere que los principales productos impresos por estas empresas son autopartes plásticas, aunque también se fabrican componentes metálicos. Es relevante mencionar que el costo de los plásticos (PLA, ABS, PETG) es mucho más bajo y su disponibilidad en el mercado ecuatoriano es mayor, lo que facilita su adopción y uso extensivo en los procesos de impresión 3D.

**Beneficios reflejados en la empresa al utilizar la impresión 3D**

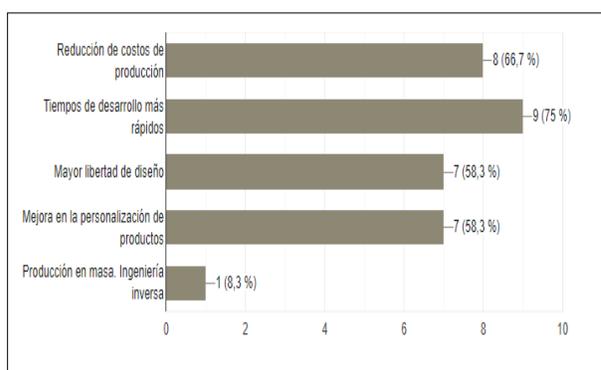


Figura 6 Sección 2 Beneficios Impresión 3D

Dentro de los beneficios principales que se pueden obtener al emplear tecnología de impresión 3D, se destaca que los tiempos de desarrollo son más rápidos, lo que permite entregar los vehículos en menos tiempo. Además, hay una reducción de costos de producción y una mayor libertad de diseño, lo que mejora la personalización de los productos, aspectos en los que la gran mayoría de las empresas encuestadas

coinciden. Sin embargo, es importante acotar que, al tener un negocio propio de impresión 3D, la opción de producción en masa está muy descartada como beneficio. Esto se debe probablemente a los altos costos, la inversión de mucho tiempo y el mantenimiento constante que requiere la impresora 3D. Es fundamental señalar que, en esta pregunta, se ofreció la opción de añadir respuestas bajo la categoría "otras". Por lo tanto, también se deben tener en cuenta las opciones de producción en masa e ingeniería inversa, que fueron mencionadas por los encuestados como un beneficio que se presentó.

**Desafíos o limitaciones al implementar la impresión 3D en la fabricación de autos o autopartes**

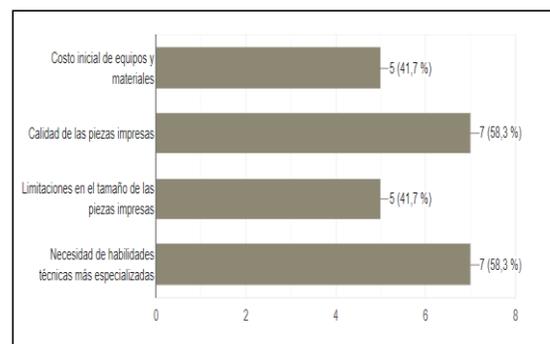


Figura 7 Sección 2 Limitación Impresión 3D

Las principales limitaciones que enfrentan los negocios automotrices al adoptar la tecnología de impresión 3D incluyen la necesidad de habilidades técnicas especializadas y la calidad de las piezas producidas. Además, aunque en menor medida, el costo inicial de los equipos y las restricciones de tamaño de las impresoras también representan desafíos. Para aprovechar al máximo la tecnología, es esencial invertir en equipos adecuados y en la formación técnica necesaria. Asimismo, las impresoras de menor tamaño pueden limitar la capacidad de producir autopartes más grandes, afectando la flexibilidad en la fabricación de ciertos componentes.

**Comentarios o sugerencias sobre el uso potencial de la impresión 3D en la industria automotriz en general**

Dentro de las sugerencias emitidas se estableció que para optimizar el uso de la impresión 3D, es crucial no solo basarse en conceptos generales sobre los materiales, sino también guiarse por fichas técnicas y especificaciones de los proveedores de

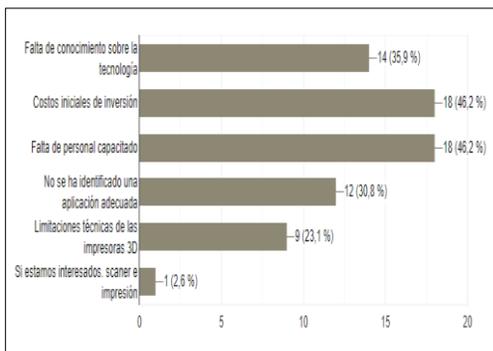
maquinaria y materiales. Esto permitirá hacer los ajustes de impresión adecuados según las condiciones de uso y los diseños 3D. Sería beneficioso mejorar los impuestos de importación de materiales para la misma y priorizar aquellos utilizables como producto final. Además, la disponibilidad limitada de ciertas máquinas con esta tecnología en el país, junto con los elevados costos de importación, dificulta la adquisición de equipos que podrían mejorar los acabados y la producción de piezas más grandes en menos tiempo.

El diseño constante de nuevas piezas y la rápida iteración hacia el diseño final representan un cuello de botella significativo. Además, existe una falta de capacitación y actualización en la reparación de piezas y en la creación de nuevos diseños. Por ello, se requiere capacitación específica y servicios de escaneo. Finalmente, se recurre a guías para el corte de lona para tapizados en tela y cuero solo cuando los pedidos son grandes, y también para la reparación de piezas plásticas de las máquinas.

**Sección 3**

La sección 3 está dirigida a empresas que actualmente no cuentan con impresoras 3D. Que por su parte son 39 empresas, las preguntas de esta sección se enfocan en las razones por las que no utilizan esta tecnología, la posibilidad de implementarla en el futuro, y sus expectativas sobre los beneficios que podría ofrecer. Además, se explora si creen que la impresión 3D podría generar ventajas competitivas y mejorar sus servicios frente a la competencia.

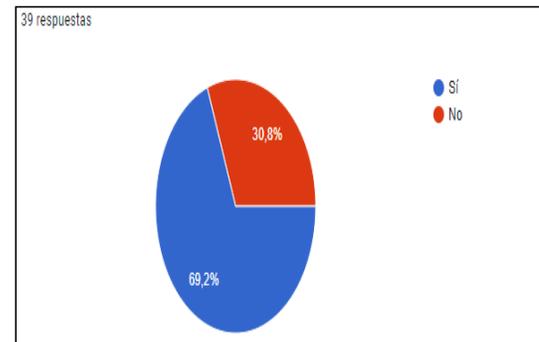
**Razones principales por las que su empresa no utiliza actualmente la impresión 3D**



**Figura 8** Sección 3 Razones de no uso Impresión 3D

Se puede identificar las dos principales razones por las que las empresas no cuentan con tecnología de impresión 3D, cada una con 18 votos respectivamente. La primera razón es el costo inicial de inversión, ya que una impresora 3D básica puede costar alrededor de 400 dólares, mientras que una impresora capaz de producir autopartes automotrices puede oscilar entre 3000 y 5000 dólares. La segunda razón es la falta de personal capacitado, lo cual también implica una gran inversión en capacitaciones, que pueden costar entre 700 y 1000 dólares. Otras razones influyen son la falta de conocimiento sobre la tecnología de impresión 3D, la falta de identificación de una aplicación necesaria en el taller, y las limitaciones de la impresión 3D en la producción de autopartes. Es importante destacar que, en esta pregunta, los encuestados también tuvieron la opción de seleccionar "otras" razones. Entre estas respuestas, se debe considerar que algunos mostraron interés tanto en adquirir un escáner como en una impresora 3D. Esto refleja un interés en la integración completa de la tecnología que puede ser relevante para para el desarrollo de una empresa.

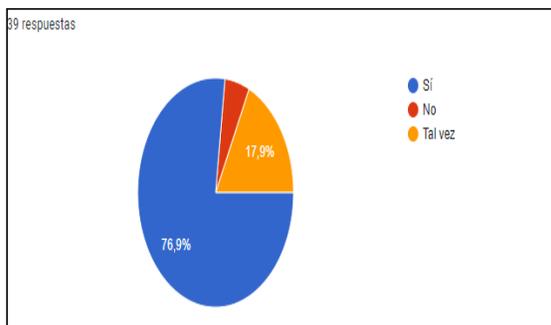
**Posibilidad de implementar la impresión 3D**



**Figura 9** Sección 3 Posibilidad de Implementación Impresión 3D

Este análisis permite determinar que un gran porcentaje de las empresas que no cuentan con esta tecnología han considerado la posibilidad de optar por la impresión 3D. De las 39 empresas encuestadas, 27 (equivalente al 69.2%) han evaluado la implementación de esta tecnología, mientras que el 30.8% (equivalente a 12 empresas) consideran que este tipo de tecnología no es realmente necesaria para su negocio.

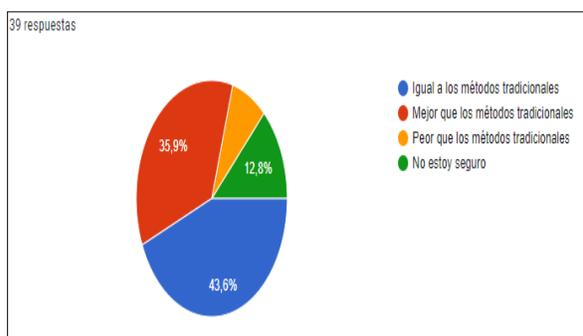
**Ventajas competitivas en el futuro desde la perspectiva de la empresa**



**Figura. 10** Sección 3 Ventajas Competitivas

Se observa que el 76.9% (equivalente a 30 empresas) considera que esta tecnología tiene la capacidad de ofrecerles una ventaja competitiva significativa, debido a la posibilidad de fabricar piezas que suelen ser difíciles de conseguir en el mercado automotriz. El 17.9% (equivalente a 7 empresas) respondió "Tal vez" indicando que no están completamente seguros de los beneficios potenciales, mientras que el 5.1% (equivalente a 2 empresas) considera que las ventajas de la impresión 3D no serían representativas para su negocio.

**Expectativas de empresa respecto al rendimiento y la calidad de las piezas producidas mediante impresión 3D**



**Figura 11** Sección 4 Expectativas de Impresión 3D

Es importante acotar que la opción más alta tiene un porcentaje de 43.6% (equivalente a 17 empresas), que esperan que los resultados de la impresión 3D tengan el mismo rendimiento y calidad que los métodos tradicionales. Esto puede interpretarse como una expectativa de que las autopartes impresas no presenten fallos y puedan ser utilizadas con la misma seguridad y eficiencia que las producidas por métodos convencionales.

La siguiente opción, con un 35.9% (equivalente a 14 empresas), espera que la calidad del producto final sea superior a la de los métodos tradicionales, probablemente para justificar la inversión, ya que, si la calidad se mantiene igual, no representaría una mejora significativa en el producto final. Las 8 empresas restantes consideran que el producto final no será suficientemente bueno o no tienen expectativas claras sobre el resultado de la impresión 3D.

**Comentarios o sugerencias sobre el uso potencial de la impresión 3D**

Varios comentarios y sugerencias destacan el potencial de la impresión 3D en la industria automotriz. Por ejemplo, la impresión 3D podría ser útil para la reparación de piezas rotas como rieles y vinchas, aunque se requiere capacitación para su implementación. Algunas empresas expresan interés en aprender cómo esta tecnología podría ayudarlas a crear prototipos de empaques personalizados, ofreciendo flexibilidad en el diseño y soluciones que actualmente no están disponibles en el mercado. Sin embargo, la falta de información y personal capacitado son barreras significativas que impiden su adopción.

A pesar de las solicitudes para producir piezas mediante impresión 3D, muchas empresas no disponen de esta tecnología y recurren al reciclaje de piezas de autos. Algunas consideran que la inversión inicial y el conocimiento necesario son elevados. En este contexto, la impresión 3D podría ser crucial para evitar la importación de piezas desde China y mejorar la oferta de productos en el tuning, permitiendo la creación de piezas personalizadas y estéticas.

Además, la impresión 3D podría facilitar la fabricación de herramientas personalizadas para el corte y ensamblaje de moquetas, mejorando la precisión y reduciendo el tiempo de producción. También se podría utilizar para reemplazar la madera en recubrimientos de fibra de vidrio, siempre que sea rentable, y para fabricar piezas plásticas desgastadas, como piñones que ya no se encuentran en el mercado. Finalmente, la tecnología podría ser beneficiosa para replicar piezas como emblemas, adornos y piezas de carros antiguos, facilitando el trabajo de los talleres automotrices.

**Análisis de desafíos en la industria ecuatoriana con respecto a la impresión 3D.**

**Tab. 3.** Desafíos Impresión 3D en la industria ecuatoriana

Parámetros	Nº
Costo inicial de equipos y materiales	5
Calidad de las piezas impresas	7
Limitaciones en el tamaño de las piezas impresas	5
Necesidad de habilidades técnicas más especializadas	7
Falta de conocimiento sobre la tecnología	14
Costos iniciales de inversión	18
Falta de personal capacitado	18
No se ha identificado una aplicación adecuada	13
Limitaciones técnicas de las impresoras 3D	9

Durante el análisis de los obstáculos en la Tabla 3 se aprecia que en la adopción de la tecnología de impresión 3D en la industria automotriz ecuatoriana, se han detectado los principales obstáculos en la adopción de la tecnología de impresión 3D en la industria automotriz ecuatoriana. Los costes elevados de equipos y materiales, junto con la inversión inicial, son obstáculos significativos para diversas organizaciones. Asimismo, la falta de comprensión acerca de la tecnología y la carencia de personal con las habilidades necesarias dificultan la adopción de la impresión en 3D.

De igual manera, las cuestiones acerca de la calidad y las limitaciones en el tamaño de las piezas impresas, así como las limitaciones técnicas de las impresoras en 3D, también representan obstáculos relevantes. Estos factores,

junto con la ausencia de aplicaciones adecuadas identificadas, señalan que la industria requiere progresos tecnológicos y una mayor integración de la impresión en los procesos de fabricación. Dentro de estos obstáculos, se podría incrementar significativamente la competitividad de la industria automotriz ecuatoriana, posicionándola mejor en el mercado internacional.

*Análisis de ventajas competitivas en la industria automotriz.*

**Tabla 4.** Ventajas competitivas en la industria automotriz

Parámetros	Nº
Reducción de costos de producción	8
Tiempos de desarrollo más rápidos	9
Mayor libertad de diseño	7
Mejora en la personalización de productos	7

En la Tabla 4 se plantea el análisis de las ventajas competitivas de la tecnología de impresión en 3D en la industria automotriz ecuatoriana donde se resalta diversos beneficios fundamentales. Los hallazgos evidencian que las organizaciones reconocen la capacidad de la impresión en 3D para disminuir los costos de producción y prolongar los tiempos de desarrollo. Estas ventajas son fundamentales en un mercado competitivo, ya que posibilitan a las organizaciones optimizar sus recursos y responder con rapidez a las demandas del mercado. Asimismo, la amplia libertad de diseño y la mejora en la personalización de productos, cada una de las cuales se menciona por los negocios automotrices encuestados, respaldan el potencial de la impresión en 3D para innovar en el diseño de piezas y ajustarse a las demandas específicas de los clientes. Estas ventajas posibilitan a las organizaciones ofrecer productos más diversificados y personalizados, lo cual puede incrementar su prestigio y prestigio en el mercado. En resumen, la adopción de la impresión en 3D

puede otorgar a la industria automotriz ecuatoriana una ventaja significativa al disminuir los costos, mejorar la eficiencia e impulsar la innovación en el diseño y la personalización de productos.

La impresión 3D ofrece importantes ventajas en la industria automotriz al permitir una reducción significativa de costos y tiempos de desarrollo mediante la eliminación de moldes, lo que facilita la producción rápida y económica de prototipos y recambios descatalogados. Esta tecnología se está integrando en procesos de fabricación y diseño, como en empresas automovilísticas y equipos de Fórmula 1, donde la capacidad de producir piezas personalizadas y pequeñas sin los costos adicionales de moldes resulta crucial. Además, permite la fabricación de piezas para modelos clásicos que ya no tienen recambios disponibles, destacándose por su capacidad para ofrecer un amplio abanico de materiales y acabados de alta calidad, lo que la convierte en una herramienta cada vez más relevante en la automoción [16].

#### IV. CONCLUSIONES

Un número considerable de empresas automotrices está considerando adoptar las herramientas de impresión 3D debido a sus numerosos beneficios. Los negocios automotrices que ya la utilizan destacan su capacidad para reducir los tiempos de desarrollo, disminuir los costos de producción y ofrecer mayor personalización y flexibilidad en el diseño. No obstante, aquellas que aún no han integrado esta tecnología citan el alto costo inicial y la falta de personal capacitado como principales obstáculos. Esto indica que se percibe como una herramienta valiosa, existen barreras económicas y de formación que deben superarse para lograr una adopción más extensa.

La mayoría de las empresas encuestadas que utilizan la impresión 3D prefieren materiales plásticos como PLA, ABS y PETG debido a su menor costo y disponibilidad en el mercado ecuatoriano. La tecnología más utilizada es el Modelado por Deposición Fundida (FDM), seguido por Estereolitografía (SLA) y Sinterizado Selectivo por Láser (SLS). Esto indica que las empresas valoran la accesibilidad y versatilidad de los materiales plásticos y las tecnologías de impresión más comunes, lo que les permite integrar esta tecnología en sus procesos sin incurrir en gastos excesivos.

Muchas empresas ven un gran potencial en la impresión 3D para mejorar su competitividad y diversificar su oferta de productos. Sin embargo, también reconocen la necesidad de capacitación y actualización

constante para maximizar los beneficios de esta tecnología. La falta de disponibilidad de ciertas máquinas avanzadas y los altos costos de importación son desafíos adicionales que deben abordarse. Las empresas sugieren que la impresión 3D podría ser especialmente útil en áreas como el tuning, la fabricación de herramientas personalizadas y la creación de prototipos de empaques, destacando la importancia de apoyo gubernamental y empresarial para facilitar el acceso y la capacitación en esta tecnología emergente.

Para superar la barrera de la falta de personal capacitado, se recomienda que las empresas y las instituciones educativas colaboren para desarrollar programas de formación específicos en tecnología de impresión 3D. Estos programas deben incluir tanto aspectos teóricos como prácticos, y estar diseñados para diferentes niveles de experiencia. Además, podrían ofrecerse cursos especializados en el mantenimiento y operación de impresoras 3D, así como en el diseño de piezas y prototipos para la industria automotriz. Facilitar el acceso a estas capacitaciones podría aumentar significativamente la adopción de la tecnología y mejorar su implementación.

Dado que el costo inicial de inversión es un obstáculo importante para muchas empresas, se recomienda buscar formas de reducir estos costos. Esto podría incluir la implementación de incentivos fiscales, subvenciones o programas de financiamiento que ayuden a las empresas a adquirir la tecnología necesaria. También sería beneficioso promover la creación de centros de impresión 3D compartidos donde las empresas puedan acceder a equipos avanzados sin tener que asumir el costo total de compra y mantenimiento. Esto permitiría a más empresas experimentar con la tecnología y comprender su potencial antes de realizar una inversión significativa.

Para asegurar un suministro constante y económico de materiales de impresión 3D, sería importante fomentar la producción local de materiales como PLA, ABS y PETG. Esto no solo reduciría los costos de importación, sino que también podría generar empleo y apoyar la economía local. Además, es importante trabajar con proveedores para garantizar la disponibilidad de fichas técnicas detalladas y especificaciones del material, permitiendo a las empresas optimizar sus procesos de impresión. Desarrollar una cadena de suministro sólida y confiable contribuirá a la sostenibilidad y expansión del uso de la impresión 3D en la industria automotriz.

#### REFERENCIAS.

- [1] P. ECUADOR, «ANÁLISIS SECTORIAL AUTOMOTRIZ Y AUTOPARTES,» 2011.

- [2] E. Tapia, «Ensambladores de vehículos recortan gastos y buscan nuevos nichos,» *Primicias*, 17 Mayo 2022. 17/342961/REPORT%20%281%29\_fitxer%20e%20consulta.pdf .
- [3] Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, Quito, 2021. [17] «<https://www.planillaexcel.com>,» 05 Noviembre 2024. [En línea]. Available: <https://www.planillaexcel.com/planilla-de-excel-para-conversion-de-unidades>.
- [4] AEADE, «Anuario 2015 70 años de camino,» 2016.
- [5] J. Ortega, «ANÁLISIS DEL SECTOR AUTOMOTOR ECUATORIANO,» *Banco Central del Ecuador*, pp. 0-52, 2005.
- [6] AEADE, «Anuario 2021,» AEADE, 2022. [En línea]. Available: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/03/Anuario-Aeade-2021.pdf>.
- [7] F. & A. O. Arroyo, «Ciencia Latina,» 28 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/artic le/view/533> .
- [8] C. W. J. Lim, K. Q. Le, Q. Lu y C. C. Wong, «IEEEExplore,» Potenciales IEEE, Julio-Agosto 2016. [En línea]. Available: doi: 10.1109/MPOT.2016.2540098.
- [9] R. Nichols, «How does the automotive industry benefit from 3D metal printing,» [En línea]. Available: doi: 10.1016/j.mprp.2019.07.002.
- [10] SENESCYT, «Índice de competitividad del Ecuador,» 2022.
- [11] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio», *Int. J. Morphol*, Mexico, 2017.
- [12] TAICED, «Impresión 3D y Diseño Digital,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.taiced.com/>.
- [13] RadLab, «Partes Personalizadas Impresas en 3D,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.radlab.com.ec/>.
- [14] MakerGroup, «Diseño e Impresión 3D,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.makergroupecuador.com/>.
- [15] Primicias, «Primicias.ec,» 09 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/pro duccion-vehiculos-ecuador-ensambladoras-importaciones/>.
- [16] K. Moreno, «Estudio de las aplicaciones y ventajas que ofrece la impresión 3D en el ámbito de la automoción,» 2021. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/21>