

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA
MANUFACTURA ADITIVA EN LA PRODUCCIÓN DE BICICLETAS EN EL PERÚ**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Panta Morales, Angello Geronimo

ASESOR:

Gusukuma Higa, Marco Antonio

Lima, Junio, 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, MARCO ANTONIO GUSUKUMA HIGA, docente de la Facultad de INGENIERÍA de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado:

VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA MANUFACTURA ADITIVA EN LA PRODUCCIÓN DE BICICLETAS EN EL PERÚ,

del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as):

PANTA MORALES, ANGELLO GERONIMO,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 16/10/2022.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: SAN MIGUEL, 28/11/2022

| | |
|---|--|
| Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: GUSUKUMA HIGA, MARCO ANTONIO | |
| DNI: 10346505 | Firma  |
| ORCID: 0000-0001-6552-9675 | |

RESUMEN

El presente documento desarrolla un estudio de vigilancia tecnológica aplicado en la búsqueda de nuevos materiales empleados en la manufactura aditiva de bicicletas, así como identificar mediante que tecnología se vienen fabricando. Además, describir oportunidades y amenazas en este sector. El proceso de vigilancia inicia en la selección de fuentes de información especializada, la cual será procesada.

El análisis PESTEL determinó que el Perú ha preparado un ambiente propenso para que la población pueda incrementar el uso de las bicicletas, pues se ha elaborado un marco legal que regulariza y fomenta su uso, así como también, se vienen acondicionando diversas ciudades del país con ciclovías, haciendo que su implementación sea más factible y segura. Sin embargo, nos hemos convertido en un país netamente importador del producto terminado, no siendo capaces de satisfacer el mercado interno a través de la producción nacional, este panorama amenaza con aumentar nuestra dependencia de países asiáticos, principalmente China, país donde proviene el mayor porcentaje de las importaciones. Así como tampoco se encontraron investigaciones científicas, ni registro de patentes para la manufactura aditiva de bicicletas con autores peruanos.

El análisis bibliométrico de investigaciones científicas y patentes registradas determinó que, si bien aún no se procesa toda la bicicleta mediante manufactura aditiva, si es posible elaborar el marco de la misma mediante la fusión selectiva por láser (SLM), fusión de haz de electrones (EBM) y deposición de material fundido (FDM). Así mismo, para los dos primeros tipos de impresión 3D mencionados se encontró que el material empleado es el polvo de titanio, mientras que para la FMD se puede emplear tanto tereftalato de polietileno (PET) y ácido poliláctico (PLA).

Finalmente, esta es aún una tecnología emergente, la cual tiene como principal característica la novedad, por lo que no se debe perder la oportunidad de realizar descubrimientos por parte de nuestros investigadores.

DEDICATORIA

A mi madre, por el apoyo incondicional, infinito amor y palabras de aliento en los momentos más complicados.

A mi padre, por las enseñanzas, paciencia y mostrarme el camino a seguir en la vida.

A mi hermano, por sus consejos y apoyo a lo largo de los años.



AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por siempre brindarme su apoyo en cada paso que doy, siendo pilar fundamental en mi desarrollo personal y profesional.

A mi asesor, Marco Gusukuma, por la paciencia en cada asesoría, vocación de enseñanza y dedicación para la elaboración de mi tesis.



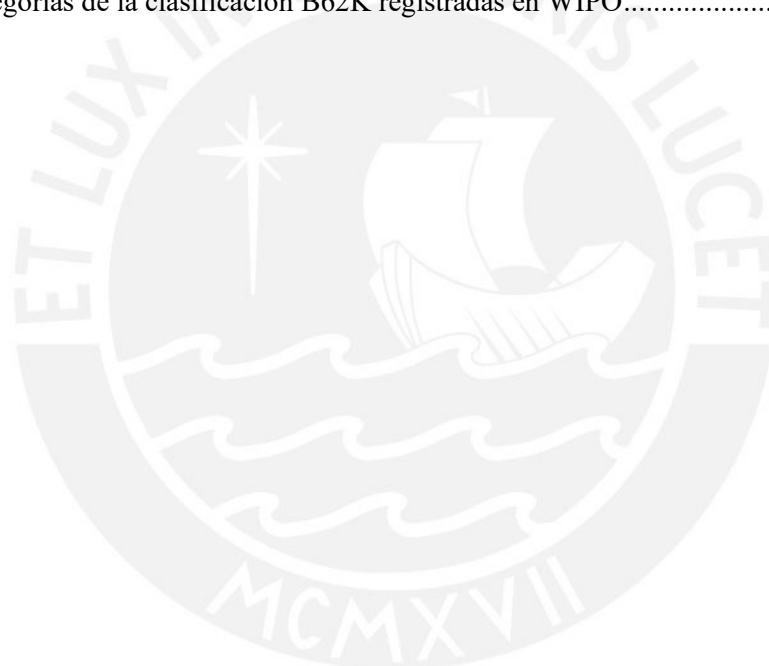
ÍNDICE

| | |
|---|------|
| DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD..... | ii |
| RESUMEN..... | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| AGRADECIMIENTOS..... | v |
| ÍNDICE..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Definición del problema..... | 1 |
| 1.2 Objetivos de la investigación..... | 1 |
| 1.2.1 Objetivo general..... | 1 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 1 |
| 1.3 Justificación, alcance y limitaciones..... | 2 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 2.1 Vigilancia Tecnológica..... | 3 |
| 2.1.1 Definición..... | 3 |
| 2.1.2 Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva..... | 3 |
| 2.1.3 Proceso de la Vigilancia Tecnológica..... | 4 |
| 2.1.4 Aplicaciones de Vigilancia Tecnológica..... | 4 |
| 2.2 Bibliometría y cienciometría..... | 4 |
| 2.2.1 Análisis bibliométrico..... | 5 |
| 2.3 Manufactura aditiva..... | 5 |
| 2.3.1 Manufactura aditiva por Estereolitografía (SL)..... | 5 |
| 2.3.2 Manufactura aditiva por procesamiento de luz digital (DLP)..... | 6 |
| 2.3.3 Manufactura aditiva por Fusión Selectiva por Láser (SLM)..... | 7 |
| 2.3.4 Manufactura aditiva por deposición de material fundido (FDM)..... | 7 |
| 2.3.5 Manufactura aditiva por inyección de aglutinante (BJ)..... | 8 |
| 2.3.6 Manufactura aditiva por inyección de material (MJT)..... | 9 |
| 2.3.7 Manufactura aditiva de fusión por haz de electrones (EBM)..... | 10 |
| 2.4 La Bicicleta..... | 10 |
| 2.4.1 Tipo de bicicleta..... | 11 |
| 2.4.2 Partes de bicicleta..... | 13 |
| CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS..... | 16 |
| 3.1 Metodología de Vigilancia Tecnológica..... | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2 Etapa 1: Identificación de los objetivos de la VT | 16 |
| 3.3 Etapa 2: Selección de las fuentes de información..... | 16 |
| 3.4 Etapa 3: Búsqueda y selección de información | 17 |
| 3.5 Etapa 4: Almacenamiento de la información en herramientas documentales | 18 |
| 3.6 Etapa 5: Análisis e interpretación de la información | 18 |
| 3.7 Etapa 6: Elaboración de informes de vigilancia tecnológica | 18 |
| CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LA VT | 19 |
| 4.1 Desarrollo de la Etapa 1: Objetivos de VT | 19 |
| 4.1.1 Razones para realizar VT de la bicicleta | 19 |
| 4.1.2 Objetivos del ciclo de vigilancia | 20 |
| 4.2 Desarrollo Etapa 2: Fuentes de información | 21 |
| 4.2.1 Selección de fuentes de información | 21 |
| 4.3 Desarrollo Etapa 3: Búsqueda y selección de información..... | 21 |
| 4.3.1 Búsqueda de artículos científicos sobre bicicletas y manufactura aditiva..... | 21 |
| 4.3.2 Búsqueda de patentes relacionadas con las bicicletas y la manufactura aditiva..... | 22 |
| 4.3.3 Búsqueda de información adicional | 23 |
| 4.4 Desarrollo etapa 4: Uso de herramientas documentales | 23 |
| 4.5 Desarrollo Etapa 5: Análisis de la información, bibliometría de investigaciones científicas | 24 |
| 4.5.1 Entorno de la vigilancia estratégica..... | 24 |
| 4.5.2 Análisis de las publicaciones científicas..... | 27 |
| 4.5.3 Países con mayor producción científica | 28 |
| 4.5.4 Organizaciones investigadoras | 29 |
| 4.5.5 Análisis de palabras clave en VOSviewer | 31 |
| 4.5.6 Redes de colaboración en publicaciones científicas | 32 |
| 4.5.7 Publicaciones científicas a destacar..... | 34 |
| 4.6 Desarrollo Etapa 5: Análisis y bibliometría de patentes en manufactura aditiva de bicicletas ... | 37 |
| 4.6.1 Solicitudes de patentes en WIPO | 37 |
| 4.6.2 Clasificación de las patentes solicitadas | 39 |
| 4.6.3 Patentes a destacar | 40 |
| CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 42 |
| 5.1 Conclusiones..... | 42 |
| 5.2 Recomendaciones | 44 |
| CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 45 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Tipos de bicicleta | 11 |
| Tabla 2: Tipos de fuentes para realizar VT | 17 |
| Tabla 3: Fuentes para el ciclo de VT..... | 21 |
| Tabla 4: Fórmulas de búsqueda en Scopus..... | 22 |
| Tabla 5: Fórmulas de búsqueda en PatentScope | 23 |
| Tabla 6: Herramientas utilizadas para documentar la información..... | 23 |
| Tabla 7: Organizaciones investigadoras por tipo..... | 29 |
| Tabla 8: Cantidad de Organizaciones involucradas en la investigación científica..... | 30 |
| Tabla 9: Lista de organizaciones investigadoras en manufactura aditiva en bicicletas | 30 |
| Tabla 10: Categorías de las solicitudes de patentes en WIPO | 39 |
| Tabla 11: Subcategorías de la clasificación B62K registradas en WIPO..... | 40 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Proceso de Impresión 3D por Estereolitografía | 6 |
| Figura 2: Proceso de Impresión 3D por DLP | 7 |
| Figura 3: Proceso de impresión 3D por FDM | 8 |
| Figura 4: Proceso de Impresión 3D por BJ | 9 |
| Figura 5: Proceso de impresión 3D por MJT | 9 |
| Figura 6: Proceso de impresión 3D por EBM | 10 |
| Figura 7: Bicicleta MTB | 11 |
| Figura 8: Bicicleta de ruta | 11 |
| Figura 9: Bicicleta plegable | 12 |
| Figura 10: Bicicleta BMX..... | 12 |
| Figura 11: Bicicleta eléctrica | 12 |
| Figura 12: Bicicleta de paseo | 13 |
| Figura 13: Partes del cuadro de una bicicleta MTB..... | 13 |
| Figura 14: Partes de la rueda y tren posterior de una bicicleta MTB..... | 14 |
| Figura 15: Partes del tren trasero de una bicicleta MTB | 14 |
| Figura 16: Metodología de Vigilancia Tecnológica | 16 |
| Figura 17: Cantidad importada de bicicletas en Perú en los años 2019-2020..... | 19 |
| Figura 18: Importaciones de bicicletas en Perú en el primer trimestre de los años 2019 y 2021 | 20 |
| Figura 19: Equipamiento obligatorio para bicicletas | 26 |
| Figura 20: Artículos científicos publicados por año en Scopus | 27 |
| Figura 21: Artículos científicos por países publicados en Scopus..... | 28 |
| Figura 22: Artículos científicos publicados por país y año en Scopus..... | 29 |
| Figura 23: Coocurrencia y relación de palabras clave | 31 |
| Figura 24: Coocurrencia y relación de palabras clave en el tiempo | 32 |
| Figura 25: Red de colaboración de países con al menos 2 publicaciones científicas..... | 33 |
| Figura 26: Red de colaboración de países con al menos 1 publicación científica..... | 33 |
| Figura 27: Red de colaboración de autores | 34 |
| Figura 28: Garmin GPS modelo de titanio | 35 |
| Figura 29: Bicicleta completa, con marco y soporte de sillín impresos en 3D. | 36 |
| Figura 30: Proceso de producción de una pieza por MA en polímeros | 36 |
| Figura 31: Bicicleta con marco por MA a base de fibra de carbono..... | 37 |
| Figura 32: Número de solicitudes de registro de marcas por año | 38 |
| Figura 33: Solitudes de registro de patentes por país | 38 |
| Figura 34: Marco de bicicleta obtenido por inyección en molde..... | 40 |
| Figura 35: Marco de bicicleta impreso por partes mediante EBM | 41 |

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del problema

La pandemia ha sido determinante para el impulso del uso de la bicicleta, si bien ya se venía proliferando su uso y difusión, es en el contexto de las restricciones sociales donde toma su mayor impulso, generando así un desabastecimiento en el mercado peruano para finales del año 2020, representando una oportunidad para explorar este mercado (León, 2021). Sin embargo, el interés planteado para este documento de investigación no es de aumentar las importaciones a través de una puesta en marcha, sino a través de la investigación científica poder encontrar nuevas formas de producir bicicletas bajo el apoyo de la manufactura aditiva. Así, poder hacer frente al alza que se avecina para este mercado, como también poder contribuir con la difusión del uso de las bicicletas como medio de transporte sostenible en beneficio del ambiente y de la salud de las personas, además de frenar las aglomeraciones que se generan en los sistemas de transporte público nacionales (Purisaca, 2017). Si no hace algo al respecto se podía caer en consecuencias como el aumento de contagios por la falta de distanciamiento social en el transporte público, aumento de enfermedades provocado por el sedentarismo de las personas, repetir el desabastecimiento sufrido a finales del 2020, aumento los costos de las bicicletas, aumento de emisiones de gases de efecto invernadero u otras consecuencias no contempladas.

Finalmente se plantea la pregunta ¿De qué forma la manufactura aditiva puede impactar en la producción de bicicletas para masificar su uso?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Evaluar la situación tecnológica en el Perú utilizando la vigilancia tecnológica como metodología para la implementación de la manufactura aditiva aplicada a la fabricación de bicicletas.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Identificar los nuevos materiales usados en los procesos de manufactura aditiva para la producción de bicicletas.
2. Determinar el tipo de tecnología utilizado en la manufactura aditiva de bicicletas.
3. Identificar oportunidades y amenazas para la producción de bicicletas en base a manufactura aditiva en el Perú.

1.3 Justificación, alcance y limitaciones

El distanciamiento social provocado por la COVID-19, sumado al decadente sistema de transporte público en el Perú ubican a la bicicleta como una alternativa. En el 2020, “las búsquedas en línea aumentaron un 282% lo que se vio reflejado en un aumento de las ventas del 284%” de acuerdo a Pedro White, gerente general de Mercado Libre Perú (Gestión, 2020). En concordancia el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020) implementará más de 500 km de ciclovías en 23 ciudades del país. La alta demanda ha provocado, según un informe de (La República, 2021b), “un aumento a nivel mundial de la comercialización en 81%, al tiempo que se elevaron en los costos de transporte de 40% y entre un 15% a 50% los materiales”.

El panorama en el Perú es alentador para el sector pues según Carlos Ballesteros (2021), gerente de Bike Perú, “el mercado va a crecer por disponibilidad y por la proyección de compras”. En este escenario favorable tanto económico como ambiental-social se tiene el interés y expectativa de beneficiar a la sociedad peruana en la problemática del transporte público, contribuir con las medidas de distanciamiento social del gobierno, incentivar el uso de bicicletas como medio de transporte alternativo en favor del medio ambiente y promover un estilo de vida saludable con el pedaleo.

La presente investigación tiene un alcance exploratorio-descriptivo pues busca identificar y describir las nuevas tecnologías empleadas para la producción de bicicletas a partir de la manufactura aditiva, empleando la vigilancia tecnológica (VT) como herramienta metodológica. Se espera obtener como resultado un informe donde se pueda reseñar los nuevos materiales empleados para producir bicicletas con impresión 3D, así como el tipo de manufactura aditiva utilizado para elaborar la pieza. No se va a plantear un diseño propio en la presente investigación ni producir un plan de prefactibilidad.

La limitación presente es que no se cuenta con información de fuentes primarias, pues a la fecha no existe una empresa de manufactura aditiva dedicada a la elaboración de bicicletas en el Perú, sin embargo, se espera superar esta trata a través de la metodología de vigilancia tecnológica, pues a través del análisis bibliométrico se puede obtener información relevante que despeje el panorama.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Vigilancia Tecnológica

2.1.1 Definición

(Cruz-Rojas et al., 2019) argumenta que, de la necesidad de obtener información útil para generar conocimiento, cumplir objetivos y anticiparse a los competidores, a partir de un análisis interno y externo surge la Vigilancia Tecnológica (VT). La cual junto a la Inteligencia Competitiva (IC) se articula en el campo empresarial y en conjunto ambas ayudan a determinar aspectos claves para fortalecer la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i). En ese sentido, (Isabel Ramirez et al., 2012) menciona que la VT se enfoca en captar, analizar y difundir información de diversa índole económica, tecnológica, política, con el fin de identificar oportunidades y amenazas provenientes del entorno, que puedan incidir en el futuro de una organización.

Giménez Toledo & Román Román (2001) sostienen que hacer un seguimiento informativo no implica ejecutar la VT, sino que es necesario seguir un procedimiento mucho más complejo que abarca el proceso informativo-documental completo, rematado con una adecuada preparación y presentación de toda esa información de interés para la generación de inteligencia y la consecuente toma de decisiones con garantías de éxito. Por esto, (Carrillo-Zambrano et al., 2018) entiende a la VT como “un proceso organizado, selectivo y sistemático que dé soporte a la toma de decisiones con mayor conocimiento, menor riesgo y oportuna anticipación a los cambios”.

2.1.2 Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva

La inteligencia competitiva (IC) es vital para una organización porque enfatiza en comprender y medir el entorno competitivo de una organización y la información no estructurada que influye en una toma de decisiones estratégicas de la organización. De hecho, también ayuda en la creación de ideas y la innovación. (Abdul-Mohsin, 2016). En ese sentido, se emplea a la IC como motor de la innovación, en el sentido de provocar cambios en el comportamiento de una empresa, implicando el lanzamiento de productos y acciones de investigación y desarrollo. (Vidigal et al., 2018)

Isabel Ramirez (2012) sostiene que la VT e IC son dos términos bastante similares. Sin embargo, la segunda va un paso más adelante, ya que, con el fin de proporcionar información para una adecuada toma de decisiones en el momento oportuno, involucra una gestión y análisis del conocimiento obtenido. Por otro lado, la VT nos brinda un conjunto de amenazas y oportunidades de un entorno específico a través de analizar la importancia de la información obtenida.

2.1.3 Proceso de la Vigilancia Tecnológica

Para definir el proceso de Vigilancia Tecnológica nos basaremos en la Guía nacional de vigilancia tecnológica e inteligencia estratégica (VeIE) desarrollada para el Programa Nacional de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva (VINTEC) de la Secretaría de Planificación y Políticas del Ministerio de Ciencia de Argentina. De acuerdo al VINTEC el proceso de VT consiste principalmente en obtener información, la cual debe ser procesada y analizada con el fin de difundir los resultados obtenidos. El objetivo primordial de este proceso es obtener información relevante para tomar buenas decisiones que repercutan en beneficio de la organización. (Pérez et al., 2015).

Las fuentes a consultar para la VT pueden ser tanto informales como formales. En el caso de las fuentes informales, que son en su mayoría las más utilizadas, nos referimos a información que se pueda recopilar de competidores en el sector, proveedores, clientes, ferias, exposiciones, congresos, seminarios, estudiantes y/o fuentes internas de la organización. Cuando nos referimos a fuentes formales a las que hacemos referencias son bases de datos, patentes, publicaciones científicas, artículos técnicos, proyectos y de mercado, instrumentos financieros de organismos públicos y privados, información de comercio exterior, etc. (Pérez et al., 2015).

2.1.4 Aplicaciones de Vigilancia Tecnológica

En la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) se han realizado estudios de vigilancia tecnológica, siendo uno de ellos el publicado por (Rivera, 2018), en su investigación el objetivo planteado es identificar las oportunidades y amenazas en la producción y exportación de productos peruanos de *sacha inchi*. A través de búsquedas en bases científicas acompañado de análisis bibliométricos (Rivera, 2018) concluye que el Perú no ha podido establecer un liderazgo en producción científica de *sacha inchi*, por el contrario está cediendo progresivamente la oportunidad de desarrollar productos innovadores a otros países, como el caso de China, país que más ha aumentado sus investigaciones representando una amenaza para Perú.

Otra aplicación de VT es la realizada por (Peralta Delgado & Cárdenas Velásquez, 2020) titulada “Informe de vigilancia tecnológica: Blockchain”, por la cual se busca difundir la tecnología *Blockchain* o también conocida como cadena de bloques, por su significado en español, en las diferentes entidades en el Perú, como empresas privadas, empresas públicas y universidades.

2.2 Bibliometría y cienciometría

De acuerdo a Escorsa & Valls-Pasola (2003) para la bibliometría su interés principal radica en los problemas de las bibliotecas y centros de documentación, lo que implica el recuento de artículos y

publicaciones. Por otro lado, la cienciometría se basa en el análisis de las publicaciones científicas e investigaciones técnicas, tales como patentes y artículos con conocimiento técnicos. Sin embargo, a través de los años ambos términos se han venido usando como equivalentes, por lo que para efectos de simplicidad en el presente documento se empleará el primer término.

2.2.1 Análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico es el procesamiento de información a fin de obtener indicadores claros como autores de artículos, citas que aparecen en la bibliografía, cantidad de palabras claves y su frecuencia de aparición en los títulos o resúmenes de las publicaciones. (Escorsa & Valls-Pasola, 2003)

Tales indicadores sirven para conocer la actualidad de los documentos, temática que se aborda, impacto o viabilidad de los temas, tipología de los documentos, dispersión de las publicaciones, colaboración, entre autores, organizaciones u otros; consumo y procedencia de la información (Castillo, 2002).

Empleando programas especializados como (VOSviewer, 2022) se utiliza técnicas avanzadas de diseño y *clustering* a fin de obtener redes que nos faciliten la visualización de la información, en estas redes o también llamados mapas se puede apreciar la densidad y superposición, las cuales dan indicios de un desarrollo del tema a lo largo del tiempo.

2.3 Manufactura aditiva

La manufactura aditiva (MA), se considera un proceso de fabricación muy conveniente, ya que permite crear cualquier objeto tridimensional. (Rismalia et al., 2019). Por eso, se conoce más coloquialmente como impresión 3D y se está acercando rápidamente a la adopción generalizada como una técnica de procesamiento altamente flexible que se puede aplicar al plástico, metal, cerámica, hormigón y otros materiales de construcción. (Idacavagec & Stansbury, 2016).

2.3.1 Manufactura aditiva por Estereolitografía (SL)

Uno de los métodos de MA más importantes es la estereolitografía (SLA), que se desarrolló durante la década de 1970. SLA es un método de impresión 3D que utiliza luz ultravioleta (UV) para solidificar partes específicas de una capa de polímeros foto curables. (Anastasio et al., 2019)

La técnica se basa en el proceso de fotopolimerización, en el que una resina líquida se convierte en un polímero sólido bajo irradiación láser UV. Los modelos se producen curando capas sucesivas del

material de resina hasta que se forma un objeto tridimensional. Las ventajas de la estereolitografía son su flexibilidad en la fabricación de piezas con diferentes geometrías y dimensiones, su precisión y su rapidez. El desafío es extender el método de estereolitografía para fabricar directamente piezas con formas complejas y buenas propiedades mecánicas. (Bártolo, 2011). En la Figura 1 se visualiza el proceso por SL.

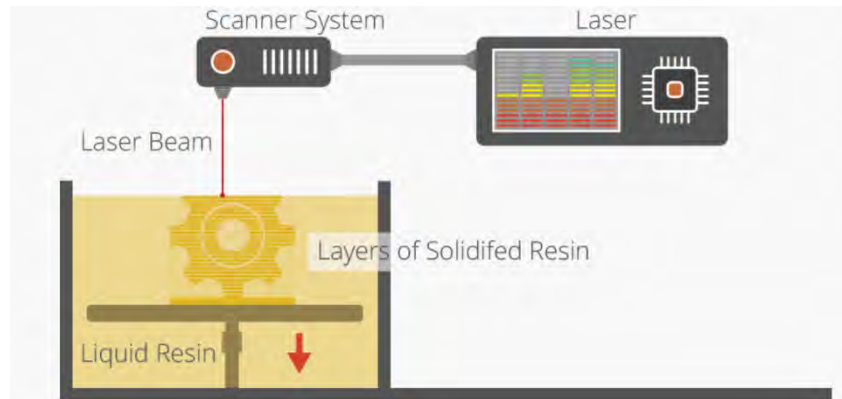


Figura 1: Proceso de Impresión 3D por Estereolitografía

Fuente: (3D Printing Industry, 2016)

2.3.2 Manufactura aditiva por procesamiento de luz digital (DLP)

La aplicación de este proceso a la MA con fotopolímeros se basa en un conjunto de micro espejos aptos para la orientación en dos posiciones, movidos por micro actuadores. La luz ultravioleta es reflejada por estos micro espejos a la capa del fotopolímero líquido, colocada en un tanque. (Monzón et al., 2017)

Las áreas seleccionadas de la superficie del líquido fotosensible se exponen a la luz UV. Como resultado, los monómeros en el área irradiada se fusionaron en una profundidad especificada y se adhirieron a la plataforma de soporte. Una vez ensamblada, la primera capa desciende hasta la altura de la primera capa, que tiene una mesa móvil sobre la que se fija la plataforma de soporte. Luego, la primera capa se sumerge en el líquido no solidificado. Después de la inmersión, el líquido no solidificado cubre la superficie de polimerización para proporcionar una nueva superficie de líquido. Luego, la segunda capa se agrega exponiendo las partes. Los pasos se repiten hasta que se realiza la fabricación de toda la pieza. (Zhao et al., 2019). En la Figura 2 se visualiza el proceso por DLP.

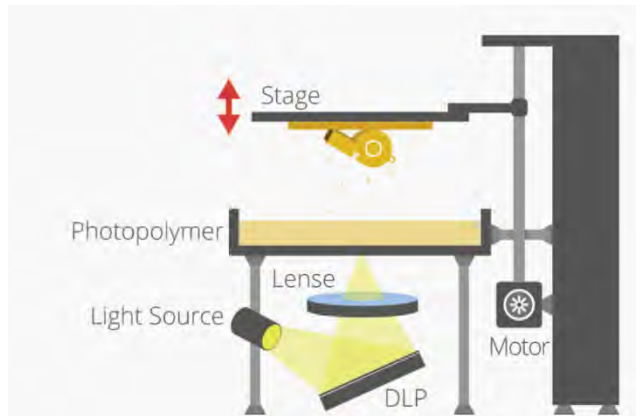


Figura 2: Proceso de Impresión 3D por DLP

Fuente: (3D Printing Industry, 2016)

2.3.3 Manufactura aditiva por Fusión Selectiva por Láser (SLM)

Una tecnología de MA interesante para la fabricación de componentes con diseños innovadores y geometrías topológicas optimizadas es la fusión selectiva por láser o como se le conoce en inglés *Selective Laser Melting* (SLM). La producción se da capa por capa por lo que permite la creación de componentes complejos directamente a partir de polvo metálico. Una ventaja excepcional de SLM es la posibilidad de fabricar estructuras complejas pero ligeras que no se pueden producir mediante procesos convencionales. (Sapate & Apte, 2017)

Durante el proceso de construcción por SLM, la plataforma de construcción se calienta. Se utiliza un rayo láser de escaneo por un sistema de espejo giratorio. Un repintador mecánico forma las capas de polvo para construir la plataforma. El polvo se alimenta de un recipiente de suministro. El rayo láser escanea para formar conjuntos de piscinas de fusión. El escaneo se puede hacer en una capa o en capas alternas. La placa de sustrato se baja a un espesor de capa y el aplicador distribuye uniformemente el polvo sobre la plataforma. Luego, el material se funde selectivamente. Estos tres pasos se repiten hasta que se construye una pieza completa, capa por capa. Durante el proceso, toda la cámara de proceso se inunda con un gas inerte como el argón para evitar la oxidación del polvo metálico. (Sapate & Apte, 2017)

2.3.4 Manufactura aditiva por deposición de material fundido (FDM)

La MA por deposición en material fundido también conocido como FDM por sus siglas en inglés *Fused Deposition Modeling*, se considera una de las más técnicas comunes para la creación rápida de

prototipos de componentes poliméricos. En el FDM, los componentes fabricados en 3D se cultivan capa por capa a partir de filamentos poliméricos. (Ecco et al., 2018)

La esencia de esta tecnología es derretir cuerdas de plástico a través de una boquilla de inmersión en caliente en una alfombra de construcción. Los materiales de construcción se transportan al cabezal de impresión mediante un sistema de tubos. El cabezal de impresión comprende una cámara de fusión donde el material se calienta y se empuja a través de la boquilla, que suele ser de 0.4 mm, hacia la plataforma de construcción. El material solidifica inmediatamente sobre el sustrato y, una vez que se aplica una capa, el sustrato se reduce por el espesor de la capa. (Vosynek et al., 2018)

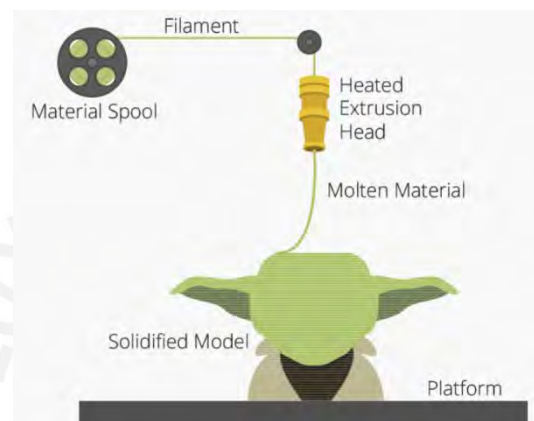


Figura 3: Proceso de impresión 3D por FDM

Fuente: (3D Printing Industry, 2016)

2.3.5 Manufactura aditiva por inyección de aglutinante (BJ)

Según Contreras (2019) el proceso de impresión con esta tecnología es conocido como *Binder Jetting* (BJ), consiste principalmente en la pulverización de un aglutinante líquido sobre un lecho de polvo que luego se solidifica en sección transversal. Los materiales que se solidifican gracias al aglutinante suelen ser yeso, arena, cerámicas, metales y polímeros en gránulos. Contreras (2019) menciona que la impresión de una pieza comienza con la colocación de la primera capa de polvo a través del rodillo en la plataforma de construcción, se añade el agente aglutinante en forma de gotitas. El polvo se unifica y se forma la pieza. Este proceso se repite continuamente hasta lograr la pieza deseada.

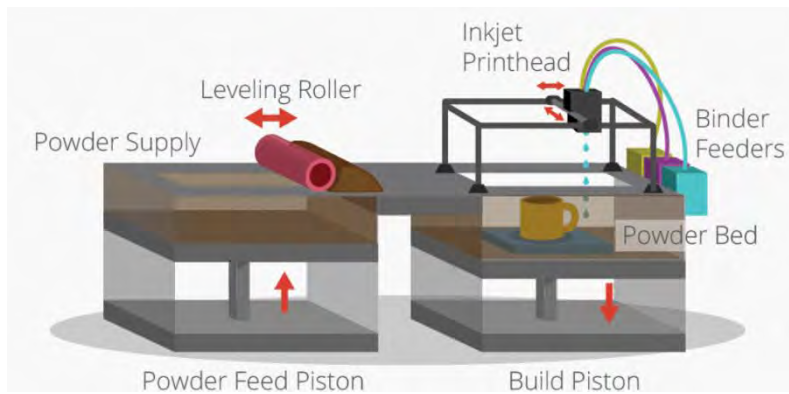


Figura 4: Proceso de Impresión 3D por BJ

Fuente: (3D Printing Industry, 2016)

2.3.6 Manufactura aditiva por inyección de material (MJT)

La MA por inyección de material conocida como *Material Jetting* (MJT) en inglés es una categoría de procesos de fabricación aditiva en la que el material de construcción se deposita en forma de gotas individuales. Las gotas de material fundidas se expulsan sobre una plataforma de construcción calentada y se unen. En el caso de los metales esto da como resultado piezas densas con propiedades mecánicas que pueden ser mejores que las de la referencia fundida debido a las altas velocidades de enfriamiento. En la industria, este proceso se utiliza actualmente principalmente para fotopolímeros y material similar a la cera. (Kirchebner et al., 2021)

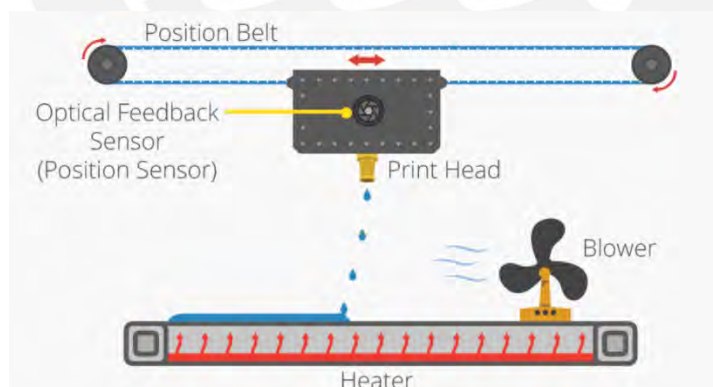


Figura 5: Proceso de impresión 3D por MJT

Fuente: (3D Printing Industry, 2016)

2.3.7 Manufactura aditiva de fusión por haz de electrones (EBM)

En la fusión por haz de electrones, también conocida como EBM por sus siglas en inglés (*Electron Beam Melting*) se utiliza un haz de electrones para fundir selectivamente un polvo para fabricar el componente deseado. Los electrones se generan en una pistola y se enfocan mediante lentes electromagnéticas. El haz de electrones enfocado se escanea inicialmente en múltiples pasadas para precalentar el lecho de polvo a aproximadamente 0,8 veces su temperatura de fusión. En el barrido de fusión final se reduce la velocidad y la corriente del haz también se reduce. El escaneo de fusión final produce piscinas o zonas relacionadas con el diámetro del haz y el espaciado de escaneo. El escaneo de fusión funde solo las áreas de capa seleccionadas según lo prescrito en el modelo CAD. (Sapate & Apte, 2017)

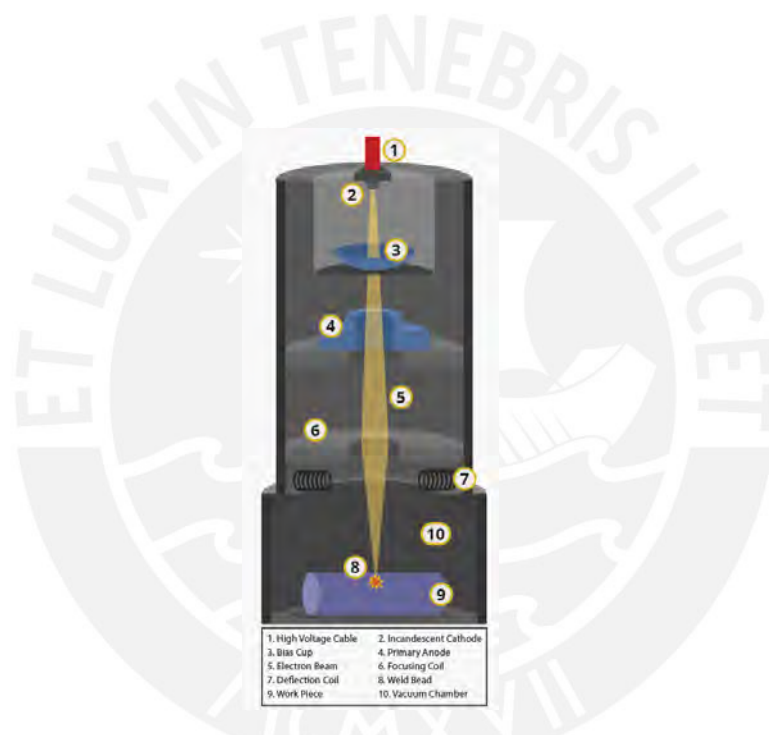


Figura 6: Proceso de impresión 3D por EBM

Fuente: (3D Printing Industry, 2016)



2.4 La Bicicleta

De acuerdo a la definición de la (RAE, 2021) entendemos a la bicicleta como un “vehículo de dos ruedas, normalmente de igual tamaño, cuyos pedales transmiten el movimiento a la rueda trasera por medio de un plato, un piñón y una cadena”. Aunque por los avances de la tecnología esta definición puede quedar incompleta, ya que en el mercado encontramos variantes como las bicicletas eléctricas o mixtas.


2.4.1 Tipo de bicicleta

Describir o resumir los tipos de bicicletas disponibles en el mercado puede ser una tarea titánica, ya que existen diversas variaciones y combinaciones que dan pie a un sin fin de categorías. Por lo que la intención de presentar los siguientes tipos en la Tabla 1 está basada en las opciones más comunes a la hora de visitar una tienda de bicicletas.

Tabla 1: Tipos de bicicleta

| Tipo de bicicleta | Descripción | Imagen Referencial |
|--------------------------|---|--|
| Montañera (MTB) | También llamadas MTB (<i>mountain bike</i>) es de los modelos más comunes, usada por su gran resistencia, cuenta con llantas anchas de dibujos marcados para un mejor agarre en diferentes terrenos. Sus manubrios suelen ser rectos. (Mercado libre, 2021) |  <p data-bbox="962 1115 1262 1146">Figura 7: Bicicleta MTB</p> <p data-bbox="978 1180 1273 1211">Fuente: (Monark, 2021c)</p> |
| Rutas o De Ruta | Son bicicletas ligeras para alcanzar grandes velocidades, son de cuadro fino y llantas delgadas, por lo que no suelen ser tan resistentes a impactos como el modelo de montaña. (Mercado libre, 2021) |  <p data-bbox="962 1626 1270 1657">Figura 8: Bicicleta de ruta</p> <p data-bbox="978 1691 1273 1722">Fuente: (Monark, 2021a)</p> |

| | | |
|--------------------------|--|---|
| <p>Plegable</p> | <p>La gran mayoría de estas bicicletas tienen equipo limitado y ruedas de menor tamaño, porque están hechas para rutas cortas. No destacan por su velocidad ni su resistencia, ya que están hechas para colapsarse y ser fáciles de guardar y portar. (La bicicleta, 2020)</p> |  <p>Figura 9: Bicicleta plegable</p> <p>Fuente: (Monark, 2021d)</p> |
| <p>BMX</p> | <p>Son bicicletas de carrera, utilizadas para competencia. Cuentan con un solo cambio y solo poseen un freno trasero. Destacan por sus ruedas pequeñas, marcos compactos y que están diseñadas para usarse en ambientes reducidos. (Bike Exchange, 2019)</p> |  <p>Figura 10: Bicicleta BMX</p> <p>Fuente: (Oxford, 2021a)</p> |
| <p>Eléctricas</p> | <p>También conocidas como E-bikes, cuentan con un motor para asistir el pedaleo. En el mercado se puede encontrar bicicletas eléctricas del tipo ruta, MTB e incluso plegable. Son más costosas y pesadas que las versiones mencionadas anteriormente. (Bike Exchange, 2019)</p> |  <p>Figura 11: Bicicleta eléctrica</p> <p>Fuente: (Monark, 2021b)</p> |

| | | |
|---------------------|---|--|
| <p>Paseo</p> | <p>Están diseñadas especialmente para rutas en pavimento y ciclovías en ambientes urbanos, cuentan con asientos grandes y manubrios altos. Sus diseños están inspirados en modelos clásicos, recomendados para rutas cortas y de entretenimiento. (Bike Exchange, 2019)</p> |  <p data-bbox="938 645 1286 678">Figura 12: Bicicleta de paseo</p> <p data-bbox="979 712 1273 745">Fuente: (Oxford, 2021b)</p> |
|---------------------|---|--|

2.4.2 Partes de bicicleta

Dependiendo del tipo de bicicleta se pueden encontrar diferentes números de piezas, por conveniencia usaremos como modelo base una bicicleta de montaña (MTB), pues es la de mayor uso.

El cuadro: También llamado chasis o marco es la pieza principal de la bicicleta pues soporta al resto de componentes como la rueda delantera, trasera y al mismo ciclista. Está compuesto por tres tubos (superior, inferior y de asiento), dos vainas (superior e inferior) y el telescopio (que sostiene el manillar) como se indica en la Figura 13.



Figura 13: Partes del cuadro de una bicicleta MTB

Fuente: (BiciSCOPE, 2018)

Horquilla: Va sujeta a la llanta delantera como se observa en la Figura 14 y su principal función es la de amortiguar los impactos de esta parte. Además, nos proporciona de la amortiguación necesaria durante los descensos.

Las ruedas: Las ruedas están formadas por una llanta que se une a través de los radios al buje como podemos observar en la Figura 14, es este sistema se encarga de girar la rueda. En el caso de la rueda

delantera, esta va acoplada al manillar mediante la horquilla. La rueda trasera posee un espacio destinado a montar los piñones de la transmisión.



Figura 14: Partes de la rueda y tren posterior de una bicicleta MTB

Fuente: (TodoMountainBike, 2011)

Transmisión: Se denomina así al conjunto de componentes encargado de transmitir la fuerza realizada por las piernas sobre los pedales para producir un desplazamiento. Los componentes de transmisión que son: las bielas, cadena y piñones.

Tren delantero: Es la parte delantera de la bicicleta donde van ubicados las manetas de freno y cambios, así como la potencia, como se observa en la Figura 14.

Tren trasero: conformado por la rueda trasera, los cambios, el sillín ubicado sobre la tija de sillín entre otros como se aprecia en la Figura 15. Es en esta sección donde también se encuentra el sistema de transmisión.



Figura 15: Partes del tren trasero de una bicicleta MTB

Fuente: (TodoMountainBike, 2011)

Frenos: Son los encargados de reducir la velocidad hasta detener la bicicleta, podemos encontrarlo tanto en la rueda delantera como trasera.

Pedales: Parte donde el ciclista apoya el pie y ejerce la fuerza para desplazar la bicicleta activando el sistema de transmisión.



CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 Metodología de Vigilancia Tecnológica

La metodología seleccionada para el ciclo de VT es el propuesto por (Fernández et al., 2009), ya que establece una serie de pasos concisos y detallados para la implementación de un sistema de VT con el fin de obtener reportes periódicos para un espacio de tiempo establecido. Además, proporciona una serie de herramientas base que sirven para establecer los cimientos en la búsqueda de información, así como para su futura esquematización. En la Figura 16 se describe cada uno de los pasos establecidos.

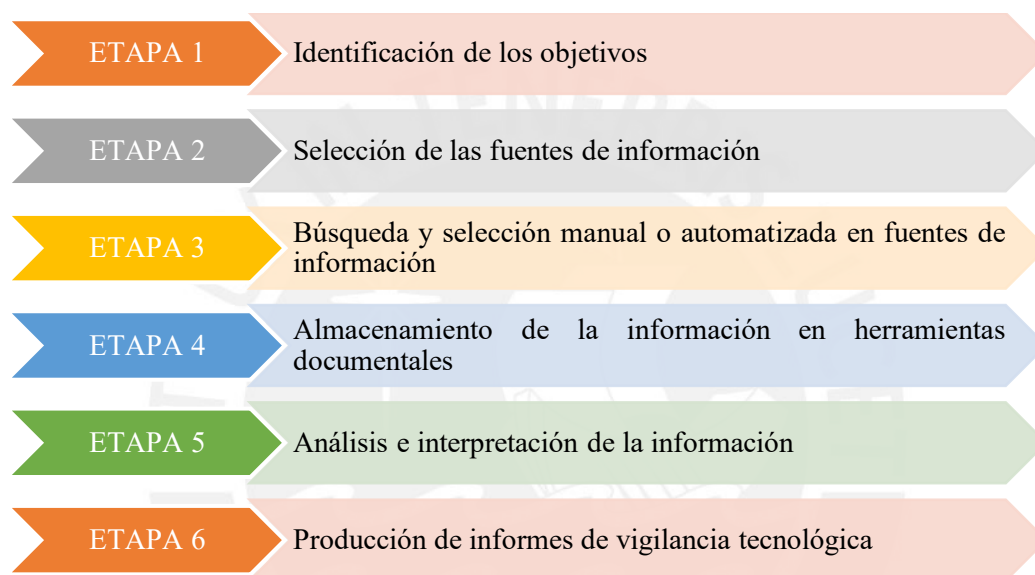


Figura 16: Metodología de Vigilancia Tecnológica

Fuente: (Fernández et al., 2009, p. 152).

3.2 Etapa 1: Identificación de los objetivos de la VT

En esta etapa se da la elección del ámbito de acción. Además, de determinar las áreas temáticas a abordar, el punto de vista, la cobertura espacial y temporal a cubrir, así como las áreas a vigilar, todo esto a partir de los objetivos del proyecto de VT. (Fernández et al., 2009). Para el presente documentos, los objetivos del observatorio de VT son los mismos que los planteados en esta tesis.

3.3 Etapa 2: Selección de las fuentes de información

De acuerdo a la metodología establecida por (Fernández et al., 2009) para la segunda etapa se determinan las fuentes de información a emplear para la recolección de información pertinente a cada entorno o ámbito de actuación.

Existe gran variedad de información disponible, por ello es importante hacer una distinción entre los tipos de fuentes que existen. Las del tipo formal hacen referencia a información donde el conocimiento es explícito, es estructurada o semiestructurada y es accesible a través de herramientas informáticas o está contenida en algún tipo de soporte físico, por lo tanto, cuentan con un respaldo. En cambio, las fuentes informales se recogen del intercambio directo de información, suele ser tácita, lo que conlleva a una subjetividad en su contenido, sin embargo, no deja de ser útil y puede ser usada para generar proyecciones a futuro. (Escorsa & Maspons, 2001). En la Tabla 2 se muestran ejemplos del tipo de cada fuente:

Tabla 2: Tipos de fuentes para realizar VT

| Fuentes de Información | |
|-------------------------------|-------------------|
| Formales | Informales |
| Libros | Competidores |
| Internet | Proveedores |
| Patentes | Clientes |
| Revistas | Empresas |
| Normas | Consultores |
| Periódicos | Congresos |
| Bases de datos | Seminarios |
| Artículos técnicos | Exposiciones |
| Publicaciones científicas | Ferias |

Fuente: (Pérez et al., 2015)

En el capítulo 4 se detallará cuáles son las fuentes seleccionadas para realizar la recolección pertinente de información.

3.4 Etapa 3: Búsqueda y selección de información

Se determinan los procedimientos pertinentes para realizar búsquedas en las fuentes de información seleccionadas. Además, se describe y hacen recomendaciones sobre las herramientas de búsqueda y seguimiento. (Fernández et al., 2009)

Para poder alcanzar los objetivos planteados en esta investigación es necesario enfocar y direccionar las búsquedas, por ello se propone centrar la VT en las siguientes líneas de investigación; búsqueda de publicaciones científicas sobre manufactura aditiva de bicicletas, búsqueda de patentes relacionadas a manufactura aditiva de bicicletas, búsqueda de materiales empleados para manufactura de bicicletas 3D e información adicional relevante.

3.5 Etapa 4: Almacenamiento de la información en herramientas documentales

(Fernández et al., 2009) recalca la importancia de conocer herramientas adecuadas que permiten el almacenamiento, gestión y puesta a disposición de la información a los investigadores para esta etapa, tales como base de datos, softwares estadísticos, entre otros.

Como primera herramienta de gestión de información para la elaboración de esta investigación se emplea Mendeley Desktop, un gestor gratuito de referencias bibliográficas. Se utilizó para la administración de las diversas fuentes consultadas y para generar el citado con su respectiva bibliografía. Así, de igual forma se emplearán otros softwares para almacenar y procesar la data obtenida en las búsquedas planteadas en la etapa 3. Las herramientas a utilizar se explican con mayor detalle en el capítulo 4.

3.6 Etapa 5: Análisis e interpretación de la información

(Fernández et al., 2009) establece que la VT no es solo un proceso documental, es también un proceso en el cual se da un análisis a la información recopilada con el fin de detectar tendencias, novedades y/o avances para su posterior interpretación.

En esta etapa se plantea realizar un análisis bibliométrico para las búsquedas de patentes, nuevos materiales y publicaciones científicas planteadas en la etapa 3, la utilidad de este análisis lo detallan (Escorsa & Valls-Pasola, 2003), pues a partir de la bibliometría se puede determinar el crecimiento del campo de interés, la evolución de la producción científica, impacto de estas publicaciones, entre otros.

3.7 Etapa 6: Elaboración de informes de vigilancia tecnológica

Los informes son herramientas al servicio para la toma de decisiones, por lo tanto, en esta etapa de acuerdo a (Fernández et al., 2009) se debe establecerse la periodicidad a emitir los reportes informativos, así como, los criterios e índice de contenido y la estructura de los datos a presentar. Para esta investigación, la periodicidad a considerar para cada ciclo es de seis meses donde el primer informe a considerar del ciclo de VT es el presente documento de tesis. En los siguientes capítulos se irán presentando los resultados obtenidos para cada una de las etapas y posteriormente las conclusiones obtenidas.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LA VT

4.1 Desarrollo de la Etapa 1: Objetivos de VT

4.1.1 Razones para realizar VT de la bicicleta

La primera de las razones a considerar para realizar VT a la producción de bicicletas es el incremento de las importaciones realizadas, de acuerdo al Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior – (IDEXCAM, 2020) – de la Cámara de Comercio de Lima (CCL), para el periodo enero-agosto del 2020, se registró un total 126 270 bicicletas valorizadas en 8.1 millones de dólares en importaciones. Lo que representa un incremento del 16.82% en cantidad importada y un 7.14% en cuanto a valor monetario para los meses de enero a agosto del 2020 en comparación del mismo periodo para el año 2019, aun cuando la pandemia golpeo a la economía peruana por las medidas de cuarentena adoptadas por el gobierno de turno. Como se observa en la Figura 17, China es el país que concentra la mayor cantidad de importaciones.

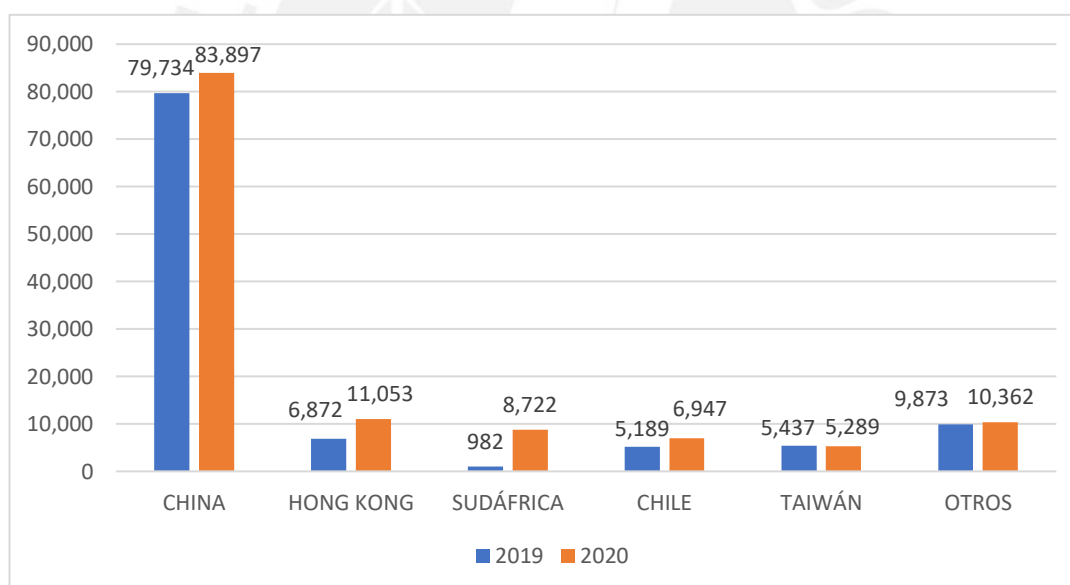


Figura 17: Cantidad importada de bicicletas en Perú en los años 2019-2020

Fuente: (IDEXCAM, 2020)

De acuerdo a (La Camara, 2021), la revista digital de la CCL, entre los meses de enero y marzo del presente año 2021 se han importado 237 509 bicicletas no motorizadas valorizadas por 15.6 millones de dólares. Estos datos se traducen en una subida del 253.66% en cuanto a la cantidad importada y 353.83% en valor monetario con comparación al primer trimestre del año 2019. En la Figura 18 se puede observar el crecimiento gráfico de las importaciones en millones de dólares.

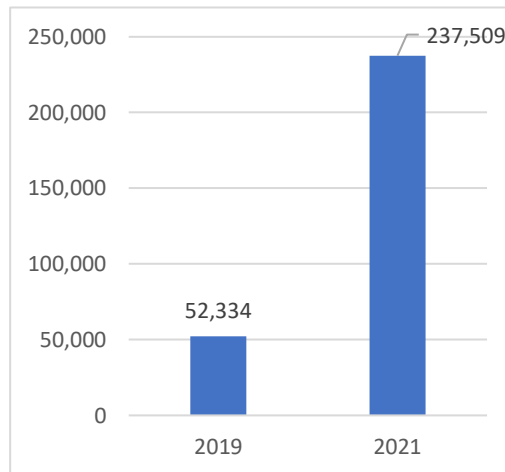


Figura 18: Importaciones de bicicletas en Perú en el primer trimestre de los años 2019 y 2021

Fuente: (La Camara, 2021)

Como segunda razón, se tiene la proyección hecha por (Balarezo, 2021), gerente comercial de Oxford Perú, quien proyecta que para el 2021 la venta de bicicletas aumentará entre 15% a 25% respecto al 2020. Además, hace hincapié en lo sucedido al terminar noviembre del 2020, pues para esa fecha el stock se agotó, generando así un desabastecimiento para diciembre del mismo año. Finalmente, existe la motivación personal de poder colaborar con la movilidad higiénica de las personas, pues en el contexto de la pandemia se necesita mantener un distanciamiento social a fin de evitar nuevos contagios. A su vez, la bicicleta colabora en un estilo de vida saludable al ser utilizada de manera constante en distancias cortas y medianas generando beneficios en la salud.

4.1.2 Objetivos del ciclo de vigilancia

Según los datos expuestos, se observa un incremento en las importaciones de bicicletas en el territorio peruano, sin embargo, esta es una tendencia mundial, provocada por la pandemia y las restricciones de sociales impuestas para frenar la misma. El mercado peruano ya ha sufrido un desabastecimiento a finales del 2020, lo que ha impulsado a los distribuidores locales incrementar la cantidad importada y en casos como Oxford Perú a ampliar sus locales (Balarezo, 2021), representando así una oportunidad para el mercado potencial.

Ante este panorama se plantea como objetivos para la VT en este informe:

1. Identificar los nuevos materiales usados en los procesos de manufactura aditiva para la producción de bicicletas.

2. Determinar el tipo de tecnología utilizado en la manufactura aditiva de bicicletas
3. Identificar oportunidades y amenazas para la producción de bicicletas en base a manufactura aditiva en el Perú

Estos objetivos son los mismos definidos en el capítulo 1 como objetivos específicos, la intención es por poder hacer frente a las estimaciones en incremento de ventas de bicicletas, y en el mejor de los casos, poder implementar la manufactura aditiva en el Perú.

4.2 Desarrollo Etapa 2: Fuentes de información

4.2.1 Selección de fuentes de información

Las fuentes de información seleccionadas para el presente informe de VT son las expuestas en la Tabla 3:

Tabla 3: Fuentes para el ciclo de VT

| Categoría | Tipo de fuente a consultar |
|---|--|
| Noticias técnicas | ➤ Unión Ciclista Internacional (UCI) |
| Información Web 2.0 | Portales web dedicados a difundir información sobre la impresión 3D, como: ➤ 3D Printing Industry |
| Artículos científicos | ➤ Scopus |
| Patentes | ➤ European Patent Office (EPO) ➤ The Global Brand Database de WIPO ➤ Patenscope |
| Proyectos de investigación | ➤ Tesis publicadas en los repositorios de universidades |
| Normativa, legislación, especificaciones técnicas, estándares | ➤ Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) ➤ Manual para ciclistas |
| Productos y servicios innovadores | ➤ Páginas webs de empresas innovadoras en el sector |
| Congresos | ➤ Congresos nacionales e internacionales sobre nuevas tecnologías y/o manufactura aditiva |

Fuente: (Fernández et al., 2009)

4.3 Desarrollo Etapa 3: Búsqueda y selección de información

4.3.1 Búsqueda de artículos científicos sobre bicicletas y manufactura aditiva

La base de datos seleccionada como motor de búsqueda para los artículos científicos es Scopus. Esta posee un amplio repositorio, aumentando así la información relevante que se puede obtener. Sin

embargo, se debe realizar una delimitación. Cabe resaltar que el uso de esta base es posible gracias al acceso que proporciona la PUCP a su comunidad universitaria. Los resultados seleccionados serán empleados para un análisis bibliométrico en los siguientes pasos de la metodología planteada.

Las palabras clave a emplear para las búsquedas son bicicleta, y manufactura aditiva, para las cuales se realizar la traducción al idioma inglés se obtiene, *bike* y/o *bicycle* y *additive manufacturing*, se añade como palabra clave “3D”. Se considera un rango de tiempo desde el 2011 hasta el 2021 y se limita el tipo de documento a la categoría de artículos, además se delimita las áreas de investigación al campo de la ingeniería y ciencia de materiales. El resultado obtenido en Scopus es de 26 documentos, en la Tabla 4 se observa la formula resultante de los criterios planteados.

Tabla 4: Fórmulas de búsqueda en Scopus

| Base de datos | Fórmula de búsqueda |
|---------------|---|
| Scopus | TITLE-ABS-KEY ((bike OR bicycle) AND (3d OR "additive manufacturing")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "COMP") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "PHYS") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "CHEM") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "BIOC") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "CENG") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "ENER") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "MATH") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "SOCI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "MEDI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "BUSI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "HEAL") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "ENVI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "AGRI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "DECI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "EART") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "PSYC")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2011)) |

Fuente: (Elsevier, 2021)

4.3.2 Búsqueda de patentes relacionadas con las bicicletas y la manufactura aditiva

Para la búsqueda de patentes se utiliza la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) o por sus siglas en inglés WIPO (*World Intellectual Property Organization*), a través de su motor de consultas PatentScope se tiene acceso de 98 millones de documentos. Las palabras clave son las mismas que las utilizadas para la búsqueda en base de datos de artículos científicos: *bike*, *bicycle*, *additive manufacturing* y 3D. Las condiciones de búsqueda en la aparición de estos términos en la portada, se toma en cuenta todas las oficinas a nivel mundial y todos los idiomas. En la Tabla 5 se presenta la fórmula resultante de los criterios planteados.

Tabla 5: Fórmulas de búsqueda en PatentScope

| Base de datos | Fórmula de consulta |
|---------------|--|
| PatentScope | FP: ((bike OR bicycle) AND (3D OR "additive manufacturing")) |

Fuente: (WIPO, 2021)

De esta consulta se tienen 124 resultados, los cuales han sido publicados desde 2012 hasta 2021. PatentScope ofrece como ventaja gráficos que permiten obtener información relevante de manera inmediata, sin embargo, no permite la exportación de las patentes, por lo cual este proceso se realiza manualmente.

4.3.3 Búsqueda de información adicional

Para todos los capítulos de la presente tesis, tales como la introducción, marco teórico, desarrollo también se requirió la consulta de diversas fuentes como artículos, libros, páginas webs, instituciones, organismos, entre otros, los cuales han sido citados oportunamente. Así mismo, para la elaboración de la estructura de la presente tesis se emplearon tesis del repositorio de la PUCP, tales como las publicaciones de (Navidad Llanos, 2016), (Guevara Córdova, 2017) y en especial de (Rivera, 2018), pues su documento contiene un desarrollo claro y sistemático que sirvió para esquematizar el desarrollo del capítulo 4. Además, se realizaron búsquedas específicas para un análisis del macroentorno e identificar y describir las tecnologías de manufactura aditiva.

4.4 Desarrollo etapa 4: Uso de herramientas documentales

En esta etapa se emplean diversos softwares, aplicaciones y herramientas para almacenar la información recopilada, en este caso son virtuales en su totalidad, con el fin de estructurarla para su posterior documentación y análisis. En la Tabla 6 se detallan las herramientas utilizadas y el uso que se le dio.

Tabla 6: Herramientas utilizadas para documentar la información

| Herramienta | Uso en el proceso documental |
|------------------|--|
| Mendeley Desktop | Herramienta utilizada para la gestión de la bibliografía, tanto en su almacenamiento como para su generación automática, proporciona un gestor de citado y permite cargar las diversas fuentes en una nube personal en internet. |
| Excel | Empleado para estructurar el resultado de búsquedas en Scopus, pues los documentos descargados son Archivos Separados por Comas, es decir extensión .CSV (<i>Comma Separated Value</i> , por sus siglas en |

| | |
|------------------|--|
| | ingles. Para PatentScope, la recopilación de información es manual y se estructura en Excel. |
| VOSviewer | Software empleado para realizar análisis bibliométrico, se empleó para la construcción de redes, minería de texto, entre otros, así como para generar los gráficos respectivos en cada análisis. |

4.5 Desarrollo Etapa 5: Análisis de la información, bibliometría de investigaciones científicas

4.5.1 Entorno de la vigilancia estratégica

Análisis político

El país vivió unas elecciones congresales y presidenciales en medio de un panorama sin igual como la pandemia, aun cuando algunos partidos políticos pedían una postergación de las elecciones, se pudo llevar a cabo los comicios tanto en abril como junio. Para la segunda vuelta, se tuvo como partidos finalistas a los partidos Perú Libre y Fuerza Popular quienes son representados por Pedro Castillo y Keiko Fujimori respectivamente, siendo el ganador final Pedro Castillo. De acuerdo a (Perú Libre, 2021) en su plan de gobierno, Perú al bicentenario sin corrupción, el gobierno tendrá una política de impulsar la ciencia e investigaciones científicas lo que incluye la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Investigación.

Análisis económico

Las proyecciones realizadas por el (Banco Mundial, 2021) indican que la economía peruana crecerá un 10.3% para el 2021, presentará también mejores condiciones crediticias y medidas de apoyo externo, además de un panorama alentador debido al incremento de la cotización del cobre. Así mismo, proyecta que para el 2022 el Producto Bruto Interno (PBI) alcanzaría un aumento del 3.9%. El panorama se ve alentador, pues el (Fondo Monetario Internacional, 2021) también presenta un informe positivo para el Perú, la entidad estima que para el año 2021 el crecimiento del PBI sería del 9%, superando largamente el crecimiento promedio de América Latina que es del 4.1%.

Para (León-Velarde, 2020) expresidenta del CONCYTEC, el Perú ha optado por una posición de mayor inversión en ciencia, tecnología e innovación (CTI), ya que se está destinando entre el 0.15 y 0.2% del PBI para fomentar la investigación, aunque el monto sigue siendo menor que en los países vecinos, en comparación con décadas lo invertido se está incrementando gradualmente. Además, destaca que CONCYTEC en conjunto con el Banco Mundial han puesto en marcha un proyecto de 100 millones de dólares para generar investigación aplicada, con el apoyo de más doctores y por su puesto más laboratorios de investigación en el territorio peruano.

Análisis social

El estilo de vida de la humanidad ha cambiado radicalmente desde que empezó la pandemia por la COVID-19, pues se vio afectada la libre movilidad a través de encierros, reglas de distanciamiento social, cuarentenas y la suspensión total o parcial del transporte. (Hasselwander et al., 2021). Así mismo, el distanciamiento social es un factor significativo para determinar la propagación de esta enfermedad, y el distanciamiento social se ve fuertemente afectado por el comportamiento de viaje local de la gente en las grandes ciudades. (Zhang et al., 2021). En este contexto, la movilidad en bicicleta como forma de transporte sostenible ha ido en aumento, particularmente como resultado de la pandemia de COVID-19 (Oswald Beiler & Ren, 2021). La Organización Panamericana de la Salud, (2020) promueve el uso de la bicicleta ya que puede ser una opción real para mantener una buena salud a mediano y largo plazo, resalta su importancia en los momentos de riesgo de rebrotes a partir de aglomeraciones en el transporte público.

Otro factor que afecta directamente el comportamiento humano en la sociedad es el avance de la vacunación contra la COVID-19, pues en países con un alto porcentaje de inoculación el uso de mascarillas dejó de ser obligatorio como en el caso de Israel, con un 60% de su población vacunada (ABC, 2021). En el Perú, según los informes realizados por (La República, 2021a) el avance de vacunación para julio del presente año supera ligeramente el 10%, lo que presenta un panorama alentador, pues para enero del 2021 el avance era de cero.

Análisis tecnológico

La tecnología aplicada a la bicicleta ha tenido un gran impacto, como resultado se tiene nuevos productos que se adaptan a la necesidad de nuevos tipos de clientes, como las bicicletas plegables para quienes deseen experimentar los beneficios del uso de las dos ruedas, pero no poseen suficiente espacio para poder guardar una en sus domicilios. Otra innovación que se está popularizando en el Perú, es la bicicleta eléctrica pues según (Quiñonez, 2021), jefe del Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la CCL, entre enero y agosto del 2021 se importaron 5524 unidades de este tipo de bicicletas, lo que es un aumento del 45% respecto al mismo periodo en el 2020.

Para esta investigación el análisis tecnológico de interés es la aparición de bicicletas elaboradas a partir de manufactura aditiva, es decir, impresión 3D.

Análisis ambiental

El uso de la bicicleta representa un apoyo para el medio ambiente, pues por un kilómetro recorrido en bicicleta, en lugar de auto, se evita una emisión de 300 gramos de CO₂, además se elimina la emisión de otros gases de efecto invernadero que generan el cambio climático. Otro beneficio, es la reducción de la contaminación del aire, pues los vehículos que funcionan a través de la quema de combustibles fósiles generan residuos de tipo material particulado y estas son las causantes de infecciones

respiratorias, enfermedades cardíacas, cáncer de pulmón, accidentes cerebrovasculares, entre otras. (RPP Noticias, 2020).

Los beneficios se hacen aún mayores si una persona decide reemplazar completamente el automóvil y emplear las dos ruedas como medio de transporte diario, pues dejaría de emitir en promedio unos 2100 kilogramos de CO₂ al año y más de unos 250 gramos de material particulado al aire. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

Análisis legal

Como consecuencia del notable incremento del uso de las bicicletas en el territorio nacional el gobierno peruano promulgo la (Ley N° 30936, 2019) llamada Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible, acompañado del decreto supremo N° 012-2020-MTC. Así en setiembre del 2020 el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) publica el Manual para ciclistas del Perú. Debido a que estas medidas representan un gran cambio, el MTC otorgó plazo hasta el 3 de setiembre del 2021 para adecuarse a la ley, a partir de la fecha establecida se impondrán multas a quienes infrinjan el nuevo reglamento.

Las nuevas medidas optadas por el (MTC, 2020) en el Manual para ciclistas establecen que las bicicletas deben contar con un sistema de frenos, alumbrado delantero y trasero, cintas reflectantes en el marco y llantas como se puede visualizar en la Figura 19.

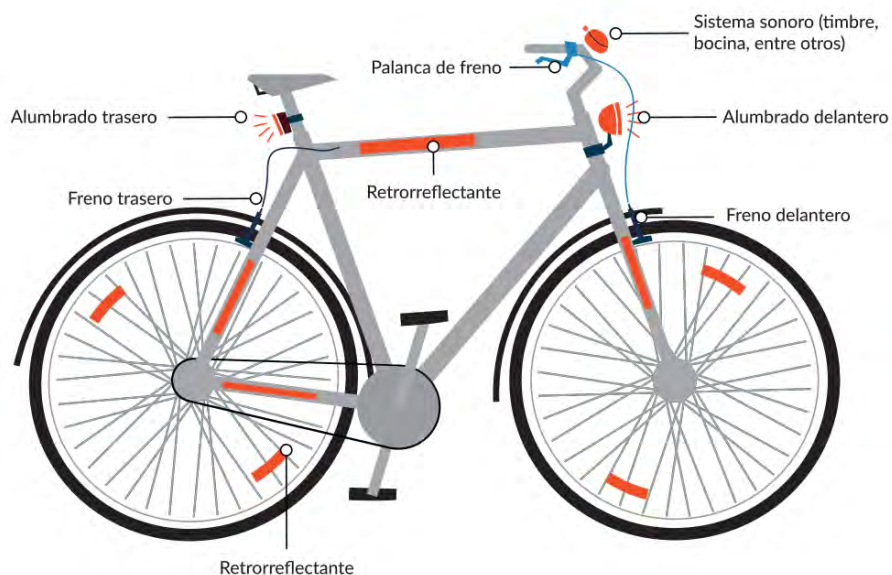


Figura 19: Equipamiento obligatorio para bicicletas

Fuente: (Manual para ciclistas, 2020, p.21)

4.5.2 Análisis de las publicaciones científicas

En la Figura 20 se muestra la distribución del número de publicaciones científicas desde el año 2011 hasta el 2021. Al inicio del periodo mencionado se evidencia el aumento de los estudios realizados en el rubro de la manufactura aditiva para bicicletas, llegando así a su pico en el año 2017 con 7 documentos. Para el año 2018 no se registraron resultados, teniendo una recuperación del interés en el tema para el año 2019 y manteniéndose para los próximos años hasta el 2021.

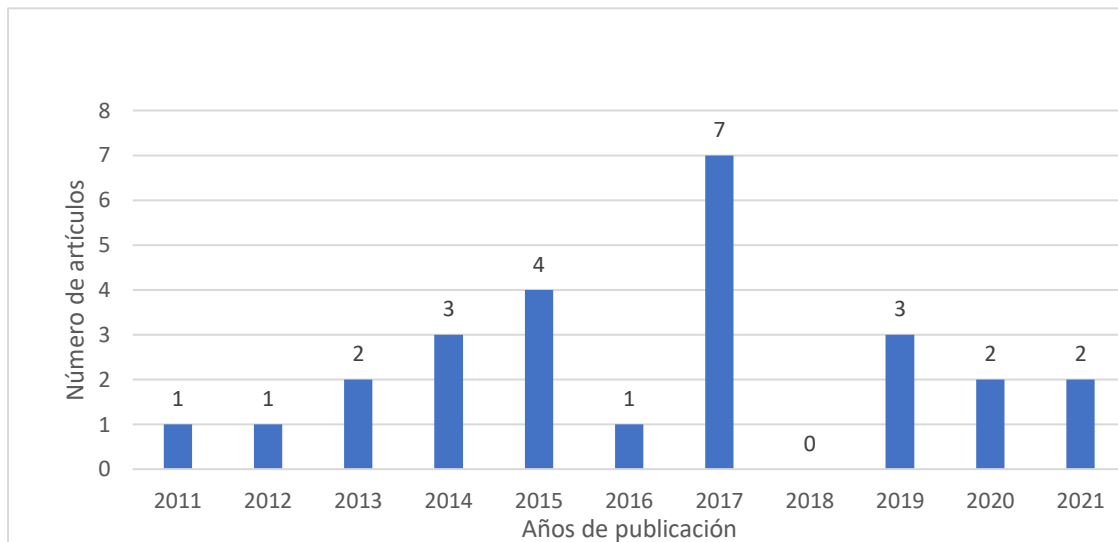


Figura 20: Artículos científicos publicados por año en Scopus

Fuente: (Elsevier, 2021)

Entre los títulos más destacados tenemos la publicación de (Harris, 2013) quién publicó un caso de estudio enfocado en la impresión 3D de partes de bicicletas utilizadas en carreras a partir de plásticos y partículas de titanio. Para el año siguiente (Brookes, 2014) abriría el debate acerca del futuro de las organizaciones que ya se dedicaban a la manufactura aditiva, planteando la posibilidad de incursionar de en el sector de las bicicleta de manera sostenida a través de alianzas e investigaciones en laboratorios. En el mismo año (Nickels, 2014) presentó su investigación acerca de un marco de bicicleta impreso por manufactura aditiva de metales. Es así como se abre el debate si es sostenible económicamente la implementación de esta nueva tecnología o si representa una barrera de entrada a nuevos competidores, este tema fue recogido por (Antin & Pärnänen, 2017) quién a través de un caso de estudio intentaría demostrar la posibilidad de incurrir en la manufactura aditiva con productor reales y viables, puso como ejemplo el cuadro de la bicicleta.

Luego de un año sin investigación sería para el año 2019 donde se presentan nuevos avances como los de (Novak et al., 2019) pues presenta un producto tangible, con un fin específico; un casco aerodinámico para competencias elaborado con impresión 3D. Luego de cinco años, (Nickels, 2019) presentó nuevos resultados, sustentando que la fibra de carbono como insumo para la impresión 3D puede impulsar el

desarrollo de bicicletas, pues permitiría desarrollar un producto más ligero de fácil transporte. Para el año 2020 se tuvo una nueva propuesta por parte de (Sniehotta, 2020) enfocándose a un tipo de bicicleta que emplea correa en lugar de cadena como mecanismo de transmisión, la correa a su vez se monta entre dos ruedas del tipo engranaje que reemplazan a los clásicos piñones, así la investigación plantea como abaratar los costos a través de la manufactura aditiva para elaborar las ruedas sobre la cual trabaja la correa. En el inciso 4.5.7 se expondrá más a detalle las investigaciones mencionadas.

4.5.3 Países con mayor producción científica

En la Figura 21 se observa la distribución por países de las publicaciones científicas, no habiendo un principal investigador en el tema sino una evidente dispersión del interés, enfocado principalmente en países europeos y asiáticos, pues los únicos representantes del continente americano son Canadá y Estados Unidos con una publicación para cada uno.

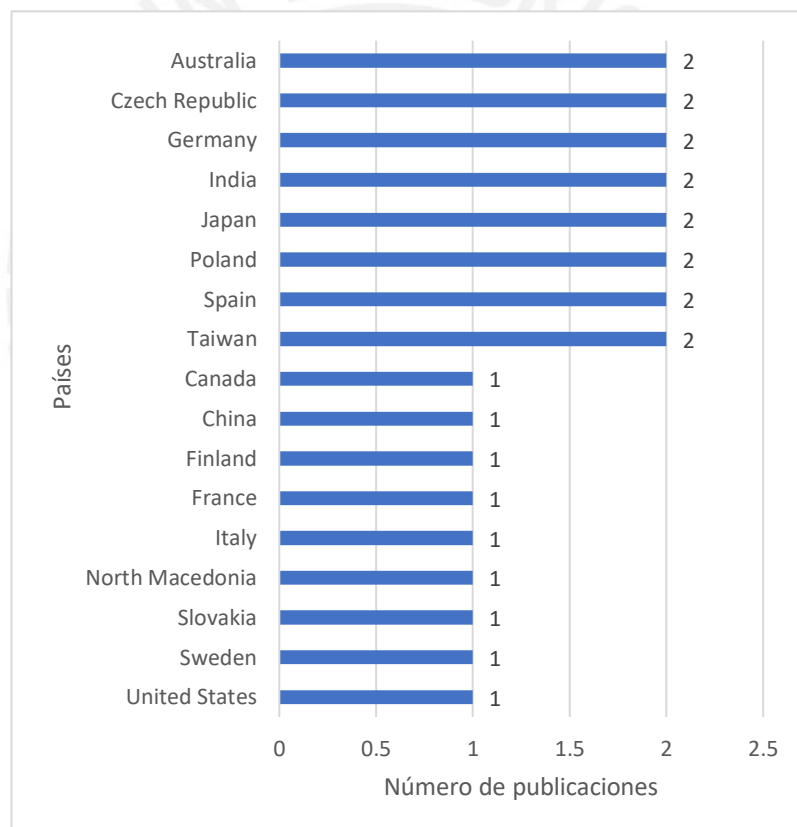


Figura 21: Artículos científicos por países publicados en Scopus

Fuente: (Elsevier, 2021)

La Figura 22 muestra cómo se distribuyeron las publicaciones por año y país desde el 2011 al 2021, siendo los años 2015 y 2017 en los cuales se tiene una mayor diversificación de los países con 6 y 7 participaciones respectivamente. Luego para el año 2018 en adelante existe una baja en el interés y participaciones ya que solo se tiene 2 de países diferentes en los años 2019 y 2020.

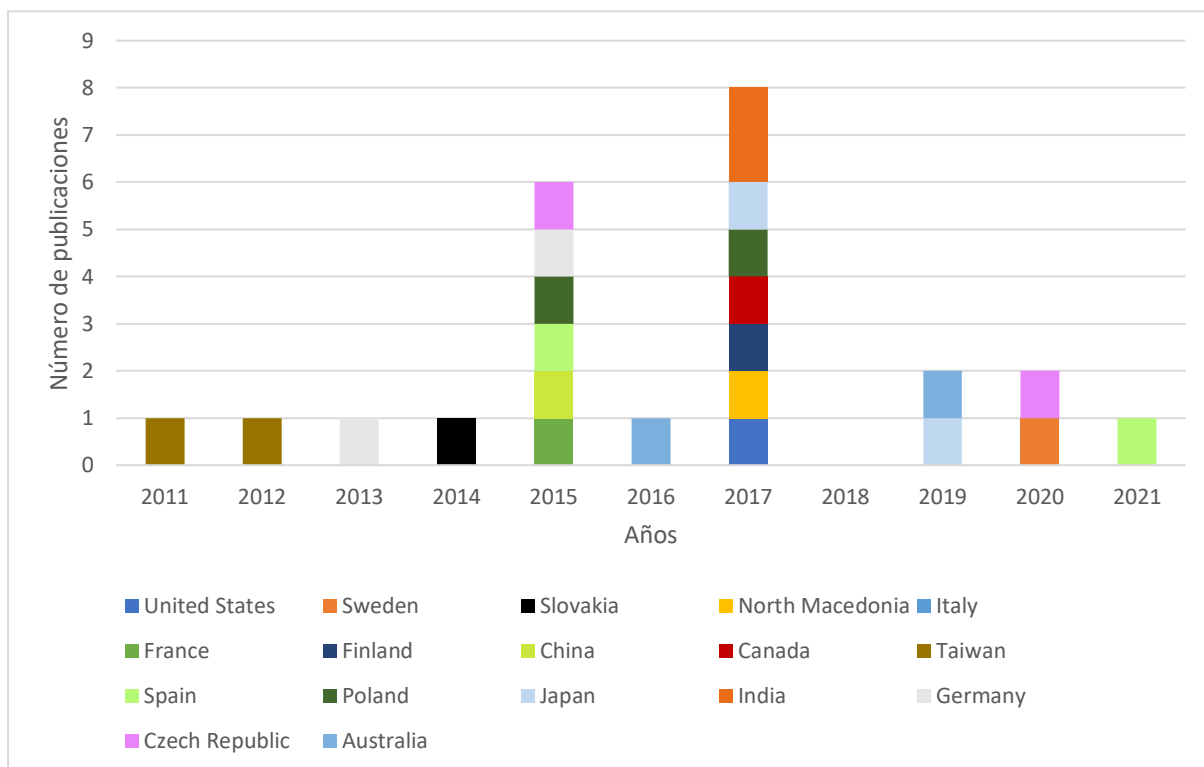


Figura 22: Artículos científicos publicados por país y año en Scopus

Fuente: (Elsevier, 2021)

4.5.4 Organizaciones investigadoras

El análisis realizado sobre las organizaciones participantes en las investigaciones de manufactura aditiva de bicicletas y/o sus partes muestra a las casas de estudio universitarias como las más comprometidas en la exploración de esta tecnología. En la Tabla 7 se muestra el resumen del tipo de organización donde nacen las publicaciones realizadas en los últimos 11 años.

Tabla 7: Organizaciones investigadoras por tipo

| Tipo de Organización | Cantidad |
|----------------------------|----------|
| Universidad | 29 |
| Empresa privada | 5 |
| Instituto | 4 |
| Ministerio del estado | 1 |
| Instituto de Investigación | 1 |

Fuente: (Elsevier, 2021)

A su vez, al analizar la procedencia de las entidades, se encontró que la mayor aglomeración de las mismas se encuentra en India, pues cuenta con 5 organizaciones involucradas, donde destacan 3 universidades y 2 institutos de educación. En la Tabla 8 se muestra el total de entidades que participan por país, siendo los primeros lugares ocupados por países asiáticos y europeos, a excepción de Australia como representante de Oceanía. La participación por parte de los países de América es baja, pues los únicos involucrados son Canadá y Estados Unidos con una entidad para cada uno.

Tabla 8: Cantidad de Organizaciones involucradas en la investigación científica

| País | Cantidad |
|-----------------|----------|
| India | 5 |
| Japan | 4 |
| Spain | 4 |
| Australia | 3 |
| Germany | 3 |
| Taiwan | 3 |
| Finland | 3 |
| Italy | 3 |
| Czech Republic | 2 |
| Poland | 2 |
| Sweden | 2 |
| Canada | 1 |
| China | 1 |
| France | 1 |
| North Macedonia | 1 |
| Slovakia | 1 |
| United States | 1 |

Fuente: (Elsevier, 2021)

En la Tabla 9 se muestra la relación completa de organizaciones investigadoras con sus respectivos países a los cuales pertenecen, para procesar esta información se ha eliminado elementos duplicados pues existe colaboraciones entre algunas de las entidades. Se destaca la presencia del Estado en el caso de Japón, en concreto el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, siendo así el único país registrado donde se muestra ese apoyo estatal.

Tabla 9: Lista de organizaciones investigadoras en manufactura aditiva en bicicletas

| Nombre de la organización | País |
|--|-----------|
| Kammavari Sangha Institute of Technology | India |
| B.I.T Institute of Technology | India |
| K.S. School of Engineering and Management | India |
| R.R. Institute of Technology | India |
| K L Deemed to be University | India |
| Osaka University | Japón |
| University of the Ryukyus | Japón |
| Japan Society for the Promotion of Science | Japón |
| Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology | Japón |
| Universidad Carlos III de Madrid | España |
| Universidad Politécnica de Catalunya | España |
| Universidad de Girona | España |
| Universidad de Jaén | España |
| Monash University | Australia |
| University of Technology Sydney | Australia |
| RMIT University | Australia |
| Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover | Alemania |
| Universität Paderborn | Alemania |
| Continental AG | Alemania |

| | |
|--|---------------------|
| National Chung Hsing University | Taiwán |
| Far East University | Taiwán |
| National Kaohsiung University of Science and Technology | Taiwán |
| Ideas cycles R.y. | Finlandia |
| Tampereen Yliopisto | Finlandia |
| Aalto University | Finlandia |
| Piacentini Ingegneri S.R.L. | Italia |
| BIM Specialist | Italia |
| Alma Mater Studiorum Università di Bologna | Italia |
| VSB – Technical University of Ostrava | República Checa |
| Technická univerzita v Liberci | República Checa |
| Politechnika Poznanska | Polonia |
| Opole University of Technology | Polonia |
| RISE Research Institutes of Sweden AB | Suecia |
| Högskolan i Halmstad | Suecia |
| Concordia University | Canadá |
| Anhui Technical College of Mechanical and Electrical Engineering | China |
| Université de Lorraine | Francia |
| SS Cyril and Methodius University | Macedonia del Norte |
| University of Žilina | Eslovaquia |
| Purdue University | Estados Unidos |

Fuente: (Elsevier, 2021)

Como se ha mostrado en los gráficos y tablas no existe un país u organización dominante en el rubro, pues no hay alguno que presente una cantidad destacada de publicaciones, sin embargo, si existe una mayor colaboración entre las entidades de un mismo país para el caso de India, Japón y España. La dispersión del interés es clara, mayoritariamente en Europa y Asia.

4.5.5 Análisis de palabras clave en VOSviewer

La Figura 23 muestra el análisis de palabras clave resultante en VOSviewer, se identifican 4 clusters; iniciando de izquierda a derecha se tiene al clúster azul orientado a la mecánica de la bicicleta, sigue el clúster naranja al cual denominaremos clúster de manufactura aditiva, muy cerca le sigue el de color amarillo de industrialización e investigación de productos y finalmente el clúster verde de diseño y urbanismo.

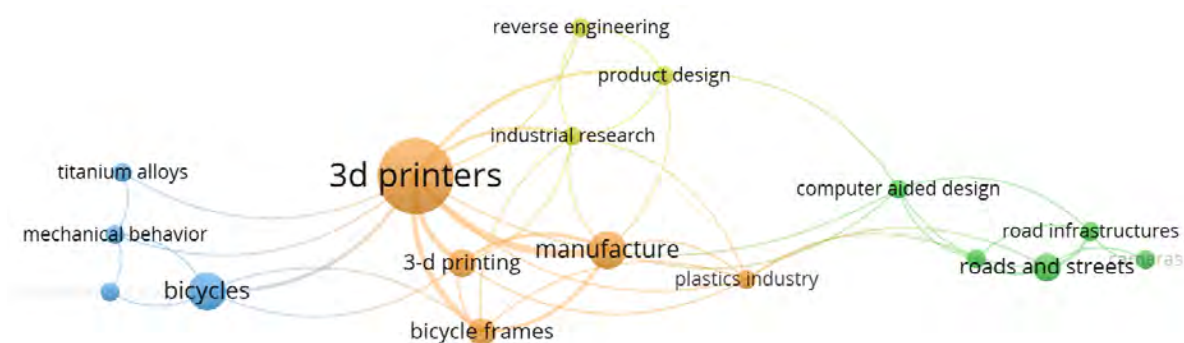


Figura 23: Coccurrencia y relación de palabras clave

Fuente: (Elsevier, 2021) elaborado con VOSviewer

Entre los términos resaltantes tenemos *titanium alloys*, *bicycle frames*, *3D printers*, *product design* y *plastic industry*. Estos términos muestran el interés de la manufactura aditiva y nos dan como acercamiento que el interés puede estar enfocado a las aleaciones de titanio y/o plásticos, con un enfoque en el marco de la bicicleta.

Al someter los nodos y enlaces obtenidos a un análisis en el tiempo, se observa que en los primeros años se tiene interés por estudiar el comportamiento mecánico en conjunto con ingeniería inversa, el interés evoluciona a la manufactura aditiva enfocada en el marco de la bicicleta como producto específico, aproximadamente en el año 2018 se estudian temas relacionados a la industria de los plásticos, se observa que para este punto hay una conexión entre los nodos de *bicycle frame* y *plastic industry*. Para los años más cercanos a la actualidad se investigaron temas relacionados al urbanismo, una posible explicación puede ser la necesidad latente de reorganizar ciudades, considerando ciclovías ante el aumento del uso de la bicicleta.

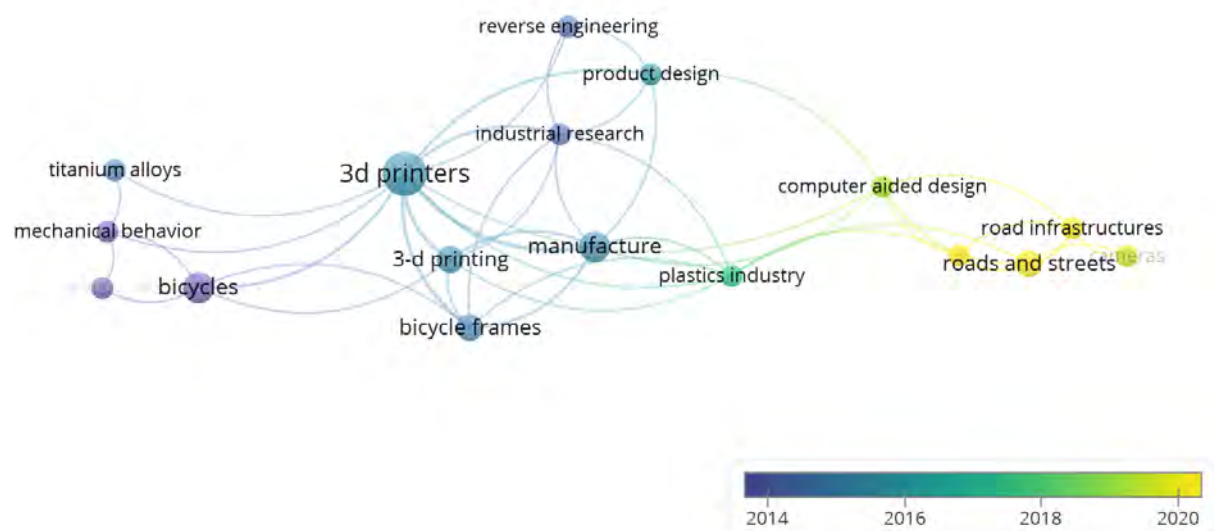


Figura 24: Coocurrencia y relación de palabras clave en el tiempo

Fuente: (Elsevier, 2021) elaborado con VOSviewer

4.5.6 Redes de colaboración en publicaciones científicas

Las publicaciones recuperadas en Scopus se sometieron al análisis de coautoría por países en VOSviewer, para la Figura 25 se tiene como criterio países que tengan al menos 2 publicaciones científicas, teniendo, como resultado la no existencia de colaboraciones entre los involucrados. Por lo tanto, para los países de Japón, Republica Checa, Australia, Alemania, Polonia, India y Taiwán, las publicaciones fueron realizadas individualmente sin colaboración de otros países.

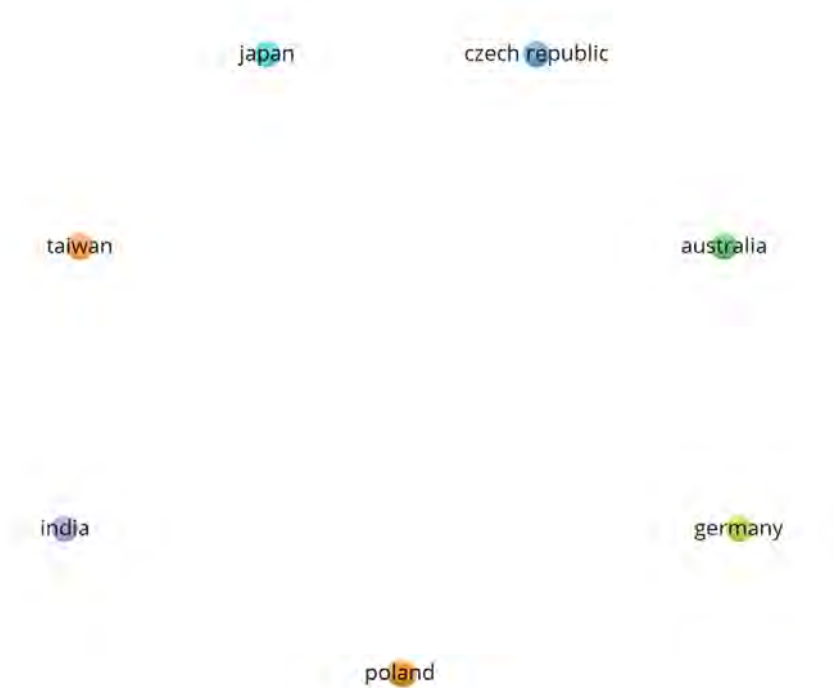


Figura 25: Red de colaboración de países con al menos 2 publicaciones científicas

Fuente: (Elsevier, 2021) elaborado con VOSviewer

El segundo análisis realizado se refleja en la Figura 26 el criterio fue incluir países que tengan al menos un documento publicado, el resultado es la existencia de coautoría entre Francia, España y Polonia, siendo estos dos últimos de mayor tamaño pues cuentan cada uno con 2 publicaciones mientras que Francia solo con una. También existe una colaboración entre Estados Unidos y Canadá, sin embargo, al ser de una sola publicación, fue desestimada por el software.

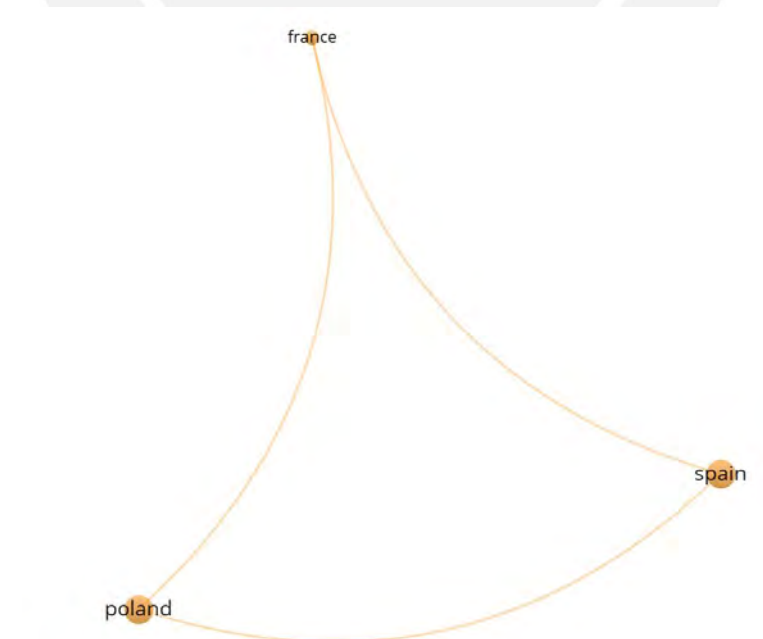


Figura 26: Red de colaboración de países con al menos 1 publicación científica

Fuente: (Elsevier, 2021) elaborado con VOSviewer

También se sometió a análisis la colaboración entre autores, la Figura 27 muestra que no existe una dominación de un único investigador, por el contrario, las publicaciones son realizadas en grupos cerrados. Entre los nombres a destacar por la búsqueda manual realizada está el de Nickles por sus publicaciones citadas anteriormente.

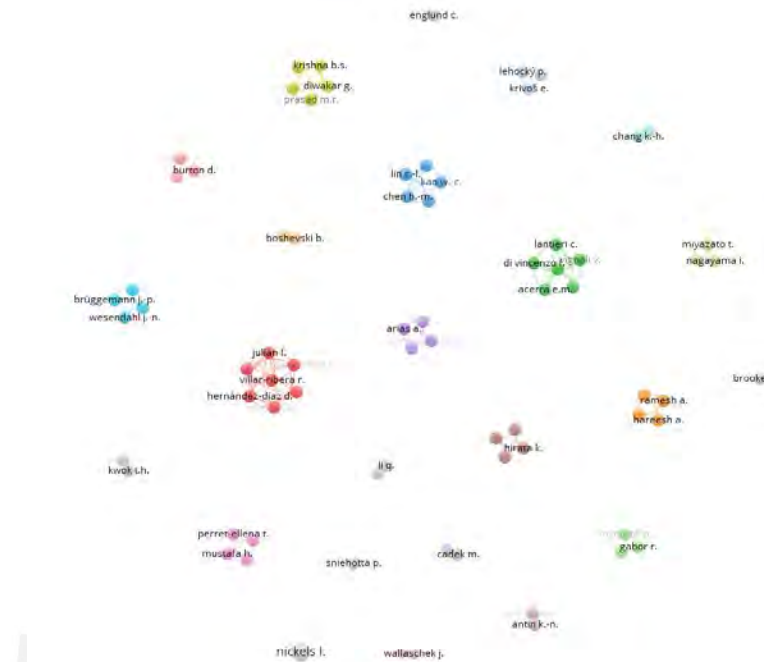


Figura 27: Red de colaboración de autores
Fuente: (Elsevier, 2021) elaborado con VOSviewer

4.5.7 Publicaciones científicas a destacar

(Harris, 2013) empezó su empresa de manufactura aditiva luego de más de una década laborando en 3T RPD, empresa especialidad en la impresión 3D de prototipos funcionales a base de plástico y metales. Harris, desarrolló un soporte de plástico para medidores GPS de rendimiento sujetable al manubrio de la bicicleta, al que denominó Garmin GPS, el cual sería comercializado también en un modelo metálico, específicamente a partir de titanio. El éxito de su invención, lo llevaría a desarrollar otros diseños y productos asociados a las bicicletas, su empresa *RaceWare Direct* sigue operando hasta la fecha de este documento. El producto se muestra en la Figura 28.



Figura 28: Garmin GPS modelo de titanio

Fuente: (Harris, 2013)

El caso de estudio publicado por (Nickels, 2014) titulado “*3D printing the world’s first metal bicycle frame*” es sin duda alguna llamativo desde el encabezado. El documento narra como la alianza británica entre Empyre Cycles, empresa que diseña y produce bicicletas, en conjunto con Renishaw, empresa dedicada a la manufactura aditiva a laser, logró manufacturar un marco de bicicleta funcional. El proyecto inicial consistía en manufacturar el soporte del sillín a partir de polvo metálico de titanio, al lograr este objetivo con rapidez, se propuso construir todo el marco de la bicicleta para un modelo de montaña. Luego de 20 semanas, se produjo el resultado final, la tecnología empleada fue *System Laser Melting* (SLM). Entre los principales hallazgos se obtuvo que la pieza metálica resultante destaca por su peso ligero (1400g), el producto es un diseño completamente funcional de acuerdo al estándar internacional EN 14766, comprobando su resistencia a impactos pues fue puesto a prueba en montaña. De acuerdo a las empresas participantes, esta nueva forma de producción destaca por su flexibilidad, pues no se necesita material pre ordenado lo que permite ensayos del tipo prueba, acierto y error. Además, mencionan que los costos no dependen del método productivo en sí, si no de la cantidad de material a emplear, para este caso en específico, al polvo de titanio en peso. En la Figura 29 se presenta la bicicleta completa.



Figura 29: Bicicleta completa, con marco y soporte de sillín impresos en 3D.

Fuente: (Nickels, 2014)

Otro caso interesante es el propuesto por (Antin & Pärnänen, 2017) en el cual proponen un método de bajo costo, menor a USD 5000, para incursionar en la manufactura aditiva en el mercado de las bicicletas. El método de impresión 3D propuesto es *Fused Deposition Modeling* (FDM), también conocido como Modelación por deposición fundida, en el cual se emplea fotopolímeros PET o PLA. Su propuesta recalca la flexibilidad y alta capacidad de personalización dependiendo del usuario final del producto. Se recomienda que para iniciar en este rubro se empiece por una parte marco, el lugar de toda la estructura, en la Figura 30 se muestra la unión del marco entre el sillín y el marco en sí como el producto diseñado. Además, se señala el proceso por el cual se produjo la pieza, desde el diseño de esta en un software de código abierto para abaratar costos, la impresión, corte, curado y uso final en toda la bicicleta.



Figura 30: Proceso de producción de una pieza por MA en polímeros

Fuente: (Antin & Pärnänen, 2017)

Nuevamente (Nickels, 2019) recoge en otro caso de estudio en el cual la alianza entre empresas estadounidenses genera una innovación para el sector de la MA. En este caso, las empresas Hexcel Corporation y Arevo trabajaron en la elaboración de un marco de bicicleta a base de fibra de carbono. A diferencia de los otros productos propuestos, este presenta una tecnología avanzada, la impresión se da a base de brazos robóticos que pueden maniobrar en 6 ejes. El producto final presenta ventajas como ser considerablemente más resistente que su contraparte de aluminio, sin embargo, los costos son elevados por el uso de la fibra. A pesar de eso, se rescata que el diseño es innovador, mostrando así la alta flexibilidad que da la MA par el diseño de nuevos productos y modelos.



Figura 31: Bicicleta con marco por MA a base de fibra de carbono

Fuente: (Nickels, 2019)

4.6 Desarrollo Etapa 5: Análisis y bibliometría de patentes en manufactura aditiva de bicicletas

4.6.1 Solicitudes de patentes en WIPO

El periodo establecido para analizar las solicitudes de patentes es del 2011 al 2021, sin embargo, para el 2011 no se encontraron resultados, por lo cual el periodo de vigilancia y gráficos resultante comienzan en el 2012. La Figura 32 muestra que para ese año se tuvo un total de 8 solicitudes registradas, para los años posteriores el interés mermaría notablemente pues no superaría esta cifra hasta el 2016. Los posteriores 3 años marcarían el auge pues se tuvieron los números más altos registrados con 19, 14 y 16 solicitudes para los años 2017, 2018 y 2019 respectivamente. Para el presente año se tiene 8 patentes registradas, si bien aún no se termina este periodo, aún se encuentra lejano de la marca más alta de 19.

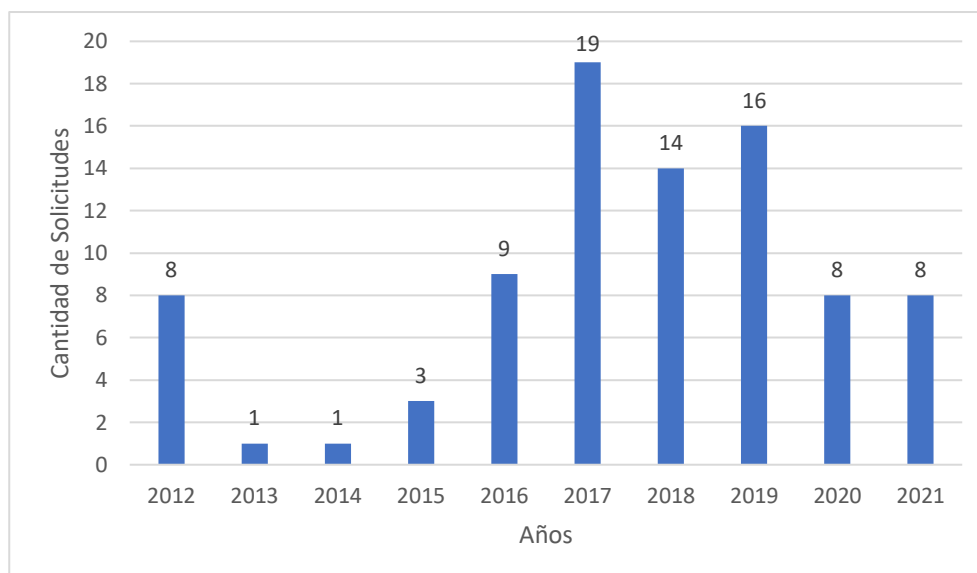


Figura 32: Número de solicitudes de registro de marcas por año

Fuente: (WIPO, 2021)

La Figura 33 muestra la distribución visual por país de donde proviene la solicitud, siendo así el principal solicitante China con 36 registros, lo que representa un 30.77% del total, casi la tercera parte. Le Japón con 16 marcas, si a estos dos representantes asiáticos le sumamos las 8 solicitudes de Corea del Sur, cubren el 51.28% del total registrado en el periodo 2012-2021, marcando así el dominio del continente asiático. Completan las demás patentes registradas representantes europeos como Reino Unido, la Oficina Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés). En comparación del número de investigaciones científicas donde el continente americano tiene una baja participación, la situación cambia para las patentes, aunque solo figuran Estados Unidos y Canadá para el nuevo continente, en conjunto tienen 14 registros, superando así a los países de Oceanía.

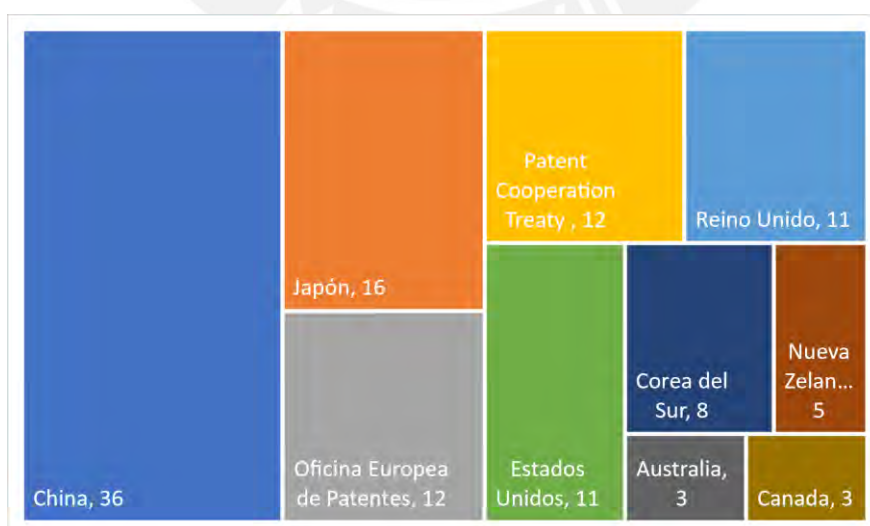


Figura 33: Solicitudes de registro de patentes por país

Fuente: (WIPO, 2021)

4.6.2 Clasificación de las patentes solicitadas

Las patentes reciben una categorización alfanumérica dependiendo del sector tecnológico en la cual se realizan, esta se denomina Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o también IPC por sus siglas en inglés (*International Patent Classification*). La CIP no depende del idioma ni del país, siendo así identificable universalmente solo con el código. Las categorías principales van desde la letra A hasta la H y se expande hasta un cuarto nivel. En la Tabla 10 se muestran las categorías en las cuales se registraron las patentes, se debe tener en cuenta que una patente se puede clasificar en más de una categoría, por lo cual el número de apariciones en los códigos no coincide necesariamente con el número de las solicitudes totales. La clasificación dominante es la B26K con 29 apariciones haciendo referencia a la bicicleta como elemento completo, su marco, sus direcciones, entre otros.

Tabla 10: Categorías de las solicitudes de patentes en WIPO

| Clasificación Internacional de Patentes (CIP) | Descripción | Apariciones |
|---|---|-------------|
| B26K | Bicicletas; cuadros de bicicletas; dispositivos de dirección de bicicletas; controles de terminales accionados por el conductor especialmente adaptados para bicicletas; suspensiones de eje de bicicletas o similares. | 29 |
| B26J | Sillines o asientos para bicicletas; Dispositivos o accesorios auxiliares especialmente adaptados a las bicicletas y no previstos de otro modo, por ejemplo, portadores de artículos o protectores de bicicletas. | 20 |
| A63B | Aparatos para entrenamiento físico, gimnasia, natación, escalada o esgrima; juegos de pelota; equipo de entrenamiento (aparato para ejercicio pasivo) | 15 |
| B62M | Propulsión por el conductor de vehículos de ruedas o trineos; propulsión motorizada de trineos o bicicletas; transmisiones especialmente adaptadas para tales vehículos. | 14 |
| B29C | Conformación o unión de plásticos; conformación de material en estado plástico, no de otro modo; postratamiento de los productos moldeados, por ejemplo, reparación (hacer productos laminados combinando capas previamente desconectadas que se convierten en un producto cuyas capas permanecerán juntas). | 11 |
| B26L | Esquema de indexación asociado con la subclase B29C (trabajo de plásticos; trabajo de sustancias en estado plástico en general), relacionado con artículos particulares. | 7 |
| B32B | Productos estratificados, es decir, productos formados por estratos de forma plana o no plana, por ejemplo, celular o alveolar. | 6 |
| A61B | Diagnóstico; cirugía; identificación, análisis de material biológico G01N (investigar o analizar materiales determinando sus propiedades químicas o físicas). | 4 |
| A63F | Filtros implantables en vasos sanguíneos; prótesis; dispositivos que proporcionan permeabilidad o que evitan el colapso de estructuras tubulares del cuerpo, dispositivos ortopédicos, de enfermería o anticonceptivos; fomento; tratamiento o protección de ojos u oídos; vendajes, apósitos o compresas absorbentes; botiquines de primeros auxilios. | 4 |

| | | |
|------|---|---|
| B62H | Soportes para bicicletas; soportes para aparcar o guardar bicicletas; aparatos que impidan o indiquen el uso no autorizado o el robo de bicicletas; cerraduras integrales con bicicletas; dispositivos para aprender a montar en bicicleta. | 4 |
|------|---|---|

Fuente: (WIPO, 2021)

En la Tabla 11 se expanden las subcategorías del código B62K, siendo la de mayores apariciones la subclasificación B26K 19/00 que pertenece a los marcos de las bicicletas con 19 solicitudes. Este resultado es consistente con el análisis de palabras claves en VOSviewer de los artículos científicos, pues reaparece el término “*cycle frames*”.

Tabla 11: Subcategorías de la clasificación B62K registradas en WIPO

| Subcategoría B26K | Descripción | Apariciones |
|-------------------|--|-------------|
| B62K 19/00 | Cycle frames (marcos de bicicletas) | 19 |
| B62K 21/00 | Steering devices (dispositivos B62K 19/00de dirección) | 10 |
| B62K 3/00 | Bicycles (bicicleta) | 7 |
| B62K 15/00 | Collapsible or foldable cycles (bicicleta plegable) | 1 |
| B62K 23/00 | Rider-operated controls specially adapted for cycles (controles operador por el ciclista adaptado para bicicletas) | 1 |
| B62K 25/00 | Axle suspensions (suspensión de ejes) | 1 |

Fuente: (WIPO, 2021)

4.6.3 Patentes a destacar

(Calabresse Muzzi, 2012) describe un método de producción empleando un molde de dos partes, la materia prima consiste en PET obtenido a través de botellas reciclables. Calabresse menciona que es necesario alrededor de 200 unidades de plástico para la obtención de un marco de bicicleta completo, el material se inyecta a elevadas temperaturas en el molde para obtener la pieza final. En la Figura 34 se muestra el modelado del producto obtenido, se destaca que el costo no recae en el producto en sí, ya que las botellas no son costosas, sin embargo, la inversión en maquinaria es considerable.

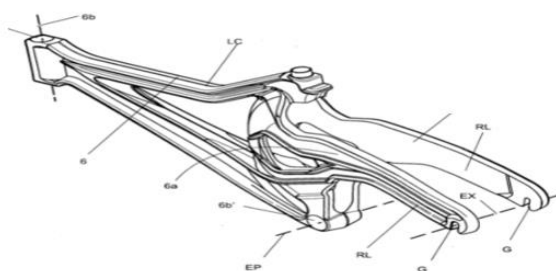


Figura 34: Marco de bicicleta obtenido por inyección en molde

Fuente: (Calabresse Muzzi, 2012)

Otra patente interesante es la de (Park, 2016), quien a través de polvo metálico de titanio o aluminio empleando el método de impresión 3D EBM (fusión por haz de electrones) obtiene un marco de bicicleta completo. La manufactura se realiza en partes, es decir, no se elabora la pieza completa, posterior a la impresión se unen las piezas para formar una estructura única y sólida. Este método permite reducir el peso del producto final, en la Figura 35 se puede observar las 6 partes que conforman el cuadro completo.

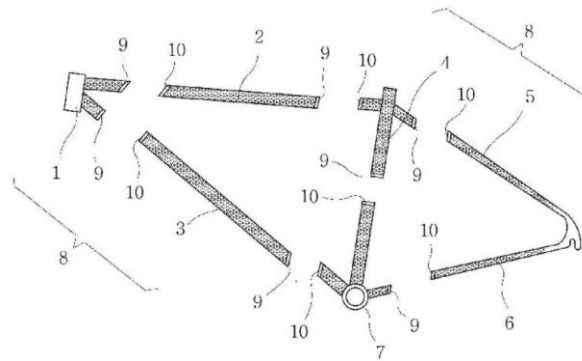
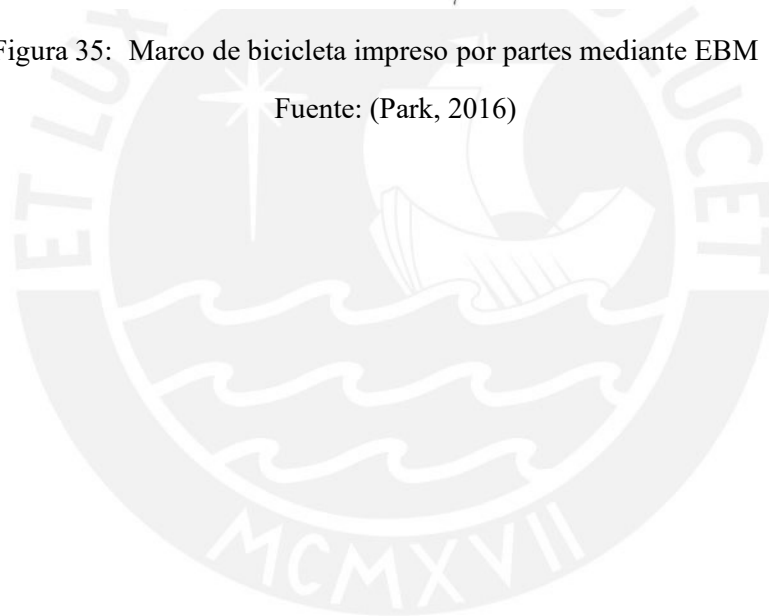


Figura 35: Marco de bicicleta impreso por partes mediante EBM

Fuente: (Park, 2016)



CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Como parte final de la metodología empleada se encuentra el informe de vigilancia tecnológica, para fines prácticos este es la tesis en sí misma, por lo que este capítulo se centrará en las conclusiones respectivas a los objetivos específicos planteados.

El análisis de publicaciones científicas muestra que el Perú no ha sido capaz de realizar producción científica alguna sobre manufactura aditiva de bicicletas o en alguno de sus componentes en el periodo observado del 2011 al 2021. Aunque no es el único país americano en esa situación, pues solo Estados Unidos y Canadá tienen presencia con una publicación cada uno. Dado este escenario, se está cediendo el terreno y oportunidad a los países tanto asiáticos como europeos quienes son los que concentran la mayor cantidad de publicaciones recogidas. Aunque no existe un país predominante en cuanto al número de artículos publicados, si se tiene en cuenta la participación de organizaciones presentes, es India quien obtiene el primer lugar, pues cuenta con 5 organizaciones involucradas, siendo todas casas de estudios, entre universidades e institutos, lo que demuestra la importancia de fomentar la investigación en los centros de educación superior. La posición del Perú es netamente la de un país importador tanto de bicicletas como de sus componentes, siendo que en los últimos 2 años la cantidad de unidades vendidas incrementó considerablemente y en consecuencia las importaciones totales, las cuales vienen en su mayoría de China.

El análisis bibliométrico demuestra que el interés principal de la manufactura aditiva aplicada a bicicletas se centra en el marco de las mismas, existiendo también un interés menor en componentes y accesorios. El hallazgo más resaltante es el un marco manufacturado en su totalidad mediante *System Lases Melting* (SLM) empleando titanio en polvo como, logrando así una pieza completamente funcional, con buenas propiedades mecánicas según las pruebas realizadas en montaña, siendo superior en resistencia y de menor peso con el modelo clásico de aluminio. Otro caso a destacar es la elaboración de una unión entre la vaina superior, el tubo del asiento y el tubo superior del marco, el cual se elaboró por deposición de material fundido (FDM) empleando tanto PET como PLA.

Para el caso de registro de patentes, el panorama para el Perú es similar, pues no existen solicitudes de registros, limitando así la capacidad innovadora en este rubro para la industria peruana. El análisis reveló que el país dominante en las solicitudes de patentes es China, país que provee de la mayor parte de importaciones de bicicletas al Perú, el país asiático representa el 30% de las patentes registradas, tomando en cuenta a Japón y Corea del Sur, el tridente asiático abarca poco más del 50% de las patentes, demostrando así el gran interés por la manufactura aditiva de bicicletas. Trasladando este resultado al ámbito comercial, Perú importa alrededor del 75% de las bicicletas que se ponen en venta desde China,

si el gigante asiático logra posicionar un modelo elaborado por MA, esta dependencia aumentaría, lo que puede desencadenar en un nuevo desabastecimiento como el ocurrido a finales del 2020 y comienzos el 2021.

De acuerdo con el análisis sobre las 113 categorías en las cuales se registraron las patentes recuperadas, se obtiene la dominancia de la clasificación B26K con 29 apariciones, que se refiere a bicicletas, marco de la bicicletas, controles y ejes, al expandir, al profundizar la inspección el resultado muestra que el principal interés radica en la sección B62K 19/00 con 19 registros, la cual se emplea para el marco de la bicicleta. Una de las patentes a destacar es un marco elaborado a partir de plástico PET el cual es inyectado a través de un molde, este caso puede servir para tentar la posibilidad de un marco a través del método de deposición de material fundido (FDM), el cual es empleado para plásticos PET o PLA. Así mismo, se cuenta con una patente que detalla la producción de un marco de bicicleta por fusión por haz de electrones (EBM) empleando aleaciones de polvo de titanio y aluminio, particularidad de este diseño reside que se elabora la pieza en partes para posteriormente soldarla en un producto único. El motivo señalado es el tamaño de la maquinaria, por lo que no se descarta la posibilidad de imprimir el marco completo de contar con el artefacto necesario.

El análisis PESTEL revela que el Perú proyecta un crecimiento económico post pandemia superior a los demás países suramericanos, además cabe la posibilidad que el gobierno de turno concrete un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Investigación, impulsando una mayor producción científica. La población peruana ha mostrado gran aceptación por el uso de bicicletas en medio de la pandemia, además, se puso en marcha la Ley N° 30936 Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. Así mismo, se aprovechó el tiempo de cuarentena para empezar obras de implementación de ciclovías en 23 ciudades del país.

De acuerdo con la información presentada, en conjunto con los resultados obtenidos, se concluye que existen tres materiales que se pueden implementar en los procesos de manufactura aditiva para la producción de bicicletas, para ser precisos, para la producción del marco de la misma, cabe recalcar que el método productivo está ligado a la materia prima a utilizar. El primer material es el polvo de titanio el cual puede ser empleado bajo dos tipos de tecnologías, por fusión selectiva por láser (SLM) o por fusión de haz de electrones (EBM). Siendo el primer método el de mayor potencial al haber concluido satisfactoriamente pruebas de resistencia bajo estándares internacionales. Los otros dos materiales son el tereftalato de polietileno (PET) y ácido poliláctico (PLA), estos dos últimos bajo el método de deposición de material fundido (FDM). Además, este mercado representa una gran oportunidad en el Perú, pues se encuentra aún en crecimiento de acuerdo a las proyecciones de los especialistas en el rubro y porque se están tomando medidas para fomentar el uso de las bicicletas tanto por la vía legal, como en la remodelación de pistas y construcción de nuevas incluyendo ciclovías en estas. No obstante, existe también la amenaza de ser un país dependiente de la producción extranjera, principalmente de China,

ya que no se ha desarrollado investigaciones nacionales en este rubro, lo que puede desencadenar en un aumento de los costos, siendo el comprador el mayor perjudicado.

5.2 Recomendaciones

Si bien existen avances que muestran los nuevos materiales y tecnologías a aplicar en la manufactura aditiva de bicicletas, aún existen incógnitas por resolver como el dimensionamiento de las partes, los costos en los que se deben incurrir para poner en marcha un proyecto, que variables afectarán el desempeño de la bicicleta para el caso del marco elaborado con PLA o PET, pues no se encontraron pruebas mecánicas para este. Además, el Perú se ha quedado rezagado tanto en las investigaciones científicas como en el registro de patentes, es importante que se impulsen investigaciones que puedan servir para el desarrollo de transportes alternativos. Las incógnitas planteadas escapan del alcance de esta tesis, por lo que pueden ser resueltos en futuras investigaciones.



CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3D Printing Industry. (2016). *The Free Beginner's Guide*. <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#08-applications>
- ABC. (2021). *¿En qué países ya no es obligatorio el uso de mascarilla?* https://www.abc.es/sociedad/abci-en-que-paises-no-es-obligatorio-uso-mascarilla-nsv-202105171242_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- Abdul-Mohsin, A. (2016). The relationship between entrepreneurial competencies, competitive intelligence, and innovative performance among SMEs from an emerging country: Competitive intelligence in SMEs. In *IGI Global* (pp. 38–58). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0953-0.ch003>
- Anastasio, R., Peerbooms, W., Cardinaels, R., & Van Breemen, L. C. A. (2019). Characterization of Ultraviolet-Cured Methacrylate Networks: From Photopolymerization to Ultimate Mechanical Properties. *Macromolecules*, 52(23), 9220–9231. <https://doi.org/10.1021/acs.macromol.9b01439>
- Antin, K. N., & Pärnänen, T. (2017). Democratizing composites manufacturing -inexpensive tooling empowers new players. *SAMPE Journal*, 53(4), 6–10.
- Balarezo, D. (2021). *Ventas de bicicletas seguirán en expansión y este año crecerán 20%*. Agencia Andina de Noticias. <https://andina.pe/agencia/noticia-ventas-bicicletas-seguiran-expansion-y-este-ano-creceran-20-831377.aspx>
- Banco Mundial. (2021). *Banco Mundial elevó proyección de crecimiento económico para Perú a 10,3% en el 2021*. El Comercio. <https://elcomercio.pe/economia/peru/economia-peruana-banco-mundial-elevo-proyeccion-de-crecimiento-economico-para-peru-a-103-en-el-2021-pbi-nndc-noticia/>
- Bártolo, P. J. (2011). *Stereolithography* (P. J. Bártolo (ed.)). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92904-0>
- BiciSCOPE. (2018). *CONOCE LAS PARTES DE UNA BICICLETA A FONDO*. BiciSCOPE. <https://www.biciscope.com/partes-bicicleta/>
- Bike Exchange. (2019). *Eligiendo la Bicicleta Correcta*. Bike Exchange. <https://www.bikeexchange.com.co/blog/eligiendo-la-bicicleta-correcta>
- Brookes, K. J. (2014). *European additive manufacturers discuss the future*. 69(2), 33–37. [https://doi.org/10.1016/S0026-0657\(14\)70082-7](https://doi.org/10.1016/S0026-0657(14)70082-7)
- Calabresse Muzzi, J. C. (2012). *TWO-PART METAL MOULD AND INJECTION-MOULDING METHOD FOR PRODUCING AN INTEGRAL BICYCLE FRAME, AND INTEGRAL BICYCLE FRAME MADE OF RECYCLABLE POLYMER*. WIPO. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2012103616&tab=PCTBIBLIO&_cid=P11-KVK4P9-09980-1
- Carrillo-Zambrano, E., Páez-Leal, M. C., Suárez, J. M., & Luna-González, M. L. (2018). Modelo de vigilancia tecnológica para la gestión de un grupo de investigación en salud. *MedUNAB*, 21(1), 84–99. <https://doi.org/10.29375/01237047.2746>
- Castillo, L. (2002). Introducción a la Bibliometría. In *Universidad de Valencia* (Vol. 27, Issue 2, pp. 1–4). <https://www.uv.es/macas/11.pdf%0Ahttp://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893299>

750086%0Ahttp://www.uv.es/macass/T5.pdf%0Ahttp://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/281/337dDoc.csic.es:8080stas.csic.es/index.php/redc/article/view/281/

- Congreso de la República del Perú. (2019). Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. *Diario Oficial El Peruano*, 8–10. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/ley-que-promueve-y-regula-el-uso-de-la-bicicleta-como-medio-ley-n-30936-1762977-4>
- Contreras, L. (2019). *Guía completa: Binder Jetting o Inyección Aglutinante, te lo contamos todo!* 3DNatives. <https://www.3dnatives.com/es/inyeccion-aglutinante-te-lo-contamos-23032016/#!>
- Cruz-Rojas, G. A., Molina-Blandón, M. A., & Valderrama-Vinasco, V. (2019). Vigilancia tecnológica para la innovación educativa en el uso de bases de datos y plataformas de gestión de aprendizaje en la universidad del Valle, Colombia. *Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación*, 9(2), 303–317. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9175>
- Ecco, L. G., Dul, S., Schmitz, D. P., Barra, G. M. de O., Soares, B. G., Fambri, L., & Pegoretti, A. (2018). Rapid prototyping of efficient electromagnetic interference shielding polymer composites via fused deposition modeling. *Applied Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/app9010037>
- Elsevier. (2021). *Scopus [Bibliographic Database]*. Scopus. <https://www-scopus-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/results/results.uri?cc=10&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=eee3c1b85db53c474a4e8c49fc301bc8&sot=a&sdt=a&cluster=cosubtype%2C%22ar%22%2C%2Bscopubyr%2C%222021%22%2C%2C%222020%22%2C%2C%222019%22%2C%2C%222>
- Escorsa, P., & Maspons, R. (2001). *De la Vigilancia Tecnológica y la Inteligencia Competitiva*. Pearson.
- Escorsa, P., & Valls-Pasola, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa* (Edicions U). Edicions UPC. http://discovery.uoc.edu/iii/encore/record/C__Rb1052896__Stransformaci%F3n%20digital__Orighresult__U__X3?lang=spi
- Fernández, B., Pérez, S., & Del Valle, F. (2009). Metodología para la implantación de sistemas de vigilancia tecnológica y documental: El caso del proyecto INREDIS. *Investigación Bibliotecológica*, 23(49), 149–177. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/iibi.0187358xp.2009.49.21393>
- Fondo Monetario Internacional. (2021). *FMI eleva a 9% crecimiento proyectado para PBI peruano en 2021*. Gestión. <https://gestion.pe/economia/fmi-eleva-a-9-crecimiento-proyectado-para-pbi-peruano-en-2021-noticia/>
- Gestión. (2020). *Pandemia del COVID-19 dispara demanda por bicicletas y scooters eléctricos, según Mercado Libre*. <https://gestion.pe/economia/pandemia-del-covid-19-dispara-la-demanda-por-bicicletas-y-scooters-electricos-segun-mercado-libre-nndc-noticia/?ref=gesr>
- Giménez Toledo, E., & Román Román, A. (2001). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: conceptos, profesionales, servicios y fuentes de información. *El Profesional de La Información*, 10(5), 11–20. <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2001/mayo/2.pdf>
- Guevara Córdova, C. H. (2017). *Evaluación de las metodologías de vigilancia tecnológica aplicada por expertos nacionales en el Perú* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12404/9101>
- Harris, M. (2013). 3D printing of plastic and titanium parts for racing bicycles. *Metal Powder Report*, 68(5), 30–32. [https://doi.org/10.1016/S0026-0657\(13\)70172-3](https://doi.org/10.1016/S0026-0657(13)70172-3)
- Hasselwander, M., Tamagusko, T., Bigotte, J. F., Ferreira, A., Mejia, A., & Ferranti, E. J. S. (2021).

- Building back better: The COVID-19 pandemic and transport policy implications for a developing megacity. *Sustainable Cities and Society*, 69(March). <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102864>
- Idacavagec, M. J., & Stansbury, J. W. (2016). 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. *Dental Materials*, 22(1), 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.018>
- IDEXCAM. (2020). *Cantidad importada de bicicletas registró un aumento del 16.82 % en los meses de enero a agosto*. Camara Comercio de Lima. <https://www.camaralima.org.pe/wp-content/uploads/2020/09/Cantidad-importada-de-bicicletas-registró-un-aumento-del-16.82-en-los-meses-de-enero-a-agosto.pdf>
- Isabel Ramirez, M., Escobar Rúa, D., & Arango Alzate, B. (2012). VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA. *GPT Gestión de Las Personas y Tecnología*, 13. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4125290.pdf>
- Kirchebner, B., Rehekampff, C., Tröndle, M., Lechner, P., & Volk, W. (2021). Analysis of salts for use as support structure in metal material jetting. *Production Engineering*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11740-021-01055-1>
- La bicicleta. (2020). *Tipos de bicicleta*. La Bicicleta Magazine & Store. <https://labicicleta.info/tipos-de-bicicleta/>
- La Camara. (2021). *Importación de bicicletas creció más de 1.000% en primer trimestre 2021*. Lacamara.Pe. <https://lacamara.pe/importacion-de-bicicletas-crecio-mas-de-1-000-en-primer-trimestre/>
- La República. (2021a). *Así avanza la vacunación contra la COVID-19 en Perú*. LR Data. <https://data.larepublica.pe/avance-vacunacion-covid-19-peru/>
- La República. (2021b). *Suben las ventas de bicicletas en el mundo, mientras producción aumenta los costos*. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/suben-las-ventas-de-bicicletas-en-el-mundo-mientras-la-produccion-aumenta-los-costos-3132431>
- León-Velarde, F. (2020). *Concytec: “Perú apuesta por más ciencia y tecnología.”* La Cámara. <https://lacamara.pe/concytec-peru-apuesta-por-mas-ciencia-y-tecnologia/>
- León, P. (2021). *Pedalear contra la pandemia*. El Comercio. <https://especiales.elcomercio.pe/?q=especiales/pedalear-contra-la-pandemia-ecpm/index.html>
- Mercado libre. (2021). *Tipos de bicicletas: opciones y modelos para cada necesidad*. Mercado Libre. <https://ideas.mercadolibre.com/ar/bienestar/tipos-de-bicicletas/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Más de 500 kilómetros de ciclovías se implementarán en 23 ciudades del país*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/302223-mas-de-500-kilometros-de-ciclovias-se-implementaran-en-23-ciudades-del-pais>
- Monark. (2021a). *Bicicleta de ruta*. <https://www.monark.com.pe/producto/bicicleta-liv-avail-advanced-pro-2-aro-700-azul/>
- Monark. (2021b). *Bicicleta eléctrica*. <https://www.monark.com.pe/producto/e-bike-monark-emotion-al-aro-20-color-negroazul/>
- Monark. (2021c). *Bicicleta Montañera Monark*. <https://www.monark.com.pe/producto/bicicleta-monark-epic-aro-27-5-color-negrorojo/>
- Monark. (2021d). *Bicicleta Plegable*. <https://www.monark.com.pe/producto/bicicleta-pakaway-1->

color-matte-black-talla/

- Monzón, M., Ortega, Z., Hernández, A., Paz, R., & Ortega, F. (2017). Anisotropy of photopolymer parts made by digital light processing. *Materials*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ma10010064>
- MTC. (2020). *Manual para ciclistas del Perú*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1309978/Manual para ciclistas del Perú.pdf>
- Navidad Llanos, P. A. (2016). *Vigilancia Tecnológica Para Pymes: Caso Aplicado Al Tema De Realidad Virtual* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12404/7180>
- Nickels, L. (2014). *3D printing the world's first metal bicycle frame*. 69(2), 38–40. [https://doi.org/10.1016/S0026-0657\(14\)70083-9](https://doi.org/10.1016/S0026-0657(14)70083-9)
- Nickels, L. (2019). Carbon fiber 3D printing propels bike development. *Reinforced Plastics*, 63(2), 93–96. <https://doi.org/10.1016/j.repl.2018.08.009>
- Novak, J., Burton, D., & Crouch, T. (2019). Aerodynamic test results of bicycle helmets in different configurations: Towards a responsive design. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 233(2), 268–276. <https://doi.org/10.1177/1754337118822613>
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). *En tiempos de COVID-19, el uso de la bicicleta es un imperativo para mantenernos sanos y saludables*. PAHO. <https://www.paho.org/es/noticias/18-5-2020-tiempos-covid-19-uso-bicicleta-es-imperativo-para-mantenernos-sanos-saludables>
- Oswald Beiler, M. R., & Ren, L. (2021). National Assessment of Bicycle Friendliness Using a Spatial Approach: Focus on Universities and Communities. *Journal of Urban Planning and Development*, 147(2). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)up.1943-5444.0000669](https://doi.org/10.1061/(asce)up.1943-5444.0000669)
- Oxford. (2021a). *Bicicleta BMX*. <https://www.oxfordstore.pe/bicicletas/tipo-de-uso/free-style-bmx/bicicleta-gt-aro-20-u-air-black-2021-html.html>
- Oxford. (2021b). *Bicicleta de paseo*. <https://www.oxfordstore.pe/bicicletas/tipo-de-uso/urbanas/ox-26-cyclotour-6v-m-negro.html>
- Park, C. (2016). *BICYCLE FRAME USING 3D PRINTER AND MANUFACTURING METHOD THEREOF*. WIPO. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=KR175615489&tab=NATIONALBIBLIO&_cid=P11-KVK8L6-38657-1
- Peralta Delgado, C. S., & Cárdenas Velásquez, J. I. (2020). *Informe de vigilancia tecnológica: Blockchain*. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12390/2270>
- Pérez, N., Sánchez Rico, A., Guagliano, M., Liscen, D., Lefevre, M. L., & Paz, P. (2015). *Guía nacional de vigilancia e inteligencia estratégica (VeIE)* (Primera ed). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/043/0000043043.pdf>
- Perú Libre. (2021). *Perú Al Bicentenario Sin Corrupción*. Perú Libre. <https://perulibre.pe/plan-bicentenario.pdf>
- Purisaca, R. (2017). La bicicleta, un medio eficiente para enfrentar el caos vehicular de Lima. *RPP*, 1, 1. <https://rpp.pe/lima/actualidad/la-bicicleta-un-medio-eficiente-para-enfrentar-el-caos-vehicular-de-lima-noticia-1077097>
- Quiñonez, O. (2021). *El boom de las bicicletas eléctricas en pandemia tras reapertura de actividades*.

- Agencia Peruana de Noticias. <https://andina.pe/agencia/noticia-el-boom-las-bicicletas-electricas-pandemia-tras-reapertura-actividades-816795.aspx>
- RAE. (2021). *bicicleta*. <https://dle.rae.es/bicicleta>
- Rismalia, M., Hidajat, S. C., Permana, I. G. R., Hadisujoto, B., Muslimin, M., & Triawan, F. (2019). Infill pattern and density effects on the tensile properties of 3D printed PLA material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/4/044041>
- Rivera, Y. (2018). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para identificar oportunidades y amenazas a la producción y exportación de productos peruanos de sacha inchi [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12404/13497>
- RPP Noticias. (2020). *Conoce los beneficios de movilizarte en bicicleta*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/conoce-los-beneficios-de-movilizar-te-en-bicicleta-noticia-1246447>
- Sapate, K. D., & Apte, T. U. (2017). Metal Fabrication by Additive Manufacturing. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 7(1), 9–14. <https://doi.org/10.14741/ijcet/22774106/6.5.2016.24>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2020). *Una persona que cambia el carro por la bicicleta podría dejar de emitir aproximadamente 2100 kilogramos de CO2 al año*. http://ambientebogota.gov.co/web/sda/historial-de-noticias/-/asset_publisher/1RkX/content/una-persona-que-cambia-el-carro-por-la-bicicleta-podria-dejar-de-emitar-aproximadamente-2100-kilogramos-de-co2-al-ano?redirect=http%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fw
- Sniehotta, P. (2020). 3D printed belt wheels for use in design of bicycles. *MM Science Journal*, 2020(March), 3813–3817. https://doi.org/10.17973/MMSJ.2020_03_2019128
- TodoMountainBike. (2011). *Las partes de una bicicleta de montaña, al detalle*. TodoMountainBike. <https://www.todomountainbike.net/mecanica/conoce-las-partes-de-una-bicicleta-de-montana>
- Vidigal, F., Gonçalves, C. A., & Silva, J. R. (2018). Competitive intelligence and innovation capability: An analysis of a world class industry in the automotive industry of heavy vehicles. *Escola de Ciencia Da Informacao Da UFMG*, 23(3), 206–220. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/3176>
- VOSviewer. (2022). *Algunos aspectos destacados de VOSviewer*. <https://www.vosviewer.com/features/highlights>
- Vosynek, P., Navrat, T., Krejbychova, A., & Palousek, D. (2018). Influence of Process Parameters of Printing on Mechanical Properties of Plastic Parts Produced by FDM 3D Printing Technology. *EDP Sciences*, 237, 1–6. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823702014>
- WIPO. (2021). *PatentScope [Bibliographic Database]*. PatentScope. https://patentscope.wipo.int/search/es/result.jsf?_vid=P11-KTHUG7-68108
- Zhang, N., Jia, W., Wang, P., Dung, C. H., Zhao, P., Leung, K., Su, B., Cheng, R., & Li, Y. (2021). Changes in local travel behaviour before and during the COVID-19 pandemic in Hong Kong. *Cities*, 112(February). <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103139>
- Zhao, W., Wang, C., & Zhao, Z. (2019). Bending Strength of 3D-Printed Zirconia Ceramic Cellular Structures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 678(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/678/1/012019>