



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**PASCUAL BRAVO**®

# **CARACTERIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA CON APLICACIONES INDUSTRIALES EN COLOMBIA**

**Julio Cesar Fuentes Batioja**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Mecánico**

Asesor:

**Sebastián Andrés Romo Arango**

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2024



# CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>10</b>
1.1. Antecedentes	10
1.1.1. Línea de Tiempo	12
1.2. Planteamiento del problema	13
1.2.1. Identificación y descripción del problema	13
1.2.1.1. Falta de capacitación Especializada	13
1.2.1.2. Disponibilidad de materiales y equipos	13
1.2.1.3. Consideraciones normativas	14
1.2.1.4. Limitaciones a nivel Industrial:	14
1.2.1.5. Desafíos de Integración multidisciplinar	14
1.2.2. Justificación	14
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
2.1. Objetivo general	16
2.2. Objetivos específicos	16
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>17</b>
3.1. Herramienta de recolección de Datos	18
3.1.1. Estructura de la Encuesta	19
3.1.2. Formato de preguntas	19
3.1.3. Implementación de la encuesta	20
3.1.4. Análisis de datos y conclusiones	20
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>21</b>
4.1. Revisión Bibliográfica	21

4.1.1. Principales hallazgos	23
4.2. Identificación de las tecnologías actuales	23
4.2.1. FDM (Modelado por Deposición Fundida)	24
4.2.2. SLA (Estereolitografía)	25
4.2.3. SLS (Sinterizado Selectivo por Láser)	26
4.2.4. DLP (Procesamiento Digital de Luz)	27
4.2.5. Metal Binder Jetting	27
4.2.6. DMLS (Sinterizado Directo de Metal por Láser)	28
4.3. Barreras y Desafíos identificados	31
4.3.1. Costos de Inversión Inicial	31
4.3.2. Falta de Conocimiento y Capacitación	31
4.3.3. Infraestructura y Logística	32
4.3.4. Normativas y Regulaciones	32
4.3.5. Desafíos Técnicos	32
4.3.6. Percepción y Aceptación del Mercado	33
4.3.7. Impacto Ambiental	33
4.3.8. Conectividad y Acceso a Tecnología	33
4.4. Condiciones de implementación (Encuesta)	33
4.5. Casos de ESTUDIO	35
4.5.1. Osteophoenix	35
4.5.2. La impresión 3D en la Joyería y artesanía	36
4.5.3. El papel de la impresión 3D en el futuro de la construcción	37
4.6. Análisis y recomendaciones	41
4.6.1. Recomendaciones	41
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO A. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION</b>	<b>51</b>
A.1. REFERENCIAS PARA ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO	51
A.2. Encuestas Diligenciadas	55

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Ilustración 1: Vectores Tecnológicos de la industria 4.0	8
Ilustración 2: Beneficios de la implementación de nuevas tecnologías.	15
Ilustración 3: Parámetros para el diseño de la Herramienta de recolección de datos	19
Ilustración 4: representaciones de las tecnologías de fabricación aditiva FDM (izquierda) y SLA (Derecha)	25
Ilustración 5: representaciones de las tecnologías de fabricación aditiva SLS (izquierda) y DLP (Derecha)	26
Ilustración 6: representación de la tecnología de fabricación aditiva Binder Jetting	28
Ilustración 7: representación de la tecnología de fabricación aditiva Blonder Jetting	29
Ilustración 8: Representación gráfica del uso de tecnologías de manufactura aditiva	34
Ilustración 9: Representación gráfica de los tipos de empresas encuestadas clasificadas por tamaño	35
Ilustración 10: Impresora 3D de gran formato par aplicaciones de Construcción de vivienda	39

# LISTA DE TABLAS

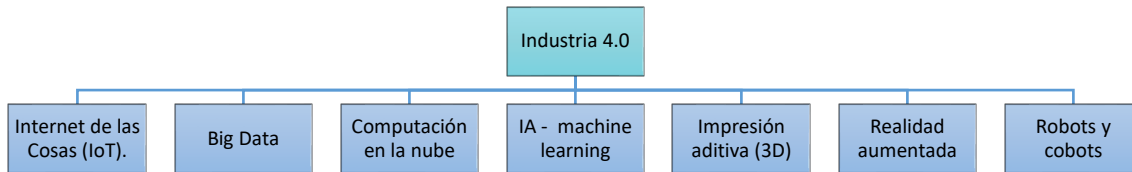
	pág.
Tabla 1: Análisis de los principales tipos de manufactura aditiva con aplicaciones actuales en Colombia.....	30

# INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de fabricación aditiva, si bien se remontan a los años 80's con el desarrollo de la estereolitografía (Wohlers, y otros, 2023), solo ha tomado relevancia a nivel industrial a partir de 2005 cuando inicia la liberación de muchas de las patentes que permiten el desarrollo libre de estas tecnologías y ha sido reconocida como un proceso de manufactura que puede renovar y complementar las líneas tradicionales de producción. En el actual ambiente industrial, la manufactura aditiva (AM), ofrece un enfoque revolucionario para la creación de componentes y productos a nivel global. Colombia, ha adaptado parcialmente estas tecnologías como parte de su desarrollo tecnológico e industrial y en su búsqueda por la eficiencia y competitividad de las empresas. Este proyecto, titulado "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia", surge como respuesta a la necesidad latente de comprender y apropiarse de estas técnicas de fabricación brindando una revisión actual de las mejores opciones de aprovechamiento de estas tecnologías a nivel nacional mediante la exploración, identificación y análisis de las tecnologías de Manufactura aditiva más relevantes y su implementación en las diferentes industrias.

Esta investigación inicia con la premisa de que la manufactura aditiva representa un conjunto de posibilidades en términos de desarrollo e innovación tecnológica, como se expone en la Ilustración 1. Una evaluación de las tecnologías que se agrupan bajo el título de manufactura aditiva, su evolución histórica, sus principios fundamentales y sus aplicaciones diversificadas en industrias que van desde la producción automotriz hasta la medicina, proporcionará un marco sólido para evaluar su integración en la industria colombiana.

Ilustración 1: Vectores Tecnológicos de la industria 4.0



**Fuente:** Elaboración propia basado en (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018) (Rojas-Berrio, Rincón-Novoa, Ascúa, & Ravale, 2020)

Se propone una caracterización de las tecnologías de fabricación aditiva, desde una revisión bibliográfica en bases de datos académicas, el análisis detallado de casos de éxito, y un enfoque comparativo meticuloso que contribuya al proceso de implementación de estas tecnologías, previendo el potencial impacto económico que plantea en el mercado colombiano que ayude a enfrentar los desafíos que han limitado su adopción en Colombia. Desde la falta de conocimiento especializado hasta la disponibilidad limitada de materiales y equipos, cada barrera identificada representa una oportunidad para el cambio y la mejora. Las implicaciones económicas y sociales de la implementación de estas tecnologías, puede direccionar el crecimiento económico, transformar la cadena de suministro y fomentar la creación de empleo en el país (Tegethoff, Santa, & Morante, 2021).

Una evaluación superficial del contexto colombiano expone que la fabricación aditiva ha sido actualmente implementada en varios sectores industriales clave. Uno de los sectores más prominentes es el de la salud, en donde gracias a la capacidad de personalización de dispositivos, prótesis y modelos anatómicos con la tecnología de impresión por deposición fundida (FDM), se ha transformado la atención médica en Colombia hacia el ofrecimiento de soluciones altamente personalizadas (Henao Penenrey, Corona Castuera, Rodriguez, & Poblano Salas, 2020). Así mismo, el sector de la construcción es uno de los que actualmente presenta mayor inversión en investigaciones para el uso de estas tecnologías de conformidad con las tendencias globales enfocadas en el aprovechamiento de la impresión

3D de gran formato (Mesa, 2022). Otro sector vital es el de la industria aeronáutica, espacial y automotriz. La fabricación aditiva permite la producción de componentes más livianos y resistentes, lo que se traduce en una mayor eficiencia (Cortázar, 2018). Además, el sector educativo y de investigación ha adoptado la fabricación aditiva como una herramienta de alto valor. Instituciones académicas y centros de investigación utilizan impresoras 3D principalmente para prototipado rápido (Muñoz Rodríguez & Marín Castillo, 2022). Por su parte, el sector de bienes de consumo también ha sido testigo de la influencia positiva de la fabricación aditiva. Desde la creación de productos de diseño personalizado hasta la producción de lotes pequeños con costos reducidos, las empresas colombianas en esta área podrían adoptar tecnologías para satisfacer las demandas del mercado y mantenerse competitivas en la economía global.

En conclusión, la fabricación aditiva ha dejado una huella significativa en sectores cruciales de la industria colombiana. Este fenómeno evidencia la versatilidad y el potencial de esta tecnología en la transformación de la economía colombiana y subraya la importancia de explorar y comprender en detalle estas aplicaciones industriales en el transcurso de este proyecto de investigación.

**Palabras Claves:** estereolitografía, Manufactura aditiva, innovación tecnológica, FDM, impresión 3D.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. ANTECEDENTES

La impresión 3D, también conocida como fabricación aditiva, es una tecnología revolucionaria que permite la creación de objetos tridimensionales a partir de modelos digitales. Su origen se remonta a la década de 1980, cuando se desarrollaron las primeras técnicas de fabricación por adición, como la estereolitografía (Wohlers, y otros, 2023). Sin embargo, no fue hasta la década de 2000 que la impresión 3D comenzó a ganar relevancia a nivel industrial, especialmente después de la liberación de muchas patentes clave. Desde entonces, ha sido reconocida como un proceso de fabricación capaz de transformar las líneas tradicionales de producción y ofrecer un enfoque revolucionario para la creación de componentes y productos a nivel global. Colombia, como muchos otros países, ha adaptado gradualmente estas tecnologías como parte de su desarrollo tecnológico e industrial en busca de mayor eficiencia y competitividad empresarial.

En la década de 2010, Colombia comienza a dar sus primeros pasos en la adopción de la tecnología de impresión 3D. El artículo "¿Cómo nace la impresión 3D en Colombia?" (Mesa, 2022) explora este período inicial, destacando los pioneros que introdujeron esta tecnología al país. A pesar de los desafíos iniciales, como la disponibilidad de materiales y conocimientos técnicos, estos primeros esfuerzos sentaron las bases para un crecimiento gradual en la aplicación de la impresión 3D en diversos sectores colombianos.

En 2017, se realiza un análisis detallado de los inconvenientes y desafíos que enfrenta la impresión 3D en el mercado industrial colombiano. La autora Leydy Gómez Reyes examina críticamente los obstáculos que limitan su adopción masiva (Gómez Reyes, 2017). Entre estos desafíos se encuentran la calidad y disponibilidad de los materiales, los costos asociados y la necesidad de una infraestructura especializada.

Durante el año 2018, la impresión 3D comienza a destacarse en eventos nacionales como Colombiaplast. El artículo (Redacción Impacto TIC, 2022) resalta la presencia significativa de tecnologías de impresión 3D en la feria, especialmente en aplicaciones que promueven la sostenibilidad ambiental. Esta exhibición muestra cómo la impresión 3D se convierte en una herramienta clave para el desarrollo de soluciones innovadoras y ecológicas en el mercado colombiano.

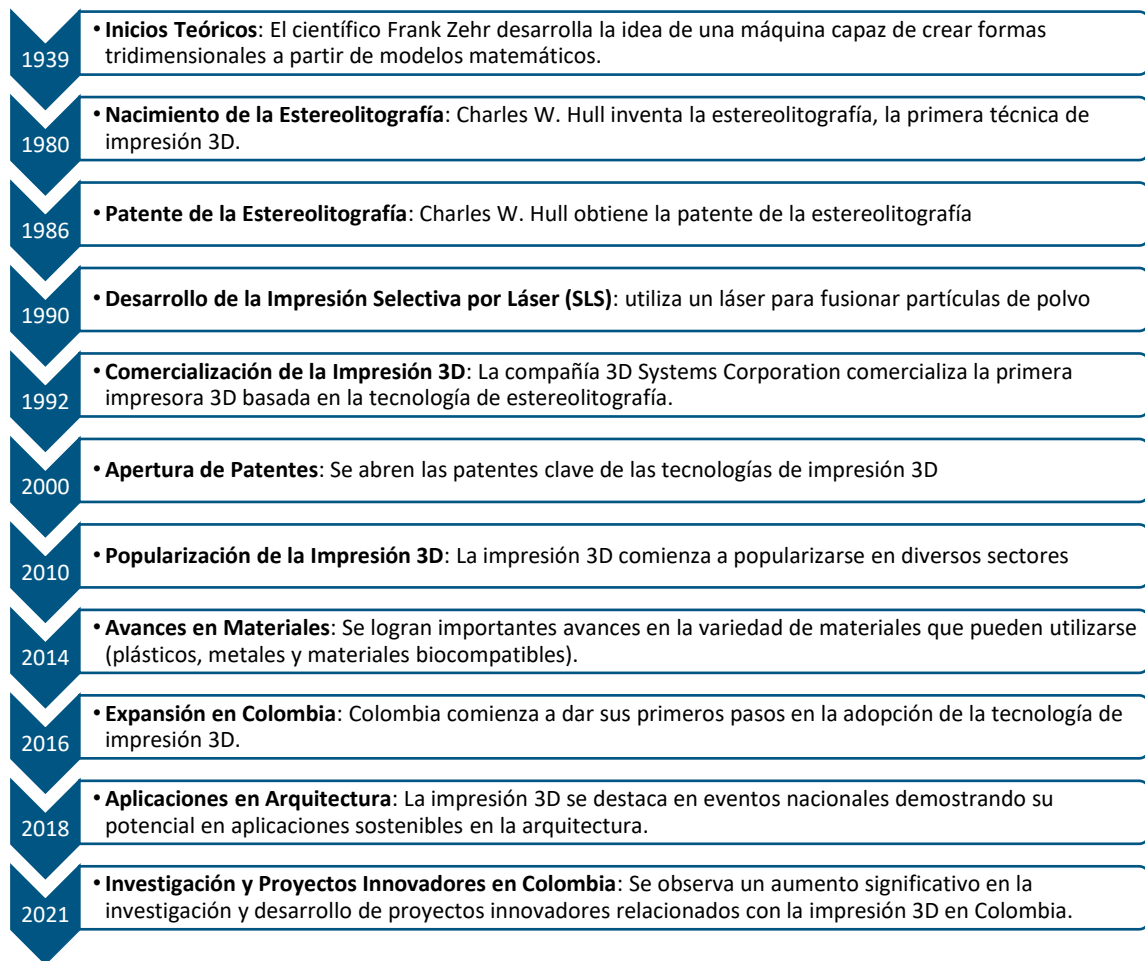
Durante el año 2019, se observa un interés creciente por parte de empresas colombianas en la implementación de tecnologías de impresión 3D. El "plan de negocio UBART3C" presenta un sólido plan empresarial enfocado en la impresión 3D, destacando la visión estratégica para aprovechar esta tecnología emergente en el mercado nacional (Niño Estupiñan, Rojas Castro, & Villamil Molano, 2020). Paralelamente, el artículo de Alexa Rodríguez (Rodríguez Herrera, 2019), enfatiza cómo la impresión 3D se ha convertido en una piedra angular de la industria 4.0 en Colombia, impulsando la eficiencia y la innovación en la producción industrial.

El año 2020 marca un importante hito en la implementación de la impresión 3D en el ámbito educativo colombiano. El documento "Programa Impresión 3D" presenta iniciativas educativas que incorporan activamente la tecnología de impresión 3D en programas de formación. Esto no solo proporciona a los estudiantes habilidades técnicas avanzadas, sino que también promueve la investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones industriales en Colombia (Arenas Marulanda, 2020).

En 2021, se observa un impulso significativo en la investigación y desarrollo de proyectos innovadores relacionados con la impresión 3D en Colombia. El trabajo de grado presentado por Daniel Rangel (Rangel Calderón, 2021), representa uno de los muchos esfuerzos para explorar nuevas aplicaciones y resolver desafíos específicos del mercado colombiano. Este enfoque en la investigación aplicada y la innovación promete abrir nuevas oportunidades en sectores clave como la salud, la arquitectura, la ingeniería y la manufactura.

### 1.1.1. Línea de Tiempo

La fabricación aditiva, ha sido uno de los avances tecnológicos más revolucionarios de las últimas décadas. Desde sus primeros principios teóricos en la década de 1939 hasta su expansión y aplicación en diversas industrias en la actualidad, la evolución de la impresión 3D ha sido marcada por hitos significativos y desarrollos innovadores. Hasta su llegada a Colombia y su potencial en sectores como la arquitectura, la medicina y la manufactura. A través de descubrimientos y avances en materiales, la siguiente línea de tiempo ofrece una perspectiva histórica y evolutiva (Structuralia Blog, 2022) (Montjoy, 2023).



## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Identificación y descripción del problema

En Colombia, como en muchos otros países en proceso de desarrollo, la adopción y adaptación de la fabricación aditiva ha sido un tema de creciente interés en los últimos años. Estas tecnologías ofrecen un potencial significativo para la industria al permitir la fabricación de componentes y productos de manera más eficiente, personalizada y sostenible. Sin embargo, a pesar de este potencial, existen desafíos y barreras que han limitado su implementación generalizada en el país. El problema central de la adaptación tecnológica radica en plantear una ruta adecuada de acción para superar estos obstáculos en pro de la implementación exitosa de la fabricación aditiva en Colombia. Al día de hoy, la falta de información y estrategias claras para abordar estos problemas ha limitado el aprovechamiento del potencial de estas tecnologías en la industria y la sociedad colombianas. El planteamiento del problema se centra en los obstáculos y retos que enfrenta la adopción de las tecnologías de fabricación aditiva en Colombia los cuales se describen a continuación.

#### 1.2.1.1. Falta de capacitación Especializada

La gran mayoría de las empresas e instituciones no cuentan con profesionales capacitados para gestionar estas tecnologías de manera efectiva.

#### 1.2.1.2. Disponibilidad de materiales y equipos

La adquisición de equipos y materiales puede ser costosa y difícil de obtener en el mercado colombiano.

#### 1.2.1.3. Consideraciones normativas

La necesidad de establecer estándares y regulaciones claras es esencial para garantizar la calidad de los productos y el establecimiento de un mercado.

#### 1.2.1.4. Limitaciones a nivel Industrial:

A pesar de la posibilidad de reducir costos de fabricación y mejorar la eficiencia, muchas empresas no adoptan plenamente la fabricación aditiva debido a la diferencia de esta con los procesos productivos actualmente usados.

#### 1.2.1.5. Desafíos de Integración multidisciplinar

El desarrollo de las tecnologías de fabricación aditiva a nivel industrial requiere de una fuerte conexión entre diversas disciplinas, siendo pertinente la colaboración entre la academia, la industria y el estado.

### 1.2.2. Justificación

La propuesta de aprovechar el potencial de la fabricación aditiva en el contexto colombiano como una oportunidad innovadora para impulsar la industria, la academia y la competitividad en el país implica reconocer que, a pesar de su creciente relevancia a nivel global, su adopción en Colombia ha sido limitada debido a diversos obstáculos y desafíos. Estas tecnologías pueden desempeñar un papel fundamental en este proceso de desarrollo industrial y tecnológico. Su capacidad para reducir costos, mejorar la personalización de productos y fomentar la sostenibilidad en la producción industrial las convierte en una herramienta estratégica para el crecimiento de las empresas y la generación de nuevas oportunidades de mercado.

Ilustración 2: Beneficios de la implementación de nuevas tecnologías.



Fuente: Elaboración propia

En resumen, este proyecto se justifica en la explotación de los beneficios que ofrece la asimilación de las tecnologías de manufactura aditiva como una nueva línea investigativa en Colombia algunos de los beneficios más visibles se exponen en la Ilustración 2, (Zamora & Hernández, 2020). Se plantea que, la falta de capacitación especializada, la limitada disponibilidad de materiales y equipos adecuados, junto con las restricciones regulatorias, actúan como principales barreras para la adopción generalizada de tecnologías de fabricación aditiva en la industria. Y se postula que, al desarrollar programas de formación especializada, mejorar el acceso a materiales y equipos, y establecer regulaciones claras y favorables, se podría superar estas barreras y fomentar la implementación efectiva de estas tecnologías en empresas colombianas

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Explorar, identificar y analizar las tecnologías de fabricación aditiva más relevantes en la actualidad y su implementación a nivel industrial en Colombia, con el propósito de proporcionar una caracterización detallada y comprensiva que contribuya al conocimiento y desarrollo de esta área dentro del contexto colombiano.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar tecnologías de fabricación aditiva relevantes en Colombia en función de los sectores industriales con mayor evidencia de aplicación a nivel global
- Explorar las actuales barreras y desafíos en la adopción de tecnologías aditivas en el mercado colombiano
- Evaluar las condiciones de Implementación Industrial de las tecnologías seleccionadas a partir del estudio de casos de éxito
- Proponer estrategias y recomendaciones para la adopción sostenible de la manufactura aditiva en Colombia

### 3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta se fundamenta en una combinación de revisión bibliográfica exhaustiva, análisis empírico de casos de éxito y estudio detallado de las barreras percibidas en el contexto colombiano. Este enfoque mixto permitirá obtener una comprensión integral de las tecnologías de fabricación aditiva en Colombia, desde sus aplicaciones industriales hasta los desafíos que enfrentan. El análisis comparativo permitirá el planteamiento de conclusiones y recomendaciones consistentes con las necesidades identificadas.

- I. **Diseño de la Investigación:** Se inicia con el establecimiento del marco conceptual y metodológico que guiará el desarrollo de la investigación, definiendo los métodos de recolección y análisis de datos.
- II. **Revisión Bibliográfica:** Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con las tecnologías de fabricación aditiva, con un enfoque en su aplicación industrial y las barreras para su adopción en Colombia. Esta revisión servirá como base teórica para el estudio.
- III. **Identificación de Tecnologías Relevantes y Sectores de Aplicación:** En esta etapa, se identificarán y seleccionarán las tecnologías de manufactura aditiva más relevantes, y se enfocará en los sectores industriales con mayor evidencia de aplicación a nivel global.
- IV. **Análisis de Barreras y Desafíos:** Se realizará un análisis detallado de las barreras y desafíos que han limitado la adopción de tecnologías de manufactura aditiva en Colombia. recopilando información cualitativa y cuantitativa sobre las limitaciones percibidas en el mercado a partir de las tendencias tecnológicas evidenciadas en la revisión bibliográfica.
- V. **Evaluación de Casos de Éxito:** Se llevará a cabo un estudio detallado de casos de éxito en la implementación de tecnologías de manufactura aditiva. Se analizarán las condiciones de implementación, los factores clave para el éxito y las lecciones

aprendidas. Los casos de estudio proporcionarán información práctica sobre la aplicación efectiva de estas tecnologías en el contexto colombiano.

- VI. **Proposición de Estrategias y Recomendaciones:** Basándose en los resultados de la revisión bibliográfica, el análisis de barreras y desafíos, y la evaluación de casos de éxito, se propondrán estrategias y recomendaciones específicas para fomentar la adopción sostenible de tecnologías de manufactura aditiva en Colombia. Estas propuestas estarán orientadas tanto a nivel empresarial como a nivel político y regulatorio.
- VII. **Documentación y Presentación de Resultados:** Todos los hallazgos, análisis y recomendaciones se documentarán de manera clara y coherente. La presentación se realizará de forma estructurada y lógica, siguiendo el flujo de la investigación.
- VIII. **Conclusiones y Propuestas para Investigaciones Futuras:** Se elaborarán conclusiones basadas en los resultados obtenidos y se propondrán recomendaciones finales para futuras investigaciones en el campo de la fabricación aditiva en Colombia. Estas recomendaciones estarán enfocadas en áreas específicas que requieran una mayor profundización y estudio.

### 3.1. HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Adicional al análisis bibliográfico, se diseña y aplica una herramienta de recolección de datos cuyo objetivo principal es el de obtener información relevante sobre la percepción, el conocimiento y la experiencia de las empresas del sector industrial en Colombia en relación con la manufactura aditiva. Los datos recopilados servirán para complementar la investigación.

### 3.1.1. Estructura de la Encuesta

La encuesta se compuso de varias secciones diseñadas para abordar los diferentes aspectos relacionados con la impresión 3D en el sector industrial. Estas secciones incluyeron:

Ilustración 3: Parámetros para el diseño de la Herramienta de recolección de datos

#### Información Demográfica de la Empresa

- Datos básicos sobre el tamaño, el sector y la ubicación de la empresa.

#### Conocimiento y Uso Actual de la Impresión 3D

- Se evalúa el nivel de conocimiento y la experiencia previa de la empresa en el uso de la impresión 3D.
- Información sobre los tipos de procesos y y Materiales mas usados.

#### Percepción:

- Explorar las percepciones de la empresa sobre los beneficios, las limitaciones y las oportunidades asociadas con la impresión 3D.

#### Barreras y Desafíos:

- Indagar sobre los obstáculos que enfrentan las empresas en la adopción y aplicación de la impresión 3D en sus operaciones.

#### Interés y Futuras Aplicaciones:

- Indagar el interés de la empresa en explorar nuevas aplicaciones de la impresión 3D en el futuro.

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2. Formato de preguntas

Las preguntas de la encuesta fueron tanto cerradas como abiertas, dependiendo del tipo de información. En este caso las preguntas cerradas incluyeron opciones de respuesta predefinidas, acorde con las tendencias en el mercado observadas en la revisión bibliográfica. Mientras que las preguntas abiertas permiten recopilar información sobre las tendencias y opiniones puntuales de las empresas.

### 3.1.3. Implementación de la encuesta

Se considera el uso de grupos focales, con una encuesta diseñada para ser aplicada de manera directa, esto para enfocar la investigación al mercado específico, se seleccionaron empresas del sector industrial en Colombia que ya estén utilizando tecnologías de impresión 3D en sus operaciones. Se contactó a cada empresa seleccionada para informarles sobre el estudio y solicitar su participación en la encuesta. Se proporcionó información detallada sobre el propósito del estudio, la confidencialidad de los datos y el uso previsto de los resultados. Se solicitó el consentimiento de cada empresa para participar en la encuesta.

### 3.1.4. Análisis de datos y conclusiones

Una vez recopilados los datos, se realizó un análisis exhaustivo para identificar patrones, tendencias y conclusiones significativas. Esto busca estructurar el panorama de la manufactura aditiva en el mercado colombiano. La adición de una encuesta al proyecto proporciona datos directos y específicos sobre la perspectiva de las empresas en relación con esta tecnología.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. REVISION BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica es un proceso fundamental en cualquier trabajo académico, ya que permite contextualizar la investigación dentro del cuerpo existente de conocimientos. Para este trabajo de grado, se siguió un procedimiento sistemático y riguroso para asegurar la exhaustividad y relevancia de las fuentes seleccionadas. Se utilizaron bases de datos académicas reconocidas y repositorios institucionales para garantizar la calidad y pertinencia de las publicaciones revisadas. Las principales fuentes consultadas fueron:

- Google Scholar
- Scopus
- ScienceDirect
- PubMed
- Repositorios de universidades colombianas

Para asegurar la relevancia de los artículos seleccionados, se establecieron los siguientes criterios de búsqueda:

- Términos Clave: "impresión 3D", "fabricación aditiva", "Colombia", "tecnologías de impresión 3D", "aplicaciones industriales", "additive manufacturing", "3D printing", "AM implementation".
- Fecha de Publicación: Se priorizaron artículos publicados en los últimos 10 años para asegurar la actualidad de la información, aunque también se incluyeron fuentes históricas clave para proporcionar contexto.
- Idioma: Español e inglés para maximizar la relevancia en el contexto colombiano y global.

- Tipo de Documento: Artículos de revistas científicas, tesis de grado, informes técnicos y estudios de caso.

Además, El proceso de filtrado para la selección de artículos se realizó en varias etapas:

- Búsqueda Inicial: Se realizó una búsqueda inicial utilizando los términos clave en las bases de datos seleccionadas.
- Filtrado por Relevancia: Se revisaron los títulos y resúmenes de los artículos obtenidos para determinar su relevancia.
- Lectura Detallada: Los artículos considerados relevantes se leyeron en detalle para evaluar su calidad y pertinencia.

Para soportar adecuadamente el presente trabajo de grado, se revisaron aproximadamente 50 artículos. Esta cantidad se considera ideal para proporcionar una visión comprensiva y detallada del estado actual de la tecnología de impresión 3D en Colombia y sus aplicaciones industriales.

En lo que respecta al análisis de contenido de los artículos seleccionados se llevó a cabo mediante una metodología cualitativa que incluye:

- Identificación de Temas Recurrentes: Se identificaron los temas y conceptos más mencionados en la literatura.
- Análisis Comparativo: Se compararon los hallazgos de diferentes estudios para identificar tendencias y divergencias.
- Síntesis de Información: Se sintetizó la información recopilada para proporcionar una visión coherente y estructurada de los hallazgos.

### 4.1.1. Principales hallazgos

Los documentos seleccionados abarcan una amplia gama de temas, desde estudios de casos hasta análisis de tendencias y desafíos en la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en diferentes sectores industriales. Se incluyen también documentos que exploran el impacto ambiental, las regulaciones y las perspectivas futuras de la impresión 3D en Colombia.

Esta revisión bibliográfica proporciona una sólida base de conocimientos para comprender el panorama actual de la impresión 3D en Colombia, identificar las tecnologías más relevantes y analizar los desafíos y oportunidades asociados con su implementación en el ámbito industrial y comercial del país.

La impresión 3D ha evolucionado significativamente desde su invención en los años 80. Inicialmente utilizada para la creación rápida de prototipos, la tecnología ha avanzado hasta convertirse en una herramienta crucial en múltiples industrias. Los estudios revisados muestran un crecimiento exponencial en la adopción de esta tecnología, especialmente en los últimos 20 años. A pesar de su potencial, la adopción de la impresión 3D enfrenta varios desafíos. Los costos iniciales altos, la falta de normativas específicas y la necesidad de capacitación especializada son barreras significativas que limitan su implementación más amplia en Colombia. La revisión también señala una resistencia cultural al cambio, con una preferencia marcada por los métodos de producción tradicionales. Todo ello, se revisará en detalle a continuación.

## 4.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES

En Colombia, la adopción de tecnologías de manufactura aditiva ha mostrado un crecimiento significativo en los últimos años. La revisión de las fuentes y la identificación de las empresas clave que distribuyen, fabrican o venden equipos para impresión 3D

proporcionan una visión comprensiva de las tecnologías disponibles en el país. A continuación, se detallan las principales tecnologías de impresión 3D disponibles en Colombia y sus características.

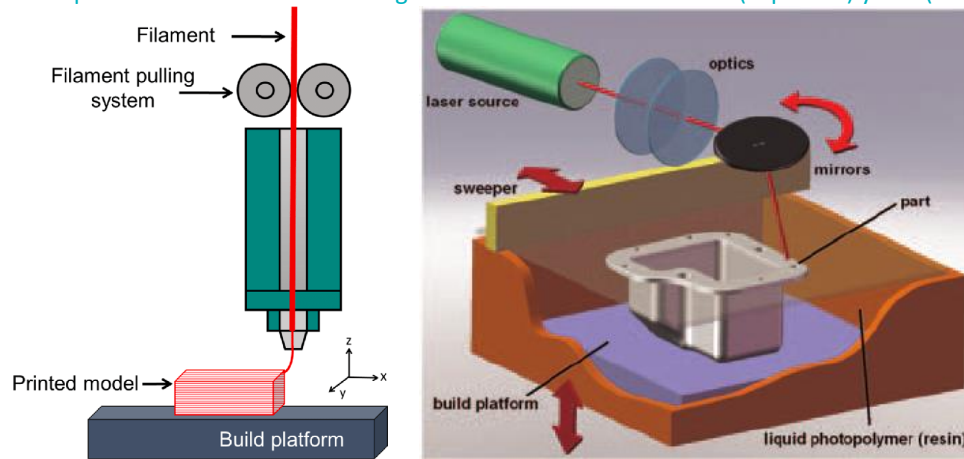
#### 4.2.1. FDM (Modelado por Deposición Fundida)

El modelado por deposición fundida (FDM, por sus siglas en inglés) es una de las tecnologías de impresión 3D más comunes y accesibles. Funciona mediante la extrusión de un filamento termoplástico a través de una boquilla calentada, que deposita el material capa por capa para construir la pieza deseada. El filamento se derrite en la boquilla y se solidifica rápidamente al depositarse en la plataforma de construcción, lo que permite la creación de estructuras complejas a partir de materiales como ABS, PLA, PETG y otros polímeros. FDM es ampliamente utilizado en prototipado rápido, fabricación de piezas funcionales y en aplicaciones educativas debido a su costo relativamente bajo y facilidad de uso. No obstante, sus limitaciones incluyen una menor resolución en comparación con otras tecnologías de impresión 3D y posibles problemas de adherencia y deformación del material. (Piñeros Rubio, 2021)

Aplicaciones observadas en la revisión bibliográfica:

- Prototipos rápidos
- piezas funcionales
- modelos educativos.

Ilustración 4: representaciones de las tecnologías de fabricación aditiva FDM (izquierda) y SLA (Derecha)



Fuentes: FDM: (Shanmugam, y otros, 2021)) y SLA (Huotilainen y otros, 2014).

#### 4.2.2. SLA (Estereolitografía)

La estereolitografía (SLA) es una tecnología de impresión 3D que utiliza un láser ultravioleta (UV) para solidificar una resina fotosensible capa por capa. El proceso comienza con la inmersión de una plataforma de construcción en un tanque de resina líquida. Un láser UV traza el contorno de cada capa en la resina, haciendo que se solidifique. La plataforma se mueve hacia arriba o hacia abajo para permitir la formación de la siguiente capa hasta que la pieza esté completa. SLA es conocida por su alta resolución y capacidad para producir detalles finos y superficies lisas, lo que la hace ideal para aplicaciones en joyería, odontología y prototipos detallados. Sin embargo, el costo de los equipos y materiales, así como la necesidad de post-procesamiento para eliminar la resina no curada y curar completamente la pieza, son consideraciones importantes (Gómez Mesa & Castañeda Roncancio, 2021)

Aplicaciones observadas en la revisión bibliográfica:

- Prototipos detallados
- Joyería
- componentes médicos.

### 4.2.3. SLS (Sinterizado Selectivo por Láser)

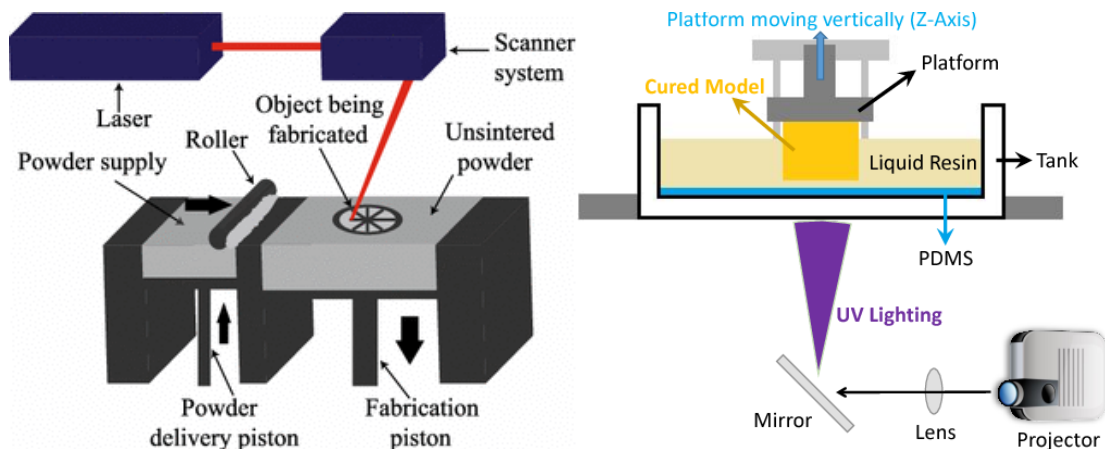
El sinterizado selectivo por láser (SLS) es una tecnología de impresión 3D que utiliza un láser de alta potencia para sinterizar polvo de material, generalmente polímeros como nylon, capa por capa para formar una pieza sólida. El proceso comienza con la distribución de una capa fina de polvo sobre la plataforma de construcción. El láser traza el diseño de cada capa, sinterizando el polvo en las áreas deseadas. Una nueva capa de polvo se extiende y el proceso se repite. ( Formlabs, 2021)

SLS es valorado por su capacidad para producir piezas duraderas y funcionales con geometrías complejas sin necesidad de estructuras de soporte, ya que el polvo no sinterizado actúa como soporte durante la impresión. Es ampliamente utilizado en la producción de prototipos funcionales, piezas finales y en la industria automotriz y aeroespacial

Aplicaciones observadas en la revisión bibliográfica:

- Prototipos funcionales
- piezas de uso final
- componentes industriales.

Ilustración 5: representaciones de las tecnologías de fabricación aditiva SLS (izquierda) y DLP (Derecha)



Fuentes: SLS (Pawar, 2020) y DLP (Universität Zürich, 2023)

#### 4.2.4. DLP (Procesamiento Digital de Luz)

El procesamiento digital de luz (DLP) es similar a la SLA, pero utiliza una fuente de luz digital para proyectar una imagen de cada capa de la pieza en una resina fotosensible. Un proyector digital ilumina selectivamente áreas específicas de la resina, causando su solidificación. Este proceso se repite capa por capa hasta que la pieza esté completa.

DLP ofrece una alta velocidad de impresión y resolución, con la capacidad de producir detalles finos y superficies lisas. Es particularmente útil en la industria dental y de la joyería, así como en aplicaciones de prototipado rápido. La tecnología DLP puede ser más rápida que la SLA, ya que cada capa se cura de una vez en lugar de ser trazada punto por punto por un láser. (Ramírez Arango, 2015)

Aplicaciones observadas en la revisión bibliográfica:

- Joyería
- modelos dentales
- prototipos detallados.

#### 4.2.5. Metal Binder Jetting

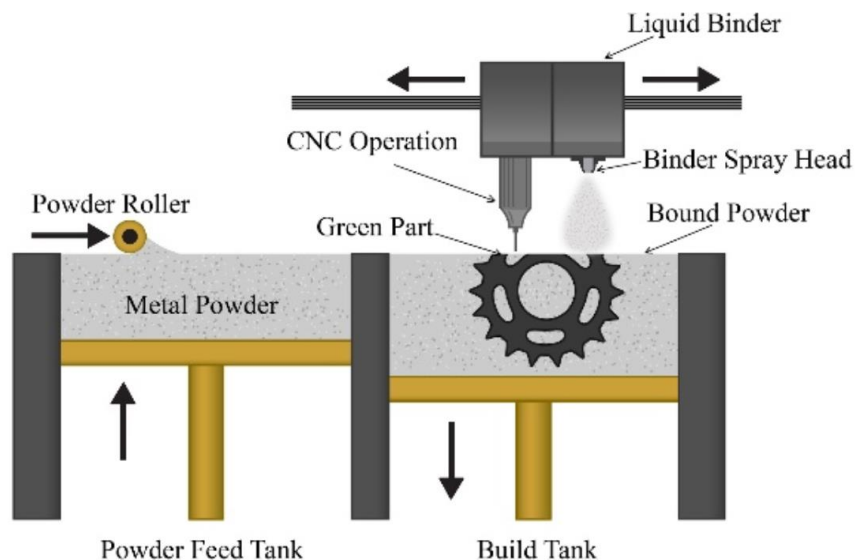
El metal binder jetting es una tecnología de impresión 3D que deposita un agente aglutinante sobre capas de polvo metálico para construir una pieza. El proceso comienza con la distribución de una capa fina de polvo metálico sobre la plataforma de construcción. Luego, un cabezal de impresión rocía un aglutinante líquido sobre el polvo, uniendo las partículas en las áreas deseadas. Este proceso se repite capa por capa hasta que la pieza esté formada. Posteriormente, la pieza verde (no sinterizada) se somete a un proceso de sinterización en un horno para consolidar y densificar el material.

Esta tecnología permite la producción de piezas metálicas complejas con un alto grado de precisión y sin las restricciones de diseño de los métodos de fabricación tradicionales. Es utilizada en la industria aeroespacial, automotriz y en la fabricación de herramientas y componentes industriales. (Muñoz Rodríguez P. , 2022)

Aplicaciones observadas en la revisión bibliográfica:

- Componentes industriales
- Herramientas
- piezas de automóviles.

Ilustración 6: representación de la tecnología de fabricación aditiva Binder Jetting



Fuente: tomado de <https://amfg.ai/2019/07/03/metal-binder-jetting-all-you-need-to-know/>

#### 4.2.6. DMLS (Sinterizado Directo de Metal por Láser)

El sinterizado directo de metal por láser (DMLS) es una tecnología de impresión 3D que utiliza un láser de alta potencia para sinterizar polvo metálico, creando piezas metálicas directamente a partir de un diseño CAD. Similar al SLS, el proceso de DMLS comienza con la distribución de una capa fina de polvo metálico sobre la plataforma de construcción. Un

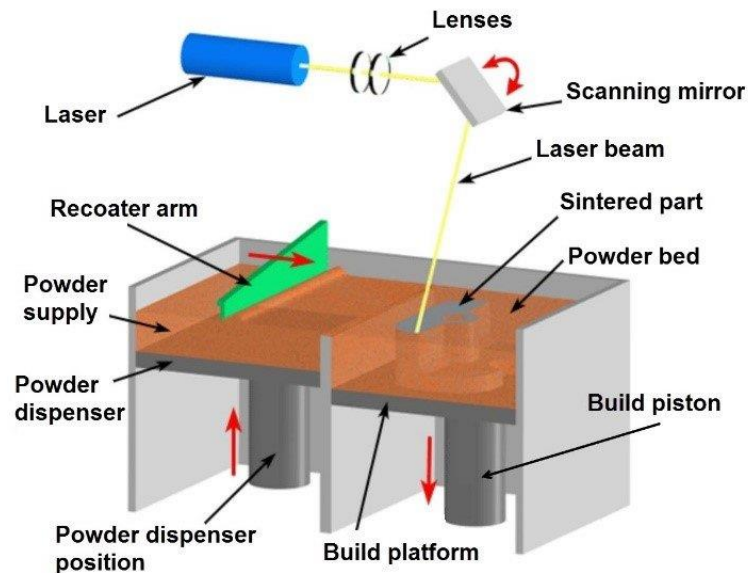
láser traza el diseño de cada capa, sinterizando el polvo en las áreas deseadas. Una nueva capa de polvo se distribuye y el proceso se repite hasta que la pieza esté completa.

DMLS es capaz de producir piezas metálicas con propiedades mecánicas equivalentes a las de las piezas fabricadas mediante métodos tradicionales como la fundición o el mecanizado. Es ampliamente utilizado en la fabricación de componentes de alto rendimiento en las industrias aeroespacial, médica y automotriz, donde la precisión y la integridad estructural son críticas.

Aplicaciones observadas en la revisión bibliográfica:

- Piezas de uso final en aeroespacial
- Automotriz
- medicina.

Ilustración 7: representación de la tecnología de fabricación aditiva Blonder Jetting



Fuente: tomado de (Marrey y otros, 2019)

La tabla a continuación resume los hallazgos en múltiples empresas del sector que comercializan productos enfocados a la manufactura aditiva y los principales procesos con presencia en el mercado colombiano actualmente

Tabla 1: Análisis de los principales tipos de manufactura aditiva con aplicaciones actuales en Colombia

	Imocom	Layer 3D	Print 3D Colombia	Grupo Abstract	SMC Corporation	Hexagon
<b>FDM</b>	X	X	X	X		
<b>SLA</b>	X	X	X	X		
<b>SLS</b>	X	X	X			
<b>DLP</b>		X		X	X	
<b>Metal Binder Jetting</b>						X
<b>DMLS</b>						X

Fuente: Elaboración Propia

El mercado colombiano de manufactura aditiva está en una fase de crecimiento y consolidación. Las tecnologías de impresión 3D disponibles abarcan desde soluciones accesibles para pequeñas y medianas empresas hasta equipos industriales de alta gama. La accesibilidad a estas tecnologías ha mejorado gracias a la importación y distribución por parte de empresas especializadas.

Las condiciones del mercado reflejan una creciente adopción de la impresión 3D en diferentes sectores, con un énfasis en la innovación y la reducción de costos y tiempos de producción. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la formación técnica, la infraestructura y las regulaciones específicas para tecnologías aditivas.

Se encontraron además los siguientes sectores de aplicación relevantes, basados principalmente en la recurrencia de los casos de estudio mencionados en los artículos verificados:

- Sector Médico y Dental: Prototipos de dispositivos médicos, implantes personalizados, y modelos dentales.
- Sector Joyería: Creación de moldes y piezas finales con alta precisión.

- Sector Construcción: Impresión de componentes estructurales y viviendas.
- Sector Industrial y Manufactura: Prototipos funcionales, herramientas de manufactura, y piezas de uso final.

## 4.3. BARRERAS Y DESAFÍOS IDENTIFICADOS

A pesar del considerable avance y la adopción creciente de la manufactura aditiva (MA) en Colombia, existen diversas barreras que limitan su implementación completa en diferentes sectores. La revisión de la literatura y los casos de estudio han permitido identificar y describir estas barreras, que se agrupan en las siguientes categorías principales:

### 4.3.1. Costos de Inversión Inicial

La implementación de tecnologías de manufactura aditiva requiere una inversión inicial significativa en equipos y materiales, (Mantilla L, 203) lo cual puede ser prohibitivo para muchas empresas, especialmente las pequeñas y medianas (PyMEs).

"La construcción 3D tiene una ventaja en cuanto a costos, ya que minimiza el tiempo de ejecución, mano de obra y desperdicios de materiales en comparación con la construcción tradicional, pero se debe resaltar que las máquinas de impresión 3D a gran escala tienen costos que empiezan desde los 600'000.000 COP aproximadamente"

(Mahecha Vargas J. D., 2021)

### 4.3.2. Falta de Conocimiento y Capacitación

La escasez de personal capacitado en tecnologías de manufactura aditiva es una barrera significativa. Muchas empresas carecen del conocimiento técnico necesario para operar y

mantener las impresoras 3D, así como para diseñar productos aptos para esta tecnología. Es decir, que se requiere una formación técnica especializada para operar las tecnologías de impresión 3D, lo cual representa un desafío para su adopción (FasterCapital, 2018).

### 4.3.3. Infraestructura y Logística

La infraestructura necesaria para soportar la manufactura aditiva, incluyendo el suministro de materiales y la distribución de productos impresos en 3D, aún no está completamente desarrollada en Colombia. Esto afecta la eficiencia y la viabilidad económica de las operaciones. Si bien es posible aplicar las tecnologías de manufactura aditiva a nivel hogar de manera relativamente sencilla, La implementación de esta tecnología a nivel industrial requiere una infraestructura adecuada, que aún es limitada en Colombia (Carrillo Garcia & Castaño Ruiz , 2018).

### 4.3.4. Normativas y Regulaciones

Las normativas y regulaciones específicas para la manufactura aditiva son escasas o inexistentes en Colombia, lo que genera incertidumbre legal y dificultades para la aprobación y comercialización de productos impresos en 3D.

### 4.3.5. Desafíos Técnicos

Los desafíos técnicos, incluyendo la calidad y durabilidad de los productos impresos en 3D, son una preocupación importante. La variabilidad en la calidad de las impresiones puede afectar la aceptación de esta tecnología en sectores críticos como el médico y el aeroespacial. Se evidencia la necesidad de extender los estudios técnicos, académicos y económicos que comparen las tecnologías de manufactura aditivas con las tecnologías tradicionales. (Redacción APD, 2018)

### 4.3.6. Percepción y Aceptación del Mercado

La percepción del mercado y la confianza en las nuevas tecnologías son factores que pueden ralentizar la adopción de la manufactura aditiva. Los consumidores y las empresas pueden ser reacios a abandonar los métodos tradicionales debido a la incertidumbre y los riesgos percibidos asociados con las nuevas tecnologías. Uno de los posibles factores de esto es la reducción de la mano de obra requerida para la manufactura aditiva puede tener un impacto negativo en el empleo, lo que genera resistencia por parte de los sindicatos y otras organizaciones laborales. (IT User, 2020)

### 4.3.7. Impacto Ambiental

Aunque la manufactura aditiva puede reducir el desperdicio de materiales, también presenta desafíos ambientales relacionados con el reciclaje y la gestión de residuos de materiales impresos en 3D. (Holguín Chaux & Montes Torres, 2024)

### 4.3.8. Conectividad y Acceso a Tecnología

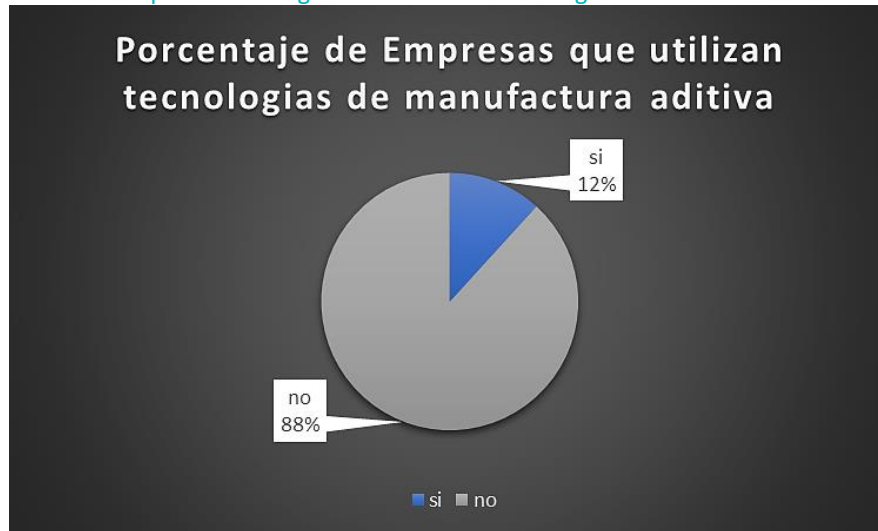
En muchas regiones de Colombia, la falta de acceso a tecnología avanzada y la conectividad limitada impiden la implementación efectiva de la manufactura aditiva. (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020)

## 4.4. CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN (ENCUESTA)

Adicional a la revisión bibliográfica, se realizó una encuesta dirigida a empresas del sector productivo y de manufactura, para estimar el estado actual del mercado local, la

principal observación con las primeras encuestas realizadas arrojó que solamente un bajo porcentaje de las empresas conoce o aplica las tecnologías de manufactura aditiva dentro de sus procesos.

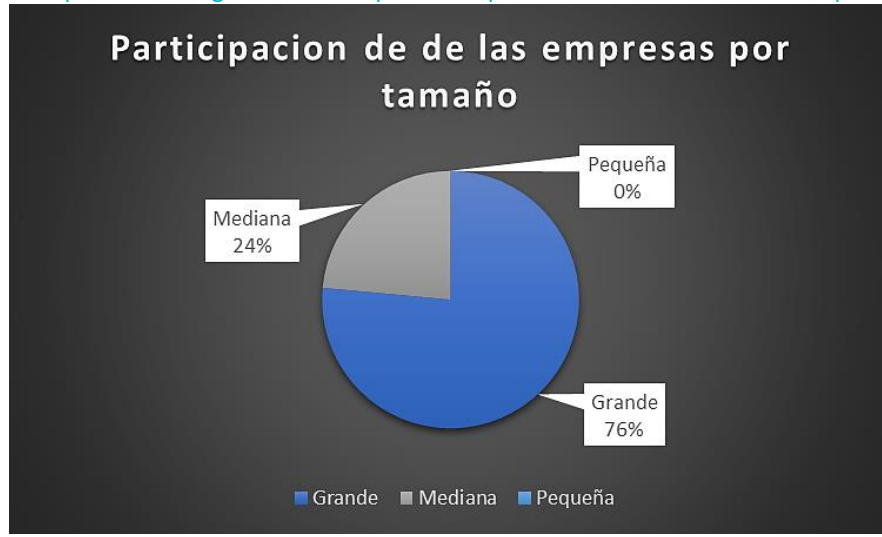
Ilustración 8: Representación gráfica del uso de tecnologías de manufactura aditiva



Fuente: Elaboración propia

Si bien se pudo evidenciar que académicamente existen estudios y trabajos en la actualidad que exponen los beneficios de las diferentes tecnologías de M.A., la realidad es que a nivel industrial su aplicación es escasa en el mercado nacional, y esto como vimos presenta muchos factores que interfieren con el proceso de adaptación, asimilación y reproducción de tecnologías en el ámbito nacional.

Ilustración 9: Representación gráfica de los tipos de empresas encuestadas clasificadas por tamaño



Fuente: Elaboración propia

Además, entre las empresas que, si utilizan tecnologías de fabricación aditiva, se observa una clara tendencia sobre las tecnologías más utilizadas actualmente, donde el FDM muestra la mayor relevancia, seguido por los procesos de estereolitografía (SLS) y algunas técnicas que incluyen el manejo de metales como material base.

## 4.5. CASOS DE ESTUDIO

### 4.5.1. Osteophoenix

En la vanguardia de la innovación médica en Colombia se encuentra Osteophoenix, una empresa pionera que ha implementado tecnologías de fabricación aditiva en el sector de la salud en Colombia. Osteophoenix ha sido un ejemplo destacado de cómo la impresión 3D puede transformar la medicina y ofrecer soluciones personalizadas y efectivas para los pacientes. Actualmente, utiliza la tecnología de manufactura aditiva conocida como Sinterización Selectiva por Láser (SLS) y la impresión 3D de metales mediante Direct Metal

Laser Sintering (DMLS). Estas tecnologías permiten la producción de implantes personalizados con alta precisión y adaptabilidad a las necesidades anatómicas de cada paciente. (Osteophoenix, 2019)

Se registra que, en 2014, cuando la empresa realizó el primer implante craneal 3D de titanio en Latinoamérica. Marcó un momento histórico en la atención médica en la región. El paciente, había sufrido una lesión por un accidente vehicular y requería una solución única y personalizada. Gracias a la impresión 3D, Osteophoenix pudo diseñar y fabricar un implante craneal de titanio que se ajustaba perfectamente a la anatomía del paciente, restaurando la forma y función de su cráneo.

Utiliza la tecnología de manufactura aditiva conocida como Sinterización Selectiva por Láser (SLS) y la impresión 3D de metales mediante Direct Metal Laser Sintering (DMLS). Estas tecnologías permiten la producción de implantes personalizados con alta precisión y adaptabilidad a las necesidades anatómicas de cada paciente. la adopción de la tecnología DMLS en el campo médico ha sido respaldada por investigaciones independientes que destacan sus ventajas en términos de personalización y reducción de tiempos quirúrgicos. Artículos como el de (Hoyos Alfonso y otros, 2021) señala que los implantes craneales impresos en 3D permiten una adaptación más precisa y una recuperación más rápida para los pacientes.

#### 4.5.2. La impresión 3D en la Joyería y artesanía

Como segundo caso de estudio se analiza el impacto de la impresión 3D en la industria de la joyería, destacando las oportunidades y desafíos que esta tecnología presenta para los diseñadores y fabricantes de joyas, tomando como antecedentes el artículo escrito por Carlos Córdoba (Cordoba Cely & de la Cruz Escobar, 2021) Se discuten las ventajas de esta tecnología, como la capacidad de producir diseños complejos y personalizados con mayor rapidez y precisión. Además, se abordan los desafíos relacionados con la calidad de los

materiales impresos en 3D y la integración de la tecnología en los procesos de fabricación tradicionales de joyas.

El estudio explora diversas aplicaciones de la impresión 3D en la creación de joyas, incluyendo la producción de prototipos, la fabricación de moldes y la creación de diseños personalizados. Vásquez en su trabajo, (Muñoz Mesa & Sanchez trujillo, 2016). Se destacan ejemplos específicos de cómo los diseñadores y fabricantes de joyas están utilizando la impresión 3D para ampliar sus capacidades creativas y ofrecer productos únicos y diferenciados en el mercado.

Ambos trabajos, evidencian el potencial de la impresión 3D en el mercado de la joyería, incluyendo cambios en la cadena de suministro, la personalización de productos y la democratización del diseño. Se discute cómo la tecnología puede impulsar la innovación y la competitividad en la industria, al mismo tiempo que plantea desafíos en términos de calidad, propiedad intelectual y sostenibilidad. (Cordoba Cely & de la Cruz Escobar, 2021) cita ejemplos de joyerías que utilizan impresoras 3D para crear moldes precisos para fundición, mejorando la calidad y la precisión de las piezas finales. Mientras que (Muñoz Mesa & Sanchez trujillo, 2016) presentan casos en los que la impresión 3D ha permitido a los joyeros ofrecer servicios de personalización rápida, aumentando la satisfacción del cliente y diferenciándose en el mercado.

#### 4.5.3. El papel de la impresión 3D en el futuro de la construcción

El tercer caso de estudio examina la aplicación de la impresión 3D en el sector de la construcción en Colombia, y su potencial para transformar el proceso de construcción de viviendas. Se exploran los avances tecnológicos, los desafíos, y las oportunidades que esta innovación representa para la industria de la construcción en el país.

El estudio parte del reconocimiento de la importancia creciente de la impresión 3D en la industria de la construcción a nivel mundial. Se contextualiza la adopción de esta tecnología en Colombia, destacando su potencial para abordar desafíos clave del sector, como la escasez de vivienda y la necesidad de soluciones constructivas más eficientes y sostenibles (Mantilla L, 203) (Mahecha Vargas, 2021).

Se presenta un resumen analítico de los puntos más relevantes que ha dejado la revisión de los estudios alrededor de este campo de investigación:

- La construcción tradicional genera mayor confianza en los usuarios, aunque existe cierto temor hacia la implementación de nuevas tecnologías.
- La construcción 3D reduce significativamente el tiempo de construcción de viviendas unifamiliares en un aproximado del 90%, brindando una ventaja considerable.
- La construcción 3D presenta ventajas en costos al minimizar el tiempo de ejecución, la mano de obra y los desperdicios de materiales, que compensa los altos costos iniciales de las máquinas de impresión 3D.
- El método de construcción 3D ofrece una mayor seguridad ambiental al reducir los impactos ambientales y los desperdicios.
- Aunque la construcción 3D es un método reciente en Colombia, ofrece potencial para reducir accidentes laborales.
- La impresión 3D podría ser útil en situaciones de emergencia para proporcionar albergues provisionales en poco tiempo.
- Se recomienda realizar ensayos de resistencia estructural y materiales para respaldar futuras investigaciones sobre la construcción 3D.
- Es necesario extender los estudios para demostrar la viabilidad de la construcción 3D a grandes empresas y entidades territoriales.
- Se sugiere comparar la construcción 3D con métodos de elementos prefabricados para generar soluciones viables a nivel nacional.

Actualmente, Proyectos como el desarrollo de viviendas con impresión 3D (ARGOS 360, 2020) están demostrando el potencial de esta tecnología para revolucionar la industria de la construcción en el país. A medida que la investigación y el desarrollo en este campo avanzan, se espera que la impresión 3D desempeñe un papel cada vez más importante en la construcción de viviendas y proyectos de infraestructura en Colombia, contribuyendo a la modernización y la sostenibilidad del sector.

Para implementar la impresión 3D en la construcción, las empresas deben adquirir o desarrollar Impresoras 3D de Gran Formato, capaces de imprimir estructuras completas. Un ejemplo es la impresora BOD2 de COBOD International, que puede imprimir hasta 3 pisos de altura y se ha utilizado en proyectos en todo el mundo. En Colombia, (Constructora Concreto, 2021) ha presentado la primera impresora 3D de gran formato de concreto, que representa un avance significativo en la industria local. El principal material utilizado es una mezcla especial de concreto diseñada para secar rápidamente y proporcionar alta resistencia. Las mezclas pueden incluir aditivos para mejorar las propiedades del concreto, como la durabilidad y la resistencia al clima.

Ilustración 10: Impresora 3D de gran formato par aplicaciones de Construcción de vivienda



Fuente: tomado de <https://conconcreto.com/sala-de-prensa/conozca-la-primera-impresora-3d-gran-formato-de-concreto-en-colombia/>

Las empresas pioneras en esta área están colaborando activamente con universidades y centros de investigación para desarrollar nuevos materiales y técnicas de impresión. Esta colaboración es crucial para mantenerse al día con los avances tecnológicos y garantizar la calidad y sostenibilidad de los proyectos. Por ejemplo, la Universidad EAN ha investigado la viabilidad de la construcción de viviendas mediante impresión 3D, proporcionando datos valiosos sobre costos, tiempos y materiales (Mantilla León, 2023).

## 4.6. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES

### 4.6.1. Recomendaciones

Fomentar la colaboración entre el sector público y privado: con Iniciativas Gubernamentales: El gobierno debe crear políticas de incentivos fiscales y subsidios para la adquisición de equipos de impresión 3D y la capacitación de personal.

Creación de alianzas estratégicas: Promover alianzas entre empresas, universidades y centros de investigación para compartir conocimientos y recursos.

Regulaciones Claras: Desarrollar y adoptar normas específicas para la manufactura aditiva, asegurando la calidad y seguridad de los productos impresos.

Certificaciones: Implementar programas de certificación para empresas y profesionales en el uso de tecnologías de impresión 3D.

Programas educativos: Incluir la manufactura aditiva en los currículos de educación técnica y universitaria.

Facilidades de financiamiento: Proveer acceso a financiamiento y líneas de crédito específicas para la implementación de manufactura aditiva en PYMES.

Asesoría técnica: Establecer centros de apoyo y asesoría técnica para ayudar a las PYMES a integrar estas tecnologías en sus procesos productivos.

Campañas de Sensibilización Realizar campañas de sensibilización sobre los beneficios de la manufactura aditiva para aumentar la aceptación y adopción de esta tecnología.

## 5. CONCLUSIONES

El presente proyecto ha analizado en profundidad el estado de la manufactura aditiva en Colombia, abarcando desde una exhaustiva revisión bibliográfica hasta estudios de casos específicos y encuestas a empresas involucradas en este sector. A través de este análisis, se han identificado las tecnologías disponibles, las barreras que limitan su implementación, y se han propuesto estrategias para fomentar su adopción. A continuación, se presentan las conclusiones generales y la evaluación del cumplimiento de los objetivos del proyecto. Fue posible observar el cumplimiento de los objetivos.

La revisión bibliográfica incluyó un análisis detallado de 50 artículos y documentos relevantes, cubriendo diversos aspectos de la manufactura aditiva. Esto proporcionó una base sólida para comprender el estado actual de la tecnología, sus aplicaciones y los desafíos en Colombia.

Se identificaron y describieron las principales tecnologías de manufactura aditiva utilizadas en Colombia, como FDM, SLA, SLS, DLP, Binder Jetting y Metal Printing. La investigación también incluyó una revisión de las empresas que distribuyen, fabrican o venden equipos de impresión 3D en el país.

Se identificaron y analizaron las principales barreras que enfrentan las empresas colombianas para la adopción de la manufactura aditiva. Estas incluyen los altos costos iniciales, la falta de estándares y regulaciones, las limitaciones en materiales y la resistencia al cambio. Este análisis detallado permitió comprender las dificultades que deben superarse para una implementación más amplia.

A través de encuestas realizadas a empresas del sector, se evaluaron las condiciones actuales para la implementación de la manufactura aditiva en Colombia. Los resultados mostraron la necesidad de mayores inversiones en capacitación, I+D, y desarrollo de infraestructura.

Se propusieron estrategias y recomendaciones específicas para superar las barreras identificadas y fomentar la adopción de la manufactura aditiva en Colombia. Entre estas, se incluyen iniciativas gubernamentales, alianzas estratégicas, desarrollo de normas, programas educativos, apoyo a PYMES y campañas de sensibilización. Este objetivo se cumplió ofreciendo un plan de acción claro y viable para los diferentes actores involucrados.

# BIBLIOGRAFÍA

Formlabs. (01 de 2021). *Guía de impresión 3D por sinterizado selectivo por láser (SLS)*.

<https://solidperfil3d.com/wp-content/uploads/2022/07/2101516-WP-ES-OP.pdf>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2020). *Colombia Y La Nueva Revolución Industrial*.

[https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia\\_y\\_la\\_nueva\\_revolucion\\_.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia_y_la_nueva_revolucion_.pdf)

Arenas Marulanda, E. (2020). *Diseño Del Programa De Impresión 3d Para El Área De Ingeniería Biomédica De La Clínica Somer Articulado Con Rondas De Innovación*.

Retrieved 05 de 04 de 2024, from Universidad de Antioquia:

[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15957/2/ArenasEstephania\\_2020\\_ProgramaImpresion3D.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15957/2/ArenasEstephania_2020_ProgramaImpresion3D.pdf)

ARGOS 360. (2020). *Viviendas De Interés Social Con Impresión 3d En Colombia: ¿Es*

*Posible?* Retrieved 18 de 04 de 2024, from Redacción 360 En Concreto:

<https://360enconcreto.com/blog/detalle/viviendas-con-impresion-3d/>

Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*.

Inter-American Development Bank. Retrieved 02 de 11 de 2023, from

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf>

Carrillo Garcia , E. B., & Castaño Ruiz , J. A. (05 de 2018). *Evaluacion de la impresión de*

*viviendas 3d de baja altura aplicada en zonas de amenaza sismicas bajas, de*

*acuerdo al triangulo de la triple restriccion del pmi*. Repositorio Institucional

Universidad Católica de Colombia - RIUCaC:

<https://repository.ucatolica.edu.co/items/70f1d714-0e02-4767-a483-184a4ce523ba>

Constructora Concreto. (05 de 2021). *Conozca la primera impresora 3D gran formato de concreto en Colombia*. Retrieved 18 de 04 de 2024, from Comunicados a la opinión pública: <https://concreto.com/sala-de-prensa/conozca-la-primera-impresora-3d-gran-formato-de-concreto-en-colombia/>

Cordoba Cely, C., & de la Cruz Escobar, A. (2021). Hacia la artesanía generativa. Caso de estudio del oficio artesanal del barniz de Pasto (Colombia) y la impresión 3D. (27). <https://doi.org/https://doi.org/10.7238/a.v0i27.375112>

Cortázar, J. S. (2018). *Manufactura Aditiva Aplicada A La Industria De Autopartes*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/6bdb0509-b8c3-4c60-b6bf-92e1c4b54359>

FasterCapital. (2018). *Desafíos Y Limitaciones De La Impresión 3d Para Ip*. <https://fastercapital.com/es/tema/desaf%C3%ADos-y-limitaciones-de-la-impresi%C3%B3n-3d-para-ip.html>

Gómez Mesa, N., & Castañeda Roncancio, R. S. (11 de 06 de 2021). *Revisión general sobre técnica de bioimpresión 3D estereolitográfica y su aplicación en la medicina: materiales, avances y tendencias*. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28924>

Gómez Reyes, L. (2017). Análisis documental de los inconvenientes de la impresión 3d. *3c Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 6(3), 48-53. Retrieved 05 de 04 de 2024, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6143044>

Henao Penenrey, J. D., Corona Castuera, J., Rodriguez, D., & Poblano Salas, C. A. (2020). desde la planeación hasta la fabricación de prótesis de cadera personalizadas por

manufactura aditiva de metales. *Revista Colombiana de Materiales*, 16, 57-69.

Retrieved 02 de 11 de 2023, from

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/materiales/article/view/343949>

Holguín Chau, J. S., & Montes Torres, Y. N. (01 de 2024). *Producción sostenible de filamento PET con botellas reciclables en la Universidad de América para impresoras 3D*. <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/9416>

Hoyos Alfonso, P., Laura Michelle, M., Ocampo C, V., & Rodríguez Jiménez, K. (2021). *Reconstrucción craneal con implante personalizado*.

<https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/6968>

Huotilainen, E., Paloheimo, M., Salmi, M., Paloheimo, K., Björkstrand, R., Tuomi, J., . . . Mäkitie, A. (2014). Imaging requirements for medical applications of additive manufacturing. *Acta Radiologica*, 55(1), 78-85.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/028418511>

IT User. (2020). *Grandes perspectivas para el mercado de materiales de impresión 3D*.

<https://mc.net.co/grandes-perspectivas-para-el-mercado-de-materiales-de-impresion-3d/>

Mahecha Vargas, J. D. (2021). *Análisis De La Implementación De La Impresión 3d En El Sector De La Construcción En Colombia Aplicando La Metodología "Design Thinking"*. Retrieved 15 de 04 de 2024, from Universidad Católica De Colombia.

Mahecha Vargas, J. D. (2021). *Análisis de la implementación de la impresión 3D en el sector de la construcción en Colombia*.

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/31ddddeb3-14f8-4d7c-82d7-3b837b74d82a/content>

Mantilla L, N. (2023). *Impresión 3D y el Nuevo Paradigma de Construcción de Vivienda*.

Retrieved 17 de 04 de 2024, from Universidad EAN:

<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/12681/MantillaNelson2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mantilla León, N. (2023). *Impresión 3D y el Nuevo Paradigma de Construcción de Vivienda*.

Universidad EAN:

<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/12681/MantillaNelson2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Marrey, M., Malekipour, E., El-Mounayri, H., & Faierson, E. (2019). A Framework for Optimizing Process Parameters in Powder Bed Fusion (PBF) Process Using Artificial Neural Network (ANN). *Procedia Manufacturing*, 34, 505-515.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.214>

Mesa, A. M. (17 de 08 de 2022). *¿Cómo Nace La Impresión 3d De Gran Formato En Colombia?* Retrieved 02 de 11 de 2023, from ARGOS 360:

<https://360enconcreto.com/blog/detalle/como-nace-la-impresion-3d-en-colombia/>

Montjoy, V. (08 de 2023). *Infografía: La evolución de la impresión 3D en la arquitectura, desde 1939*. Retrieved 05 de 04 de 2024, from

<https://www.archdaily.co/co/1005303/infografia-la-evolucion-de-la-impresion-3d-en-la-arquitectura-desde-1939>

Muñoz Mesa, I., & Sanchez trujillo, j. (2016). El impacto de la impresión 3D en la joyería. (16), 88-97. Retrieved 16 de 04 de 2024, from

<https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/lampsakos/article/view/2219/1787>

Muñoz Rodríguez, P. (01 de 2022). *Estudio de viabilidad sobre la implementación de manufactura aditiva de metal a nivel académico en Colombia.*

<https://repositorio.uniandes.edu.co/items/19713d04-5ef2-42aa-99d2-7d104db5af8d>

Muñoz Rodríguez, P. A., & Marín Castillo, R. A. (01 de 2022). *Estudio de viabilidad sobre la implementación de manufactura aditiva de metal a nivel académico en colombia.*

Retrieved 02 de 11 de 2023, from

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/19713d04-5ef2-42aa-99d2-7d104db5af8d>

Niño Estupiñan, D., Rojas Castro, H., & Villamil Molano, C. (06 de 2020). *Plan de negocio Ubartec.* Retrieved 05 de 04 de 2024, from Universidad De Cundinamarca:

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3266/PLAN%20DE%20NEGOCIO%20UBARTEC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Osteophoenix. (2019). *RECONSTRUCCIÓN CRANEOMAXILOFACIAL.*

<https://osteophoenix.com/reconstruccion-craneomaxilofacial>

Pawar, A. (2020). 3D Printing in Pharmaceutical Technology: An Overview. *IJPPR*, 17(2).

[https://www.researchgate.net/publication/341041663\\_Issue2\\_Citation](https://www.researchgate.net/publication/341041663_Issue2_Citation)

Piñeros Rubio, F. A. (22 de 04 de 2021). *Propuesta de metodología de diseño guiado por computador para manufactura aditiva de componentes mecánicos empleando FDM.*

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33738>

Ramírez Arango, J. (12 de 2015). *Diseño y construcción de una impresora 3d mediante foto-solidificación.*

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/e03b7507-83ed-4512-9646-6aa2d49da283/content>

- Rangel Calderón, D. (06 de 2021). *Plan de Internacionalización de la Empresa Print3D Colombia en Países de Suramérica*. Retrieved 05 de 04 de 2024, from Universidad Autónoma de Bucaramanga:  
[https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/15076/2021\\_Tesis\\_Daniel%20Esteban%20Rangel%20Calder%C3%B3n.pdf?sequence=1](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/15076/2021_Tesis_Daniel%20Esteban%20Rangel%20Calder%C3%B3n.pdf?sequence=1)
- Redacción APD. (09 de 03 de 2018). *Impresión 3D: la revolución en las fábricas*.  
<https://www.apdcolombia.org/impresion-3d-la-revolucion-las-fabricas/>
- Redacción Impacto TIC. (09 de 2022). *ColombiaPlast: la feria dentro de la FIB que apuesta por la sostenibilidad*. Retrieved 05 de 04 de 2024, from ImpactoTIC:  
<https://impactotic.co/tecnologia/colombiaplast-la-feria-dentro-de-la-fib-que-apuesta-por-la-sostenibilidad/>
- Rodriguez Herrera, A. (2019). El modelado e impresión 3D, a tecnología de la industria 4.0. *Hashtag*, 15, 87-99. Retrieved 05 de 04 de 2024, from  
<https://revistas.cun.edu.co/index.php/hashtag/article/download/698/509/1496>
- Rojas-Berrio, S., Rincón-Novoa, J. L., Ascúa, R. A., & Ravale, H. (2020). *Tecnologías Digitales Emergentes en Emprendimientos y Mipymes (Colombia) (Emergent Digital Technologies in Sme's and Startups (Colombia))*.  
<https://papers.ssrn.com/abstract=3712627>
- Shanmugam, V., Das, O., Babu, K., Marimuthu, U., Veerasimman, A., Johnson, D., . . . Berto, F. (2021). Fatigue behaviour of FDM-3D printed polymers, polymeric composites and architected cellular materials. *International Journal of Fatigue*, 143, 106007. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2020.106007>
- Structuralia Blog. (02 de 11 de 2022). *La historia de la impresión 3D y cómo está transformando al mundo*. Retrieved 05 de 04 de 2024, from  
<https://blog.structuralia.com/historia-de-la-impresion-3d>

Tegethoff, T., Santa, R., & Morante, D. (2021). El impacto de la estrategia sobre la innovación en procesos, tecnologías aditivas y la efectividad operacional – Hacia la implementación de la Industria 4.0 en Colombia. En *Regiones inteligentes: la tecnología, la innovación y la efectividad operativa* (págs. 9-30). escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” (EMAVI) y Editorial Universidad Icesi. Retrieved 02 de 11 de 2023, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9024650>

Ulrich, T. y. ((2004)). *Diseño y desarrollo de productos. Enfoque multidisciplinario, 3ª edición*, . México, df: McGraw-Hill.

Universität Zürich. (2023). *Digital Light Processing (DLP)*. Additive Manufacturing Facility (AMF): [https://www.amf.uzh.ch/en/additive-manufacturing/our\\_technologies/dlp.html](https://www.amf.uzh.ch/en/additive-manufacturing/our_technologies/dlp.html)

Wohlers, T., Gornet, T., Mostow, N., Campbell, I., Diegel, O., Kowen, J., . . . Ghany, K. (10 de 06 de 2023). History of additive manufacturing. *SSRN Electronic Journal*, 1-38. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4474824>

Zamora, N. S., & Hernández, I. A. (2020). La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos. *INVENTUM*, 15(28), 104-112. Retrieved 02 de 11 de 2023, from <http://portal.amelica.org/ameli/journal/671/6713704006/>

# ANEXO A. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION

## A.1. REFERENCIAS PARA ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

#	Año	Tipo	Autor	Título	Url
1	2021	Artículo de Revista	Córdoba-Cely, Carlos	Hacia la artesanía generativa. Caso de estudio del oficio artesanal del barniz de Pasto (Colombia) y la impresión 3D	<a href="https://raco.cat/index.php/Artnodes/article/view/n27-cordoba">https://raco.cat/index.php/Artnodes/article/view/n27-cordoba</a>
2	2016	Artículo de Revista	Muñoz-Mesa, Laura; Sánchez-Trujillo, Jorge Humberto	El impacto de la impresión 3D en la joyería	<a href="https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/lampsako/article/view/2219">https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/lampsako/article/view/2219</a>
3	2019	Página Web	Osteophoenix	Osteophoenix. Nuestros primeros pasos.	<a href="https://osteophoenix.com/blog/osteophoenix-nuestros-primeros-pasos">https://osteophoenix.com/blog/osteophoenix-nuestros-primeros-pasos</a>
4	2014	Página Web	EFE, El espectador	Colombiano recibe primer implante craneal 3D de titanio en	<a href="https://www.elheraldo.co/salud/colombiano-recibe-primer-implante-craneal-3d-de-titanio-en-latinoamerica-173906">https://www.elheraldo.co/salud/colombiano-recibe-primer-implante-craneal-3d-de-titanio-en-latinoamerica-173906</a>
5	2021	blogPost	ConConcreto	Conozca la primera impresora 3D gran formato de concreto en Colombia - Conconcreto	<a href="https://conconcreto.com/sala-de-prensa/conozca-la-primera-impresora-3d-gran-formato-de-concreto-en-colombia/">https://conconcreto.com/sala-de-prensa/conozca-la-primera-impresora-3d-gran-formato-de-concreto-en-colombia/</a>
6	2022	blogPost	360 EN CONCRETO	VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL CON IMPRESIÓN 3D EN COLOMBIA: ¿ES POSIBLE?	<a href="https://360enconcreto.com/blog/detalle/viviendas-con-impresion-3d/">https://360enconcreto.com/blog/detalle/viviendas-con-impresion-3d/</a>
7	2018	Artículo de Revista	Katz, Dr. Raúl L	EL OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA DIGITAL DE COLOMBIA	<a href="https://conferenciaelac.cepal.org/6/sites/elac2020/files/presentacion_raul_katz.pdf">https://conferenciaelac.cepal.org/6/sites/elac2020/files/presentacion_raul_katz.pdf</a>
8	2022	blogPost	Impacto TIC	ColombiaPlast: la feria dentro de la FIB que apuesta por la sostenibilidad	<a href="https://impactotic.co/tecnologia/colombiaplast-la-feria-dentro-de-la-fib-que-apuesta-por-la-sostenibilidad/">https://impactotic.co/tecnologia/colombiaplast-la-feria-dentro-de-la-fib-que-apuesta-por-la-sostenibilidad/</a>
9	2021	Artículo de Revista	Calderón, Daniel Esteban Rangel	Plan de Internacionalización de la Empresa Print3D Colombia en Países de Suramérica	<a href="https://redcol.minciencias.gov.co/Record/UNAB2_743c78e0fe73b2df2795388a3168d3f3">https://redcol.minciencias.gov.co/Record/UNAB2_743c78e0fe73b2df2795388a3168d3f3</a>
10	2023	Página Web	Valeria Montjoy	Infografía: La evolución de la impresión 3D en la arquitectura, desde 1939	<a href="https://www.archdaily.co/co/1005303/infografia-la-evolucion-de-la-impresion-3d-en-la-arquitectura-desde-1939">https://www.archdaily.co/co/1005303/infografia-la-evolucion-de-la-impresion-3d-en-la-arquitectura-desde-1939</a>
11	2022	Página Web	Blog, Structuralia	La historia de la impresión 3D y cómo está transformando al mundo	<a href="https://blog.structuralia.com/historia-de-la-impresion-3d">https://blog.structuralia.com/historia-de-la-impresion-3d</a>
12	2016	blogPost	Unknown	Tecnología Avanzada 3D	<a href="https://tecnologiavances3d.blogspot.com/2016/">https://tecnologiavances3d.blogspot.com/2016/</a>
13	2021	Artículo de Revista	Vargas, Juan Diego Mahecha	ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IMPRESIÓN 3D EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA APLICANDO LA METODOLOGÍA “DESIGN THINKING”	<a href="https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/8269a4b0-b558-4170-9d9e-a325418465c4/content">https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/8269a4b0-b558-4170-9d9e-a325418465c4/content</a>

14	2024	Artículo de Revista	Pinzón Torres, Nicolás	Viabilidad de la construcción de vivienda nueva en Colombia bajo el sistema de impresión 3D	<a href="http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/9536">http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/9536</a>
15	2023	Artículo de Revista	Velosa, José Edward Divitt	Impresión 3d y el nuevo paradigma de construcción de vivienda	<a href="https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/12681">https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/12681</a>
16	2022	Artículo de Revista	Valderrama, Ángela María Azuero	El Uso De Impresoras 3D Para La Construcción De Viviendas De Interés Social	<a href="https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/44603/AzueroValderramaAngelaMaria2022.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/44603/AzueroValderramaAngelaMaria2022.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
17	2019	Artículo de Revista	Rodríguez, Sergio Alejandro Mahecha; Romero, Fernando Alberto Álvarez	La fabricación aditiva y su relación con el Pensamiento Espacial y el Pensamiento Técnico para el Desarrollo de Producto.	<a href="https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20500.12010/10539/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20500.12010/10539/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
18	2021	Artículo de Revista	Buitrago, Rubén Darío; López, Luis Eduardo Díaz	Application of Additive Manufacturing in the Manufacture of Ophthalmic Frames	<a href="https://www.redalyc.org/journal/849/84969892006/">https://www.redalyc.org/journal/849/84969892006/</a>
19	2021	blogPost	Vázquez Antonio	La impresión 3D: regulación, normativa y responsabilidades	<a href="https://www.cysae.com/la-impresion-3d-regulacion-normativa-y-responsabilidades/">https://www.cysae.com/la-impresion-3d-regulacion-normativa-y-responsabilidades/</a>
20	2020	Libro	Caicedo Alarcón, Óscar	Colombia y la nueva revolución industrial	<a href="https://repositorio.cafit.edu.co/handle/10784/24807">https://repositorio.cafit.edu.co/handle/10784/24807</a>
21	2020	Artículo de Revista	Eraso, Luis Alejandro; Rodríguez, Yuliet Dayana	Impresoras 3D, su innovación en el campo de la medicina	<a href="https://revistas.umariana.edu.co/index.php/travesiaemprendora/article/view/2484">https://revistas.umariana.edu.co/index.php/travesiaemprendora/article/view/2484</a>
22	2018	Artículo de Revista	Carrillo-García, Edwin Basilio; Castaño-Ruiz, Jesús Aldíber	Evaluación de la impresión de viviendas 3D de baja altura aplicada en zonas de amenaza sísmicas bajas, de acuerdo al triángulo de la triple restricción del PMI	<a href="https://repositorio.ucatolica.edu.co/entities/publication/70f1d714-0e02-4767-a483-184a4ce523ba">https://repositorio.ucatolica.edu.co/entities/publication/70f1d714-0e02-4767-a483-184a4ce523ba</a>
23	2024	Artículo de Revista	Baltar, Ana; Rodríguez, Alina; Rodríguez, Amanda; Arana, Junior	Técnicas de Impresión 3D Para Pequeñas y Medianas Empresas de Países en Desarrollo	<a href="https://www.researchgate.net/publication/378049989_Tecnicas_de_Impresion_3D_Para_Pequeñas_y_Medianas_Empresas_de_Países_en_Desarrollo">https://www.researchgate.net/publication/378049989_Tecnicas_de_Impresion_3D_Para_Pequeñas_y_Medianas_Empresas_de_Países_en_Desarrollo</a>
24	2018	Presentación	Narváez-Tovar, Carlos	Megatendencias de la impresión 3D y oportunidades para Colombia	<a href="https://www.researchgate.net/publication/328581763_Megatendencias_de_la_impresion_3D_y_oportunidades_para_Colombia">https://www.researchgate.net/publication/328581763_Megatendencias_de_la_impresion_3D_y_oportunidades_para_Colombia</a>
25	2019	Artículo de Revista	Marak, Zericho R.; Tiwari, Ashish; Tiwari, Shalini	Adoption of 3d Printing Technology: An Innovation Diffusion Theory Perspective	<a href="https://www.redalyc.org/journal/4991/499165584005/html/">https://www.redalyc.org/journal/4991/499165584005/html/</a>
26	2023	Acta de Conferencia	Mogaji, Iseoluwa; Mewomo, Modupe; Toyin, James	Key Barriers to the Adoption of 3D Printing Innovation in Construction: A Review of Empirical Studies	<a href="https://www.researchgate.net/publication/373776297_Key_Barriers_to_the_Adoption_of_3D_Printing_Innovation_in_Construction_A_Review_of_Empirical_Studies">https://www.researchgate.net/publication/373776297_Key_Barriers_to_the_Adoption_of_3D_Printing_Innovation_in_Construction_A_Review_of_Empirical_Studies</a>
27	2015	Acta de Conferencia	Ahuja, Bhrgu; Karg, Michael; Schmidt, Michael	Additive manufacturing in production: challenges and opportunities	<a href="#">(PDF) Additive manufacturing in production: challenges and opportunities (researchgate.net)</a>
28	2021	Sección de libro	Arteaga Irene, Yober; Chan, Victor W. K.	Additive Manufacturing Global Challenges in the Industry 4.0 Era	<a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-90275-9_26">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-90275-9_26</a>

29	2020	Artículo de Revista	Picard, Maisyn; Mohanty, Amar K.; Misra, Manjusri	Recent advances in additive manufacturing of engineering thermoplastics: challenges and opportunities	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9057068/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9057068/</a>
30	2015	Artículo de Revista	Gao, Wei; Zhang, Yunbo; Ramanujan, Devarajan; Ramani, Karthik; Chen, Yong; Williams, Christopher B.; Wang, Charlie C.L.; Shin, Yung C.; Zhang, Song; Zavattieri, Pablo D.	The status, challenges, and future of additive manufacturing in engineering	<a href="https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010448515000469">https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010448515000469</a>
31	2022	Artículo de Revista	Vásquez, Juan Sebastián Prieto	Impresión 3D en construcción e implementación en Colombia	<a href="https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/44591">https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/44591</a>
32	2022	Artículo de Revista	Rafi, Khalid; Liu, Alexander; Prima, Matthew; Bates, Paul; Seifi, Mohsen	Regulatory and standards development in medical additive manufacturing	<a href="https://www.researchgate.net/publication/358513279_Regulatory_and_standards_development_in_medical_additive_manufacturing">https://www.researchgate.net/publication/358513279_Regulatory_and_standards_development_in_medical_additive_manufacturing</a>
33	2020	Página Web	Universidad de los Andes	Primer Centro de Impresión 3D Clínico de Colombia: casos de estudio iniciales	<a href="https://ingbiomedica.uniandes.edu.co/es/noticias/primer-centro-impresion-3d-clinico-colombia">https://ingbiomedica.uniandes.edu.co/es/noticias/primer-centro-impresion-3d-clinico-colombia</a>
34	2022	Artículo de Revista	Karkun, Mohammad; Dharmalingam, Sathish	3D Printing Technology in Aerospace Industry – A Review	<a href="https://commons.erau.edu/ijaaa/vol9/iss2/4/">https://commons.erau.edu/ijaaa/vol9/iss2/4/</a>
35	2022	Artículo de Revista	Cortéz Gómez, Wilber Armel	Evaluación de capacidades de innovación para la implementación de la Manufactura Aditiva con Metales - AMM en un Centro de Productividad. Un estudio de caso	<a href="https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/26253">https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/26253</a>
36	2022	Artículo de Revista	Kamble, Sachin; Belhadi, Amine; Gupta, Shivam; Islam, Najmul; Verma, Virendra; Solima, Ludovico	Analysis of barriers to building a 3D printing enabled local supply chain ecosystem	<a href="https://www.researchgate.net/publication/365946531_Analysis_of_barriers_to_building_a_3D_printing_enabled_local_supply_chain_ecosystem">https://www.researchgate.net/publication/365946531_Analysis_of_barriers_to_building_a_3D_printing_enabled_local_supply_chain_ecosystem</a>
37	2018	Artículo de Revista	López, Jeimy Nataly Díaz	Retos de la cadena de suministro con la inclusión de la tecnología de impresión 3d - fabricación aditiva am	<a href="https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/cuaderlam/article/view/2660">https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/cuaderlam/article/view/2660</a>
38	2020	Artículo de Revista	Zamora, Nereo Sánchez; Hernández, Iván Alonso Lira	La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos	<a href="https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2336">https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2336</a>
39	2020	Artículo de Revista	Kumar, Rakesh; Kumar, Santosh	Trending Applications of 3D Printing: A Study	<a href="https://www.researchgate.net/profile/Santosh-Kumar-101/publication/353925735_Trending_Applications_of_3D_Printing_A_Study/links/6350485096e83c26eb37d962/Trending-Applications-of-3D-Printing-A-Study.pdf">https://www.researchgate.net/profile/Santosh-Kumar-101/publication/353925735_Trending_Applications_of_3D_Printing_A_Study/links/6350485096e83c26eb37d962/Trending-Applications-of-3D-Printing-A-Study.pdf</a>
40	2023	Artículo de Revista	Jayakrishna, M.; Vijay, M.; Khan, Baseem	An Overview of Extensive Analysis of 3D Printing Applications in the Manufacturing Sector	<a href="https://www.researchgate.net/publication/376690677_An_Overview_of_Extensive_Analysis_of_3D_Printing_Applications_in_the_Manufacturing_Sector">https://www.researchgate.net/publication/376690677_An_Overview_of_Extensive_Analysis_of_3D_Printing_Applications_in_the_Manufacturing_Sector</a>
41	2018	Artículo de Revista	Kim, Hoejin; Lin, Yirong; Tseng, Bill	A review on quality control in additive manufacturing	<a href="https://www.researchgate.net/publication/323609224_A_review_on_quality_control_in_additive_manufacturing">https://www.researchgate.net/publication/323609224_A_review_on_quality_control_in_additive_manufacturing</a>

42	2022	Artículo de Revista	Pardo, Julián Garzón; Triviño, Luisa Fernanda	LIMITACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL EN EMPRESAS DE SERVICIOS COLOMBIANAS: UNA PERSPECTIVA INSTITUCIONAL	<a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1294&amp;context=negocios_relaciones">https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1294 &amp;context=negocios_relaciones</a>
43	2022	Artículo de Revista	Hernández, Dilan Andrey Pedraza	Impresión 3D y comercio internacional: retos para los profesionales universitarios	<a href="https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/dc3d9075-4f63-4884-8585-1a6c75ee6373/content">https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/dc3d9 075-4f63-4884-8585-1a6c75ee6373/content</a>
44	2023	Tesis	Aguariavwodo, Joseph	Additive Manufacturing Adoption for Supply Chain Resilience: An Empirical Investigation	<a href="https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3089833">https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3089833</a>
45	2019	Artículo de Revista	Velasco, Edwar Guillermo; Revelo Luna, David Armando	Impresión 3D: la nueva revolución industrial	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8707193">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8707193</a>
46	2021	Artículo de Revista	Shuaib, Mohd; Haleem, Abid; Kumar, Sanjay; Javaid, Mohd	Impact of 3D Printing on the environment: A literature- based study	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666412721000131">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S26664127 21000131</a>
47	2023	Artículo de Revista	Morales, Maria A.; Maranon, Alejandro; Hernandez, Camilo; Michaud, Veronique; Porras, Alicia	Colombian Sustainability Perspective on Fused Deposition Modeling Technology: Opportunity to Develop Recycled and Biobased 3D Printing Filaments	<a href="https://www.mdpi.com/2073-4360/15/3/528">https://www.mdpi.com/2073-4360/15/3/528</a>
48	2023	Artículo de Revista	Khan, Shoukat Alim; Jassim, Muhammad; Iltan, Husyin; Sahin, Oguzhan; Bayer, İsmail Raci; Sahmaran, Mustafa; Koc, Muammer	3D printing of circular materials: Comparative environmental analysis of materials and construction techniques	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523002383">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S22145095 23002383</a>

## A.2. ENCUESTAS DILIGENCIADAS

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Stiven Rodriguez Arango.

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa:

EnKa

Tamaño de la empresa:

Pequeña

(1-50 empleados)

Mediana

(51-250 empleados)

Grande

(+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?

Sí

No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)

Pulvi-metalurgia (PM)

Estereolitografía (SLA)

Otra (Especificar):

Sinterización selectiva por láser (SLS)

Pesaje Selección

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción

Reducción de tiempos de producción

Mejora en la eficiencia de producción

Otro (Especificar):

Flexibilidad en el diseño de productos

\_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material            | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes       | _____.   |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación                 | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales          | _____.  |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|--|---|---|

#### 4. Comentarios Adicionales:

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Daniel Pineda

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa:

Central ganadera

Tamaño de la empresa:

Pequeña  
(1-50 empleados)

Mediana  
(51-250 empleados)

Grande  
(+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?

Sí

No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)

Pulvi-metalurgia (PM)

Estereolitografía (SLA)

Otra (Especificar):

Sinterización selectiva por láser (SLS)

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción

Reducción de tiempos de producción

Mejora en la eficiencia de producción

Otro (Especificar):

Flexibilidad en el diseño de productos

¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?

(Seleccione las que correspondan)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | Otro (Especificar):  |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____  |

¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | Otro (Especificar):                                   |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____   |

¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos obstáculos |
|--|---|--|

**4. Comentarios Adicionales:**

Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: JHON FREDY GOMEZ.

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: SOLLA S.A.

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____.   |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____.  |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|---|---|---|

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Alvaro Anazar Madrid

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Vitelisa S.A

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- Reducción de desperdicios de material       Ampliación de la gama de productos.
- Mejora en la calidad de los productos       Otro (Especificar):
- Personalización de productos para clientes      \_\_\_\_\_

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- Falta de conocimiento especializado       Falta de apoyo gubernamental
- Altos costos de implementación       Otro (Especificar):
- Disponibilidad limitada de materiales      \_\_\_\_\_

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- [1] Fácil y sin contratiempos       [2] Con algunos desafíos       [3] Difícil y con muchos obstáculos

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Daniel Durango

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa:

Dexco S.A.

Tamaño de la empresa:

Pequeña  
(1-50 empleados)

Mediana  
(51-250 empleados)

Grande  
(+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?

Sí

No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)

Pulvi-metalurgia (PM)

Estereolitografía (SLA)

Otra (Especificar):

Sinterización selectiva por láser (SLS)

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción

Reducción de tiempos de producción

Mejora en la eficiencia de producción

Otro (Especificar):

Flexibilidad en el diseño de productos

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar): _____           |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____  |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar): _____    |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____   |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|---|---|---|

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: jorge orrego \_\_\_\_\_.

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Ramo sas

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- Reducción de desperdicios de material       Ampliación de la gama de productos.  
 Mejora en la calidad de los productos       Otro (Especificar):  
 Personalización de productos para clientes      \_\_\_\_\_.

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- Falta de conocimiento especializado       Falta de apoyo gubernamental  
 Altos costos de implementación       Otro (Especificar):  
 Disponibilidad limitada de materiales      \_\_\_\_\_.

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- [1] Fácil y sin contratiempos       [2] Con algunos desafíos       [3] Difícil y con muchos obstáculos

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Javier Osorio

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "**Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia**". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Fabricato

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

(Seleccione las que correspondan)

- Reducción de desperdicios de material       Ampliación de la gama de productos.  
 Mejora en la calidad de los productos       Otro (Especificar):  
 Personalización de productos para clientes      \_\_\_\_\_.

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- Falta de conocimiento especializado       Falta de apoyo gubernamental  
 Altos costos de implementación       Otro (Especificar):  
 Disponibilidad limitada de materiales      \_\_\_\_\_.

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- [1] Fácil y sin contratiempos       [2] Con algunos desafíos       [3] Difícil y con muchos obstáculos

**4. Comentarios Adicionales:**

Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: **mauricio antonio cano**

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "**Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia**". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: plastimundo

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

(Seleccione las que correspondan)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____  |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____   |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|---|---|---|

**4. Comentarios Adicionales:**

Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Alejandro Londoño Munera

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Proexcar

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- Reducción de desperdicios de material       Ampliación de la gama de productos.  
 Mejora en la calidad de los productos       Otro (Especificar):  
 Personalización de productos para clientes      \_\_\_\_\_.

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- Falta de conocimiento especializado       Falta de apoyo gubernamental  
 Altos costos de implementación       Otro (Especificar):  
 Disponibilidad limitada de materiales      \_\_\_\_\_.

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- [1] Fácil y sin contratiempos       [2] Con algunos desafíos       [3] Difícil y con muchos obstáculos

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: David Oliveros

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: crystal sas

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- Reducción de desperdicios de material       Ampliación de la gama de productos.  
 Mejora en la calidad de los productos       Otro (Especificar):  
 Personalización de productos para clientes      \_\_\_\_\_.

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- Falta de conocimiento especializado       Falta de apoyo gubernamental  
 Altos costos de implementación       Otro (Especificar):  
 Disponibilidad limitada de materiales      \_\_\_\_\_.

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- [1] Fácil y sin contratiempos       [2] Con algunos desafíos       [3] Difícil y con muchos obstáculos

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

No implementan por su alto costo, y personal muy poco capacitado para estas operaciones  
\_\_\_\_\_

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Estiven caro

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: mitsubishi electric

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar):  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar):  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

(Seleccione las que correspondan)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____.   |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____.  |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|---|---|---|

**4. Comentarios Adicionales:**

Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Felipe garcia

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Datecsa

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS)

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

(Seleccione las que correspondan)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____  |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____   |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|---|---|---|

**4. Comentarios Adicionales:**

Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: diana garcia

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: levapan sa

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar):  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar):  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- Reducción de desperdicios de material       Ampliación de la gama de productos.  
 Mejora en la calidad de los productos       Otro (Especificar):  
 Personalización de productos para clientes      \_\_\_\_\_

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- Falta de conocimiento especializado       Falta de apoyo gubernamental  
 Altos costos de implementación       Otro (Especificar):  
 Disponibilidad limitada de materiales      \_\_\_\_\_

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- [1] Fácil y sin contratiempos       [2] Con algunos desafíos       [3] Difícil y con muchos obstáculos

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: **YESSICA VASQUEZ**

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "**Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia**". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Tcc

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan),

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar):  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar):  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____  |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____   |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos obstáculos |
|--|---|--|

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Marleny franco

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Framec sa

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material      | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos      | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes | _____  |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado   | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación        | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____   |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|---|---|---|

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Yonatan Cano

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa:

TDM TRANSPORTES SÁS

Tamaño de la empresa:

Pequeña  
(1-50 empleados)

Mediana  
(51-250 empleados)

Grande  
(+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?

Sí

No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)

Pulvi-metalurgia (PM)

Estereolitografía (SLA)

Otra (Especificar):

Sinterización selectiva por láser (SLS)

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción

Reducción de tiempos de producción

Mejora en la eficiencia de producción

Otro (Especificar):

Flexibilidad en el diseño de productos

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- Reducción de desperdicios de material
- Ampliación de la gama de productos.
- Mejora en la calidad de los productos
- Otro (Especificar): \_\_\_\_\_
- Personalización de productos para clientes \_\_\_\_\_

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- Falta de conocimiento especializado
- Falta de apoyo gubernamental
- Altos costos de implementación
- Otro (Especificar): \_\_\_\_\_
- Disponibilidad limitada de materiales \_\_\_\_\_

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- [1] Fácil y sin contratiempos
- [2] Con algunos desafíos
- [3] Difícil y con muchos obstáculos

**4. Comentarios Adicionales:**

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

## Encuesta: Tecnologías de Fabricación Aditiva en Empresas Colombianas

Mi nombre es: Jhonatan Tabares

Estimado/a representante, Agradecemos su participación en esta encuesta diseñada para comprender el estado de la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en el sector industrial en Colombia. Sus respuestas serán de gran valor para nuestro proyecto de investigación "Caracterización de las Tecnologías de Fabricación Aditiva con Aplicaciones Industriales en Colombia". Por favor, tome unos minutos para completar el siguiente cuestionario.

### 1. Información de la Empresa

Nombre de la empresa: Productos Químicos Rang. Americanos

Tamaño de la empresa:  Pequeña (1-50 empleados)  Mediana (51-250 empleados)  Grande (+ 250 empleados)

### 2. Uso de Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿La empresa utiliza tecnologías de fabricación aditiva en su proceso de producción?  Sí  No

En caso afirmativo, por favor indique qué tipos de tecnologías de fabricación aditiva utiliza (marque todas las que correspondan)

Impresión 3D (FDM)  Pulvi-metalurgia (PM)  
 Estereolitografía (SLA)  Otra (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Sinterización selectiva por láser (SLS) \_\_\_\_\_

### 3. Experiencia con las Tecnologías de Fabricación Aditiva

¿Cuáles fueron las principales motivaciones para adoptar tecnologías de fabricación aditiva en su empresa? (Seleccione las que correspondan)

Reducción de costos de producción  Reducción de tiempos de producción  
 Mejora en la eficiencia de producción  Otro (Especificar): \_\_\_\_\_  
 Flexibilidad en el diseño de productos \_\_\_\_\_

**¿Qué beneficios ha experimentado su empresa al utilizar tecnologías de fabricación aditiva?**

**(Seleccione las que correspondan)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Reducción de desperdicios de material            | <input type="checkbox"/> Ampliación de la gama de productos. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Mejora en la calidad de los productos | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):                 |
| <input type="checkbox"/> Personalización de productos para clientes       | _____.   |

**¿Cuáles considera que son las principales barreras o desafíos que su empresa ha enfrentado al adoptar tecnologías de fabricación aditiva? (Seleccione las que correspondan)**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Falta de conocimiento especializado              | <input type="checkbox"/> Falta de apoyo gubernamental |
| <input type="checkbox"/> Altos costos de implementación                   | <input type="checkbox"/> Otro (Especificar):          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Disponibilidad limitada de materiales | _____.  |

**¿Cómo ha sido el proceso de implementación de tecnologías de fabricación aditiva en su empresa?**

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> [1] Fácil y sin<br>contratiempos | <input checked="" type="checkbox"/> [2] Con algunos desafíos | <input type="checkbox"/> [3] Difícil y con muchos<br>obstáculos |
|---|--|---|

#### 4. Comentarios Adicionales:

**Por favor, si desea agregar algún comentario adicional o información relevante que no haya sido cubierta en la encuesta, puede hacerlo a continuación:**

---

---

**Nota:** Esta encuesta ha sido diseñada para obtener información relevante sobre la implementación de tecnologías de fabricación aditiva en empresas del sector industrial en Colombia. Su participación es voluntaria y todas las respuestas serán tratadas exclusivamente para fines investigativos. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.