



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

ESCUELA SUPERIOR DE CIUDAD SAHAGÚN

**MAESTRÍA EN GESTIÓN Y DESARROLLO DE NUEVAS
TECNOLOGÍAS**

TESIS

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA PUESTA EN
MARCHA DE UN CENTRO DE MANUFACTURA ADITIVA:
AUTOPARTES PLÁSTICAS**

**Para obtener el grado de
Maestro en Gestión y Desarrollo de Nuevas Tecnologías**

PRESENTA

L.C.E. Edgar Moisés Ortega Valencia

Director (a)

Dra. Dorie Cruz Ramírez

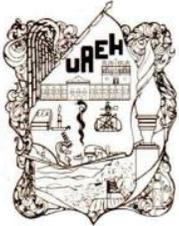
Codirector (a)

Dr. César Mendoza Gómora

Comité tutorial

Dra. Suly Sendy Pérez Castañeda
Dr. Justo Fabián Montiel Hernández
Mtra. Claudia Beatriz Lechuga Canto

Cd. Sahagún, Hgo., mayo 2023.



MTRA. OJUKI DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
 DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 PRESENTE

Por medio de la presente, le informo que en virtud de haber cumplido las modificaciones y correcciones que el grupo de sinodales realizó a la tesis **“Análisis y evaluación financiera de la puesta en marcha de un Centro de Manufactura Aditiva: autopartes plásticas”**, presentada por el Lic. Edgar Moisés Ortega Valencia, con matrícula 152132, de la Maestría en Gestión y Desarrollo de Nuevas Tecnologías, se ha decidido en reunión de sinodales autorizar la impresión de dicha tesis.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

PRESIDENTE	Dra. Suly Sendy Pérez Castañeda	
PRIMERA VOCAL	Dra. Dorie Cruz Ramírez	
SEGUNDO VOCAL	Dr. César Mendoza Gómora	
TERCERA VOCAL	Mtra. Claudia Beatriz Lechuga Canto	
SECRETARIO	Dr. Justo Fabián Montiel Hernández	
PRIMER SUPLENTE	Mtra. María Angélica Barranco Pérez	

Sin más por el momento, reitero a usted mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”
 Cd. Sahagún, Hgo., a 12 de mayo de 2023.

DRA. SULY SENDY PÉREZ CASTAÑEDA
 COORDINADORA DE POSGRADO



c.c.p. Archivo.



Carretera Ciudad Sahagún-Otumba s/n, Zona Industrial Ciudad Sahagún, Tepeapulco, Hidalgo, C.P. 43990
 Teléfono: 52 (771) 71 720 00 ext 5300
 jorge_zuno@uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su magnanimidad y perfección.

A mi Madre, por su amor; a mi Padre, por su sabiduría; a mi hermana, por su guía,
y a mis abuelos por enseñarme el don del trabajo y su legado de integridad.

Al Dr. Raúl Bastida, por su ejemplo, cariño, disciplina y carácter.

A mis mentores: Dr. Jan Krückemeyer, Ing. Sebastián Romo e Ing. Isidoro Massri,

Por la guía, la ejemplar enseñanza y la profunda calidad humana de la Dra. Dorie Cruz.

En especial, por el tiempo y el don de instruir del Dr. César Mendoza Gómora,

ÍNDICE

Resumen	8
Abstract	9

CAPÍTULO 1. CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Introducción	10
1.2. Planteamiento del problema	10
1.3. Justificación	11
1.4. Objetivos de investigación	12
1.5. Pregunta de investigación	13
1.6. Hipótesis	13
1.7. Delimitación y alcance	13

CAPÍTULO II. ESTADOS DEL ARTE

Marco referencial	
2.2. Estudio de mercado de tecnologías de impresión 3D	18
2.3. Tipos de materiales	18
2.4. Software	22
2.5. Makerspace	23
2.6. Infraestructura digital con espacios físicos	24
2.7. Investigaciones aplicadas a manufactura aditiva	30
2.8. Makerspace en la industria de autopartes	33
Marco conceptual	
2.9. Inversión	34
2.10. Proyecto	35
2.11 Proyecto de inversión	36
2.12. Presupuestos	38
2.13. Capital de trabajo	40
2.14. Costos	41
2.15. Cronograma de inversiones	42
2.16. Estados financieros proforma	43
2.17. Estado de Resultados	45
2.18. Balance General	47
2.19. Estado de Flujos de Efectivo	49
2.20. Análisis y evaluación financiera	52
2.21. Ahorro de costos	55

CAPÍTULO III. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	
3.1. Estudio administrativo legal	56
3.2. Estudio técnico	57
3.3. Estudio de mercado	64
3.4. Estudio financiero	68
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	
4.1. Oferta de servicios de valor agregado para la industria	77
4.2. Herramientas para la comercialización, protección y la transferencia del conocimiento	78
4.3. Políticas del negocio	78
4.4. Evaluación financiera	79
CONCLUSIONES	83
Anexos	
Anexo 1. Estudio administrativo legal	87
Anexo 2. Estudio de mercado	95
Anexo 3. Estudio técnico	112
Anexo 4. Estudio financiero	127
Referencias	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aplicaciones de nuevos materiales en manufactura aditiva	16
Tabla 2. Estructura de la industria de manufactura aditiva	17
Tabla 3. Cronograma de inversiones	45
Tabla 4. Distribución de la instalación de Makerspace	65
Tabla 5. Análisis Canvas	67
Tabla 6. Lista de precios de Makerspace	71
Tabla 7. Tipos de equipos considerados para el proyecto de inversión	71
Tabla 8. Flujos de efectivo	83
Tabla 9. Estructura de sueldos con base en el salario mínimo para el estado de Hidalgo a marzo de 2023	94
Tabla 10. Registro de marca “Makerspace Sahagún”	95
Tabla 11. Variables para la segmentación del mercado meta	103
Tabla 12. Análisis de competidores a nivel estado de Hidalgo	105
Tabla 13. Gestión de control de riesgos	105
Tabla 14. Oportunidades	106
Tabla 15. Demanda centrada en las necesidades de la industria local	107
Tabla 16. Centros de manufactura aditiva en Alemania en 2023	111
Tabla 17. Centros de manufactura aditiva en México	111
Tabla 18. Distribución de la instalación de Makerspace	121
Tabla 19. Programa de mantenimiento preventivo de Makerspace	123
Tabla 20. Mantenimiento correctivo Makerspace Sahagún, 2023	124
Tabla 21. Software para el uso de impresoras industriales 3D	125
Tabla 22. Tipo de impresoras industriales	126
Tabla 23. Capital Social de inversión inicial	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Matriz de desarrollo de piezas mecánicas con manufactura aditiva	61
Figura 2. Proceso de manufactura aditiva para Makerspace enfocado a autopartes ..	62
Figura 3. Matriz de valor agregado en manufactura aditiva para la industria	64
Figura 4. Pirámide de innovación acelerada para manufactura aditiva	66
Figura 5. Las fuerzas de la manufactura aditiva 4.0 enfocada a autopartes	69
Figura 6. Inversión general de la puesta en marcha de Makerspace	73
Figura 7. Estado de Resultados proyectado	74
Figura 8. Estado de Flujo de Efectivo proyectado	75
Figura 9. Balance General	76
Figura 10. Desempeño del valor de las acciones de Autozone en la bolsa de valores	79
Figura 11. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) a partir del simulador	82
Figura 12. Estructura organizacional de Makerspace centrada en el cliente	91
Figura 13. Análisis FODA del centro de manufactura aditiva	109
Figura 14. Dimensionamiento del mercado de Makerspace local	112
Figura 15. Mapa de localización de Makerspace	116
Figura 16. Vista frontal del centro de manufactura aditiva	118
Figura 17. Plano con medidas de construcción de Makerspace	119
Figura 18. Vista frontal de distribución de Makerspace	119
Figura 19. Vista lateral de distribución de Makerspace	120
Figura 20. Layout general del centro de manufactura aditiva	122
Figura 21. Inversión inicial del proyecto de inversión	131
Figura 22. Ventas de Makerspace (5 años)	132
Figura 23. Materia prima y materiales.....	132
Figura 24. Gastos de fabricación	133
Figura 25. Costos variables proyectados a 5 años	133
Figura 26. Costos fijos proyectados (anuales)	134
Figura 27. Activos del centro de manufactura aditiva	135
Figura 28. Crédito bancario	137
Figura 29. Amortización del centro de manufactura aditiva	138
Figura 30. Sueldos y salarios (mano de obra)	138
Figura 31. Proyección de mano de obra	139
Figura 32. Estados financieros proyectados	140
Figura 33. Estados financieros proyectados del flujo de efectivo	141
Figura 34. Balance General	142

Resumen

El presente trabajo evalúa la factibilidad financiera de la creación de un Centro de Manufactura Aditiva Makerspace, con inversión en diseño, ingeniería y equipos industriales de impresión 3D, dedicado a la producción de autopartes plásticas para el mercado de refacciones de automóviles. Se presenta el estudio financiero, técnico y de mercado para evaluar la factibilidad financiera del proyecto de inversión, analizando desde la propuesta de valor del servicio de manufactura aditiva, hasta el uso de impresoras 3D enfocadas en plásticos que cumplen los requerimientos para la manufactura de autopartes en la industria en México y para los procesos de aseguramiento de calidad con enfoque al cliente.

Las ventajas de este proyecto de inversión son: complementa procesos de manufactura de inyección de plástico con manufactura aditiva; reduce los costos de inventario de refacciones de baja rotación, fabricando sólo lo que el cliente requiere; incrementa la velocidad de manufactura para la entrega en un tiempo más corto; centraliza la producción de refacciones; beneficia toda la cadena de suministro del mercado automotriz con el uso de la última tecnología de impresión 3D para fabricar de forma local.

Abstract

This paper evaluates the financial feasibility of creating an Additive Manufacturing Center Makerspace, with investment in design, engineering and 3D printing industrial equipment, dedicated to the production of plastic auto parts for the auto parts market. The financial, technical and market study is presented to evaluate the financial feasibility of the investment project, analyzing from the value proposition of the additive manufacturing service, to the use of 3D printers focused on plastics that meet the requirements for the manufacture of auto parts. in the industry in Mexico and for quality assurance processes with a customer focus.

The advantages of this investment project are: it complements plastic injection manufacturing processes with additive manufacturing; reduces inventory costs of low turnover parts, manufacturing only what the customer requires; increases manufacturing speed for delivery in a shorter time; centralizes the production of spare parts; benefits the entire supply chain of the automotive market with the use of the latest 3D printing technology to manufacture locally.

CAPÍTULO I: CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1.Introducción

Con base en la experiencia profesional de los últimos 10 años, México y Latinoamérica desarrollan internamente equipos de ingeniería y diseño enfocados en mejorar procesos para producir mayor cantidad de piezas para la industria, herramientas y moldes, con el objetivo de reducir costos, tiempo de ciclo y optimizar cambios de diseño. En contraste, países como Alemania, Japón e Israel han enfocado sus recursos para desarrollar modelos de negocio basados en ingeniería y diseño, desde subensambles menores hasta complejos diseños para la industria aeroespacial y militar.

Este enfoque local en la maquila ha traído como consecuencias: (1) dependencia del equipo de diseño en el extranjero; (2) know-how de diseño limitado en la industria local; (3) falta de innovación en las cadenas de suministro en la industria en México y Latinoamérica.

Bajo este contexto, la oportunidad radica en enfocar las capacidades de ingeniería y diseño en conjunto con manufactura aditiva para materializar la fabricación de autopartes en un corto tiempo, bajo un modelo de negocio moderno, divertido y estructurado.

1.2.Planteamiento del problema

El limitado acceso a herramientas y nuevas tecnologías para la industria local convierte los servicios de manufactura aditiva, el diseño de piezas mecánicas y los servicios de ingeniería en procesos más costosos, de mayor tiempo en el prototipado y, por lo tanto, poco asequible

para negocios tradicionales enfocados solamente en manufactura la implementación de la impresión 3D, que posibilitaría a las empresas optimizar el uso de tecnologías en impresión 3D con plásticos y metales para diseñar mejores productos y entregar piezas duraderas con base en las necesidades de los clientes finales.

El objetivo de la impresión 3D o manufactura aditiva es materializar una idea en un menor tiempo, diseñar e imprimir componentes el mismo día o realizar pruebas mecánicas a piezas de prototipado rápido sin necesidad de invertir en materia prima costosa, moldes, ni herramientas complejas; sin embargo, la industria se ha limitado en fabricar de manera tradicional discos de freno, bujías o partes plásticas, sin que haya uso de impresión 3D para producir dichos procesos.

En el caso de la industria de refacciones (aftermarket) para industria automotriz, la falta de conocimiento técnico sobre manufactura aditiva ha generado poca especialización local, de ahí que clústeres industriales continúan sus procesos tradicionales que requieren alto consumo de energía y por lo tanto generan altas emisiones de CO₂, por lo anterior la manufactura aditiva tiene una oportunidad para crecimiento en el mercado global a mediano plazo.

1.3. Justificación

El limitado acceso de los centros de manufactura conocidos como “Makespace” o espacios de fabricación, están ubicados en parques industriales o en campus universitarios, esta lejanía hacia el mercado de los negocios tradicionales como refaccionarias, tiendas de accesorios para vehículos y agencias automotrices, hace que la brecha entre el ingeniero que desarrolla el diseño de una autoparte en el laboratorio (in-house) hacia el punto de venta (refaccionarias) sea amplia, compleja y sin comunicación directa con el cliente final, ya sea por confidencialidad, por falta de difusión o simplemente porque los modelos de negocio se basan en tiendas existentes en el mercado y no enfocados en la solución del cliente.

Por ello, invertir en un Centro de Manufactura Aditiva, apoyado en nuevas tecnologías, para acercar el diseño, prototipado y fabricación de piezas de uso final a los negocios tradicionales generará disponibilidad de las piezas de forma casi inmediata (en menos de 24 a 48 horas), a un precio accesible dependiendo del tipo de plástico utilizado, así como la repetitividad de las piezas una vez que se cuente con el diseño en 3D. Además, desarrollar talento especializado en la impresión puede democratizar el uso de la impresión 3D en la vida diaria.

La factibilidad del proyecto depende del posicionamiento, las redes y contactos de clientes potenciales en la industria de autopartes, desde luego de la experiencia del equipo de ingeniería en manufactura aditiva, prueba de ello es el crecimiento sostenido de modelos centrados en un punto de venta de autopartes con un esquema técnico-financiero enfocado en las necesidades y autopartes que el cliente requiera.

1.4.Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar la viabilidad económica y financiera de la puesta en marcha de un centro de manufactura aditiva especializada en autopartes y refacciones, como parte de un proyecto de inversión en Ciudad Sahagún, Hidalgo, México.

Objetivos específicos

1. Formular el estudio de mercado para analizar la puesta en marcha de un centro de manufactura aditiva, con base en la industria local, para resolver la falta de disponibilidad de autopartes en subensambles plásticos de modelos clásicos y/o personalización de autopartes con base en las necesidades del cliente.

2. Formular el estudio técnico con herramientas de administración de proyectos para costear y estructurar los rubros claves del proyecto de inversión.
3. Determinar los presupuestos del análisis del proyecto de inversión del centro de manufactura aditiva aplicada autopartes.
4. Realizar los estados financieros proforma del centro de manufactura aditiva aplicada autopartes.
5. Evaluar la factibilidad y viabilidad del proyecto de inversión a través de analizar financieramente las proyecciones.

1.5.Pregunta de investigación

¿Es viable económica y financieramente la implementación de un centro de manufactura aditiva con base en tecnologías locales para autopartes en Ciudad Sahagún, Hidalgo, México?

1.6.Hipótesis

Por medio del análisis y la evaluación económico-financiera se determina que el proyecto para la implementación de un centro de manufactura aditiva con base en tecnologías locales para autopartes en Ciudad Sahagún, Hidalgo, México, es viable de llevarse a cabo.

1.7.Delimitación y alcance

El presente proyecto se enfoca a determinar la viabilidad económica y financiera de la implementación de un centro de manufactura aditiva, dedicado al diseño de autopartes en la

industria en Ciudad Sahagún, Hidalgo, México, realizando los análisis de mercado, técnico y financiero.

El proyecto se limitará a la implementación de un centro de manufactura aditiva, que consiste en la adquisición de una impresora de calidad industrial en el centro de manufactura enfocado autopartes plásticas.

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE

Para evaluar la factibilidad es importante entender los avances que existen en materia de impresión 3D, para ello se describen áreas específicas donde sus aplicaciones han demostrado tener un impacto tecnológico y financiero en la economía local.

Marco referencial

La impresión 3D o manufactura aditiva en el estado de Hidalgo es conocida en universidades y centros de investigación; sin embargo, la industria si bien conoce de la tecnología, no ha utilizado equipos de manufactura aditiva o impresoras 3D profesionales para facilitar sus procesos de diseño, pruebas y manufactura de autopartes, herramientas, instrumentales para uso con base en necesidades específicas de cada cliente industrial de acuerdo a su giro de negocio

A continuación, se describe la clasificación de manufactura aditiva. Este proceso, como se ha analizado, puede considerarse como la adición de materia prima, usualmente capa por capa, a partir de un modelo 3D, contrario a la manufactura de sustractiva que construye objetos cortando material a partir de un bloque sólido.

Con base en la American Society for Testing and Materials 52900:2015 (ASTM), la manufactura aditiva se clasifica en 7 categorías: (1) inyección aglutinante multicapas; (2) deposición de energía dirigida; (3) extrusión de material; (4) inyección de material; (5) fusión a través de una cama constructiva; (7) laminación capa por capa y (8) fotopolimerización.

En los últimos años, dado el incremento de la demanda de piezas con estructuras de mayor complejidad y la introducción de nuevos materiales, como nanoestructuras, biomateriales, materiales reciclables y concreto para la construcción de adición de capas, ha habido un auge

en utilizar dichos materiales para evaluar la factibilidad de ser utilizados para manufactura aditiva en aplicaciones de uso final.

Las variables a considerar para la evaluación financiera del proyecto de inversión son el uso de energía, la resolución y la velocidad de fabricación, así como el desarrollo de nuevos materiales y su aplicación en la industria.

La tabla 1 muestra aplicaciones de última generación en nuevos materiales mediante manufactura aditiva, que podrían ponerse en marcha para el funcionamiento del Makerspace.

Tabla 1

Aplicaciones de nuevos materiales en manufactura aditiva

Categoría	Material	Proceso (ASTM)	Aplicaciones
Materiales inteligentes	Polímeros con memoria de forma	Fotopolimerización	Actuadores, sensores, joyería y sujeción
Materiales cerámicos	Monómeros curables UV	Fotopolimerización	Protección térmica
Materiales electrónicos	Tinta de nanopartículas de plata; polímero conductor; punto cuántico	Chorro de material	Transistor de película delgada, emisor de antena, resistor, luz que emite diodos
Biomateriales	Tintas funcionales de hidrogeles	Extrusión de material	Ingeniería de tejidos, dispositivos micro fisiológicos cardíacos
Composite materials	PCL (policaprolactona), VeroWhite Plus, TangoBlack Plus, (polímeros Stratasys), nanopartículas de bario-titanio y polietilenglicoldiacrilato	Extrusión de material, inyección de material, fotopolimerización	Sensores, material resistente a las fracturas (aplicaciones médicas), polímeros conductores de electricidad

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2 se describen algunos factores importantes para considerar en la industria de manufactura aditiva.

Tabla 2

Estructura de la industria de manufactura aditiva

Concepto	Tipos
Componentes para Manufactura Aditiva	Hardware, software, servicios
Impresoras 3D	Básicas, industriales
Principales tecnologías	Estereolitografía, FDM, SLS, DMLS, polyjet/inyección de tinta (inkjet), deposición directa de polvos metálicos
Software para diseño	Diseño de software, inspección, impresión y escaneo
Aplicaciones	Prototipos, herramientas y partes funcionales
Sectores	Automotriz, aeroespacial, salud, consumo, electrónicos, energía, otros
Aplicaciones estándar	Moda, joyería, objetos, dental, comida
Materiales	Polímeros, metales y cerámicas
Principales países de consumo de manufactura aditiva en:	
América del Norte	T-MEC: Estados Unidos, Canadá y México
Europa	Inglaterra, Alemania, Francia, Italia, España
Asia-Pacífico	China, Japón, India, Corea del Sur, Singapur
América del Sur	Brasil, Chile, Colombia
África	Sudáfrica

Fuente: elaboración propia.

Para entender la parte de fabricación de prototipos es clave entender el tipo de piezas que se fabricarán y el tipo de soluciones que se pueden ofertar a la industria, para ello se consultó a uno de los principales fabricantes de equipos industriales en Estados Unidos que se encuentra Markforged, que utiliza plásticos especializados para la fabricación de piezas a través de FDM deposición de material fundido.

2.2. Estudio de mercado de tecnologías de impresión 3D

A nivel nacional existen makerspaces especializados en brindar servicio a la industria local, con sólida infraestructura, talento capacitado y robusta experiencia en proyectos industriales, lo que les ha permitido tener acceso a tecnología de última generación, estructuras de negocio sólidas y acceso a crédito con tasas preferenciales, como son 3D Factory MX, TecSol3D y Century 3D.

Con base en la experiencia profesional de los últimos 5 años, en el caso de 3D Factory MX especializado en industria automotriz; en el caso de TecSol3D en industria minera, electrónica y sectores de nicho de mercado, y Century 3D enfocada en industria de ferrocarril, aeroespacial y automotriz, cada competidor ha enfocado su servicio al cliente como la clave de su crecimiento sostenido a largo plazo, si bien los precios son más competitivos que fabricar prototipos en los Estados Unidos y en tiempos mucho más cortos, la tecnología se ha enfocado en las necesidades de clientes locales.

La oportunidad en el centro de manufactura aditiva que se analiza en este proyecto de inversión radica en mantener la calidad de la materia prima y del equipo donde se fabrican las piezas, contar con la trazabilidad de cada pieza y enfoque de trabajo orientado al cliente para apoyar en cada requerimiento según su propia naturaleza.

2.3. Tipos de materiales

2.3.1. Plásticos

Zhan et al. (2020) diseñaron y fabricaron a medida un filamento ABS, que contiene cloruro de paladio (PdCl_2) como precursor del catalizador, que puede ser utilizado en una impresora 3D de fabricación de filamentos fundidos. La impresora 3D cuenta con 2 boquillas, una produce el principal componente de la estructura ABS utilizando un filamento regular,

mientras que la otra considera una capa de ABS + PdC l₂ en un área específica utilizando el filamento seleccionado. La pieza impresa se sumerge en un baño de niquelado electrolítico recubriendo el área seleccionada con fuerte adherencia. Zhan et al. (2020) concluyen que esta tecnología, junto con el revestimiento no electrolítico, da como resultado la metalización selectiva del área, es decir, se genera compatibilidad con la Fundición de Material por Deposición (FDM), sin generar daños a la estructura impresa.

Nichols (2019) menciona que la impresión 3D puede utilizarse para crear prototipos y herramientas que reemplacen partes que de otra forma tomaría semanas en su fabricación, así mismo se pueden remplazar autopartes únicas; por ejemplo, un almacén cuenta con 52,000 diferentes piezas para armar un Porsche y para cada una de ellas se requiere de un herramental especial para fabricar más piezas como ellas. No obstante, la impresión 3D es un proceso más efectivo, que trabaja herramientas de una planta (troqueles, moldes, fixtures, toolings) para fabricar una parte específica, sin contar que se requiere menor maquinaria con lo que se reduce espacio. El diseño de vehículos hechos a la medida o customizados es otra propuesta de valor, por ejemplo, Rolls-Royce está implementando el uso de impresión 3D para desarrollar un catálogo de partes interiores con base en los gustos y preferencias del cliente.

De igual manera, Nichols (2019) considera que entre 30% y 40% de los nuevos clientes elige un modelo disponible en el piso de ventas, en vez de ordenar un modelo customizado o hecho a la medida para el cliente; así que dar la opción de diseñar todo, desde la carrocería hasta la pantalla táctil de entretenimiento, puede generar valor a la industria de automóviles de lujo en formas que el fabricante no tiene idea. La desventaja de este modelo de negocio radica en el tiempo de entrega, que va de 4 a 7 meses para completar el vehículo customizado.

Otras áreas que pueden beneficiarse con el uso de la impresión 3D es el diseño de automóviles más ligeros y eficientes, creación de partes estructurales en forma de rejillas en vez de partes sólidas de aluminio o de diversas aleaciones, estos componentes son suficientemente resistentes y seguros como sus contra partes sólidas, reduciendo su peso en hasta 80%, además no solo reduce peso, también reduce desperdicios y todos los costos de producción

del vehículo de equipo original. Como XEV, una empresa con sede en Hong-Kong, China, que desarrolló un vehículo eléctrico que puede ser impreso en 3 días; no obstante, los asientos, frenos y luces tienen que ser instalados manualmente, mientras que una línea de ensamble moderna puede ensamblar un automóvil completo en un tiempo menor a los 90 minutos y el armado de este vehículo impreso en 3D puede tardar días, semanas o incluso meses.

Propiedades de plásticos

Físicas

Con base a Góngora (2014), la elección de cada plástico es clave para la fabricación de prototipos; a continuación, se enlistan las propiedades de los polímeros:

- Densidad: peso específico que tiene el polímero por unidad de volumen, conocida también como gravedad específica.
- Contracción de moldeo: es una propiedad que al ser moldeados tienden a reducir sus dimensiones al momento de enfriamiento.
- Absorción de agua: significa el incremento del peso cuando se somete a condiciones de humedad.
- Resistencia a la tensión: es la capacidad de oponerse a una fuerza nominal de esfuerzo.
- Elongación: es la máxima extensión que alcanza una probeta, hasta llegar al punto de ruptura después de ser sometido a un proceso de estiramiento.
- Resistencia a la compresión: es la propiedad que presentan todos los plásticos al oponerse a una fuerza que los presiona o comprime hasta obtener su grado de ruptura o deformación.
- Resistencia a la tensión y módulo de flexión: se refiere a soportar un esfuerzo sobre ellos antes de flexionarse.
- Dureza Rockwell: es la resistencia del material a ser sometido a penetradores y carga.

Térmicas

- Ablandamiento: es la temperatura que puede soportar a la deformación, sin que se ejerza esfuerzo mecánico alguno.
- Deflexión: es la que soporta el polímero antes de deformarse, una vez que está sujeto a una carga continua.
- Conductividad térmica: es la cantidad de calor que transmiten los materiales plásticos a través de ellos.
- Flamabilidad: capacidad para generar combustión cuando son expuestos a la flama.
- Calor específico: es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un material plástico en un grado centígrado por unidad de peso.

Eléctricas

- Resistividad volumétrica: oposición que presentan al paso de corriente por unidad de volumen.
- Constante dieléctrica: capacidad de los materiales plásticos para almacenar energía electrostática.
- Resistividad dieléctrica: oposición a la corriente eléctrica, expresada en volts/unidad de espesor.
- Resistencia al arco: tiempo que tardan en soportar la acción de un alto voltaje sobre la superficie, hasta su fractura.

Ópticas

- Índice de refracción: propiedad de desviar la luz cuando se hace pasar a través del polímero.
- Transmitancia: permitir el paso de luz a través de ellos.

Químicas

- Resistencia: son sometidos al contacto con agentes que pueden modificar su estructura química.

2.3.2. Materiales biocompatibles

Keller and Lazareva (2014) analizaron el uso de la nanotecnología para aplicaciones de manufactura aditiva y producción en la industria, por lo que ha sido importante para mejorar productos de consumo, dispositivos médicos, construcción, así como investigación y desarrollo; sin embargo, encontraron que debe evaluarse el riesgo del uso de nano materiales en impresión 3D dadas las regulaciones y los riesgos adversos en la salud de los pacientes que han tenido contacto con el desarrollo de material biocompatibles a nivel nano molecular, por lo que es importante conocer los requerimientos en Estados Unidos, Canadá y Europa ya que cuentan con estándares más sólidos en cuanto a normatividad se refiere.

Las aplicaciones para manufactura aditiva incluyen: (1) prototipado rápido, (2) manufactura, (3) bio-impresión y su uso en industrias como médica, ropa, electrónicos, automotriz y construcción; mientras que los nanomateriales son utilizados en automotriz, química, electrónica, óptica, energía, medio ambiente, pinturas, pigmentos, productos de cuidado personal y dispositivos médicos.

2.4. Software

Wasserfall et al. (2020) comentan que la fabricación híbrida de piezas impresas en 3D con electrónica integrada durante o después de la adición de material es un proceso innovador; sin embargo, encontraron que el enrutamiento de cables de los circuitos para una correcta integración requiere el apoyo de software de diseño apropiado que tenga herramientas para

la fabricación de filamentos fundidos y definir el ancho de la extrusión, espesor de capa de fabricación y nivel de relleno de la pieza, lo anterior lo logró a través de diseñar, enrutar e imprimir los circuitos electrónicos en objetos 3D, por ello se desarrolló un esquema definido en el software de corte para la posición del canal para integrar el cable, por eso los puntos de ruta los establecieron en la representación de vista de previa, aplicando los algoritmos correspondientes de enrutamiento para generar rutas de extrusión de fácil manufactura.

2.5. Makerspace

El reporte de la consultora Ernest & Young sobre Manufactura Aditiva (2019) informa que el 78% ya utiliza la impresión 3D dentro de sus procesos, en las empresas de consumo el 76%, en la industria química el 75% y en el caso de las empresas electrónicas el 71%; por otra parte, en industrias como logística, transportación, construcción, productos industriales, automotriz y ciencias de la vida el rango de uso es del 55% al 68%.

Por otra parte, cuando se analizan los materiales para manufactura aditiva, es importante considerar que la industria de plásticos está desarrollando la siguiente generación de plásticos biodegradables y biocompatibles.

Al respecto, los polímeros se clasifican en dos tipos: polímeros naturales y sintéticos. Los biopolímeros como polisacáridos y proteínas provienen de fuentes renovables o biológicas que comprenden fuentes vegetales, animales, microbianas y marinas; mientras que los polímeros sintéticos, como los poliésteres y polímeros alifáticos, se sintetizan químicamente.

La biodegradación generalmente es catalizada por enzimas y puede involucrar tanto la hidrólisis como la oxidación. Los biopolímeros utilizados en la ingeniería de tejidos, los reemplazos ortopédicos y la ingeniería a nivel celular tienen un impacto, ya que se degradan en ácidos y otros componentes que pueden ser digeridos o eliminados por el cuerpo humano; sin embargo, la fácil adaptación de las propiedades mecánicas, químicas y térmicas durante

su extracción, síntesis o métodos de modificación es una ventaja para ser considerados dentro de la manufactura aditiva.

Por ello, los ésteres, anhídridos, diácidos y amidas cuentan con enlaces hidrolizables débiles que forman la estructura de biopolímeros sintéticos, debido a que son la principal fuente de biodegradabilidad química o enzimática. Los materiales se descomponen en sus unidades de monómeros y son biológicamente aceptables para aplicaciones biomédicas a través de manufactura aditiva (Park, et al., 2020).

Kostakis, et al. (2015) establecen que los centros de colaboración, conocidos también como makerspace, hackerspaces o fab labs, han tenido un incremento durante los últimos años en las principales urbes a nivel global. Estos espacios colaborativos, equipados con herramientas digitales de fabricación y otros equipos, han tenido un impacto para mejorar las prácticas de educación, innovación colectiva y promover un sentido de comunidad resiliente. Durante los últimos años se ha buscado su institucionalización para la educación, el emprendimiento y la innovación, la colaboración entre diseñadores, artistas, artesanos y manufactureros; la combinación de experiencia, actitud y valores han sido de gran utilidad para acelerar los ciclos de innovación, su red de contacto y pruebas para el acercamiento de nuevas oportunidades de negocio.

2.6. Infraestructura digital con espacios físicos

Para Tabares (2019), el compartir tecnología para el desarrollo de bienes tangibles que solucionen requerimientos específicos tiene como objetivo que diversos grupos de interés y las comunidades puedan promover y acelerar la velocidad de la innovación, con este objetivo los “makers” y “manufactureros”, es decir, los ingenieros independientes y los fabricantes desarrollan “openmaker”, por ello se dice que “makerspace o espacio para crear” está conectado a través de tecnologías digitales y su conexión con I+D (Investigación y Desarrollo).

Es decir, nuevas culturas digitales se están promoviendo a través de grupos sociales, cambios sobre temas de propiedad intelectual, software y hardware abiertos (sin restricciones); esta rápida adaptación fuera de la academia e industria abre puertas y posibilidades para el cambio del ecosistema de investigación y desarrollo.

Para Dougherty (2012) y Hatch (2013), estos espacios están orientados para promover la experimentación, prototipado y aprendizaje colaborativo. Para Tabarés-Gutérrez (2015), el término “maker” es relativamente nuevo, que relaciona la filosofía de “hágalo usted mismo” con una cultura enfocada en la apertura, el compartir, el colaborar, promover la creatividad y trabajar en proyectos colaborativos.

Lindtner, Greenspan y Li (2015) comentan que la nueva corriente de fabricarlo localmente y la expiración de algunas patentes en impresión 3D y microelectrónica, así como la apertura de diferentes fuentes de innovación de bajo costo como Rep Rap, Arduino o Prusa, ayudó a consolidar lo que se conoce como “fuente abierta de software“, permitiendo el acceso público a las especificaciones, diagramas y modificación de las licencias libres y promoviendo la educación en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas.

Por su parte, Echeverría (2008) afirma que el uso de plataformas digitales, como “Thingiverse”, “Hackster.io” o de “Instructables”, ha ayudado al acceso a diseños 3D, diagramas, documentación, tutoriales y otras fuentes de gran valor para las comunidades “makers”, permitiendo desarrollar varios objetivos tecnológicos que no pertenecen al modelo clásico de innovación.

Reestructurar diferentes áreas como educación, innovación y emprendimiento para enfrentar retos en la industria 4.0, así como otros esfuerzos como “learning by doing” o “aprenda haciendo”, han ayudado a fondear proyectos, además de rehabilitar y restaurar edificios abandonados en los centros de las principales urbes (Fuchs, Gutiérrez y Exponda, 2019).

Lindtner y Li (2012) aportan otras importantes tendencias hacia la institucionalización en China, especialmente en Shanghai, Nanjing, Beijing, Hangzhou y Shenzhen, que han

apoyado la apertura de espacios colaborativos, conocidos como “XinChenJian”, que significa nuevo centro de trabajo o nueva fábrica.

Para mantenerse competitivas algunas empresas ha establecido los “hubs” de tecnología, donde adoptan prácticas que promueven la cultura “maker”, con enfoque en la reducción de costos y colaboración en el ecosistema de innovación, a través de tecnologías disruptivas como la manufactura aditiva, la inteligencia artificial y el internet de las cosas, para promover los makerspaces como lugares donde industriales y “makers” pueden unirse (Li, 2014).

Países como Australia apoyan los makerspaces a través de planes sólidos para revitalizar la manufactura como “Queensland Advanced Manufacturing”, con planes a 10 años, a través de la promoción de eventos como “BrisMakerFest”, esfuerzos enfocados en promover espacios donde los industriales y los “makers” pueden interactuar.

Mientras que esfuerzos como los de Maker Mile, en el este de Londres, están orientados para establecer sinergias con los ciudadanos, generar impacto orientado a crear comunidad que comparten valores que facilitan acelerar el proceso de innovación, trabajar con redes (tanto físicas como digitales), apoyar a generar nuevas ideas, compartir información y acceso a nuevo conocimiento enfocado en robótica, inteligencia artificial, economía circular, reciclaje y alojamiento, con diferentes motivaciones entre los “makers” y manufactureros.

Por su parte, Dellot (2015) genera el Jet Ckay, que es una plataforma abierta que valida la impresión 3D, servicio relacionado con la digitalización, la analogía, la tradición y tecnología, especializada en cerámicos y que ha desarrollado sus propias herramientas a través del diseño industrial, arquitectura, diseño de interiores y escultura; la mayoría de los emprendedores han estudiado ingeniería o ciencias relacionadas, con estudios previos en arte y diseño.

Niaros, et al. (2017) mencionaron la “fábrica del futuro”, que implica maquinaria, talento, redes y evaluación para el desarrollo de varios proyectos, espacios conectados, utilizando varias plataformas digitales y distintos canales.

Por su parte, Himanen (2002) estableció que el uso de tecnologías disruptivas debe producir un impacto social, con enfoque a proveedor de soluciones a problemas sociales que no propiamente se encuentran en el mercado y que cumplen con el criterio del clásico desarrollo económico.

Gutiérrez y Ezponda (2019) comentan que el término de “fábrica del futuro” está asociado a la automatización, interconexión e inteligencia, como un tipo de fábrica donde la robótica, el internet de las cosas y la inteligencia artificial están alineados para reemplazar el rol de humanos en el proceso de producción. Esta visión está alineada al proceso de digitalización de la industria conocido como el paradigma de la “Industria 4.0”; sin embargo, hay una alternativa que emerge fuera del sistema de innovación tradicional en forma de colaboración y espacios compartidos que son dirigidos por comunidades de “makers” para hacer factible la difusión de tecnología.

Rayna (2021), durante un estudio en diversos makerspaces o “fab labs”, se encontró un enfoque en actividades para la comercialización de productos, no solamente en desarrollar habilidades de tecnología, sino también en comercializar, lo cual resulta clave para los emprendedores, desde cursos de maestría de negocios hasta un programa de manufactura digital, donde se provee información básica de equipos como impresoras 3D, cortadores láser, router CNC, escáner y no digitales, como estaciones de soldadura, herramientas de carpintería y maquinaria para coser; los resultados más notables han sido habilidades para planear, pensamiento creativo, trabajo colaborativo, hablar en público, impresión 3D, fabricar, buscar información, trabajo independiente, sustentabilidad y ética.

Halverson y Sheridan (2014), como resultado de su estudio, mencionan que hay 3 características únicas que definen un makerspace: una organización única y personal, un espacio físico para la comunidad y especializado, así mismo se le atribuye un marco “maker” como actividades enfocadas al aprendizaje; makerspaces como comunidades de práctica y diseño y “makers” como sujetos de participación.

Echeverría (2008) hace referencia que para que el desarrollo suceda es imprescindible la existencia de empresas de I+D (Investigación y Desarrollo) que sepan convertir las propuestas científico-tecnológicas en innovaciones que resulten competitivas en los mercados, es decir, que sean representadas por I+D+E+M+i, es decir, agregando Empresas, Mercados e Innovación, por ello el manual de Oslo afirma que la contabilidad de una presa ha de ser considerada como actividad de innovación en las siguientes inversiones: (a) I+D (Investigación y Desarrollo), (b) transferencia del conocimiento (procedimientos y entrenamiento), (c) mercadotecnia y comercialización.

Bush (1945, citado por Echeverría, 2008) asevera que la “investigación científica vinculada a los desarrollos tecnológicos y a las empresas es la principal fuente de riqueza, progreso económico y competitividad de un país” (p. 612).

Por su parte, Rosenfeld (2014) establece que, aunque en las clases de arte se enseña haciendo “maker”, con el objetivo de construir una perspectiva del entorno, hay algunas que han incorporado prácticas artísticas en el marco constructivista, argumentando que en el arte de hacer es fundamentalmente representar y por lo tanto construye una perspectiva global de aprendizaje, por ello es que los “FabLabs” fueron creados en el Instituto Tecnológico de Massachusetts por el profesor Neil Gershenfeld en 2005, como un ambiente pedagógico que permitiría cada día a la gente resolver sus propios problemas ‘produciendo’ sus propias herramientas/soluciones, en vez que comprar o subcontratar, enfocados en el aprendizaje de los principios de ingeniería, robótica y diseño.

Kneese, et al. (2014) comenta que la impresión 3D está también asociada con sueños futuristas sobre automatización, soslayando la necesidad de requerir al ser humano para la manufactura desde un enfoque capitalista, de esta manera con impresoras 3D se subcontrataría la mano de obra a través de la maquinaria y para el confort es posible fabricar desde casa, para que se tenga tiempo para la persona, ya sean aplicaciones para reducir el desperdicio industrial hasta fabricar órganos artificiales.

Lindtner (2014), en China, menciona la cultura de los makerspaces preexistentes, que iniciaron con los centros de reparación de hardware en las calles, cercanos a las empresas que fabricaban para el mundo, liderados por la necesidad de dar soporte y resolver los problemas en vez de ideales multi-culturales, desde el desarrollo de Pearl River Delta en el sur de China, hasta Futian en Shenzhen donde se encuentra Foxconn, Apple y HP.

Martín (2015) establece que mientras los profesores tienden a enfocarse en formas sobre cómo las herramientas digitales pueden ayudar a los proyectos de estudiantes para fabricar a baja escala, otros están viendo un movimiento mayor con transformación social y económica, desde que se personalizan las herramientas de manufactura, la personalización o customización de los productos en masa, el incremento de la participación en el diseño de software de fuente abierta (donde las empresas abren su diseño a las comunidades de clientes), desde el incremento de las computadoras personales trabajando en las cocheras, hasta transformar la economía global, cambiando dramáticamente el futuro de la manufactura.

Tabarés-Gutiérrez (2018) comenta que Open Maker un caso de éxito. Tiene como objetivo alimentar y acelerar la cuarta revolución industrial para distribuir, descentralizar y colaborar entre los maquiladores y “makers”; desde el inicio ha impulsado modelos de negocio más sustentables, el rol que juega la disponibilidad de espacios locales ha sido clave para reducir costos e incrementar los ingresos para los emprendedores.

Plásticos y metales

Para este proyecto de inversión, por la importancia que tienen las impresoras 3D, se optará por Markforged, con un volumen de construcción de ancho 330mm, fondo 270mm, alto 200mm, mismo que cumple con los requisitos técnicos y de mercado para su aplicación.

2.7. Investigaciones aplicadas a manufactura aditiva

Bio-polímeros en el uso de impresión 3D

Los polímeros derivados de la biomasa se han desarrollado para aliviar el exceso de plástico con base en combustibles fósiles, en recientes avances se ha desarrollado un biopolímero, policarbonato con base biológica (bio-PC) y se ha demostrado su capacidad de procesamiento a través de materia prima de filamentos que mostraron resistencia a la tracción, también de los procesos termoplásticos resistentes al calor y a rayos UV, lo que los hace atractivos para su uso con fines médicos (Park, et al., 2020).

Boyle, et al. (2019) hacen referencia que, aunque los materiales de construcción están limitados por la capacidad de las impresoras, existen avances para imprimir piezas directamente por extrusión de fusión en caliente (PME, por sus siglas en inglés), es decir, materiales en lugar de filamentos. El diseño del cabezal de la impresora PME evolucionó a partir del modelo RRUPE (Rich Rap Universal Pellet Extruder) y se realizaron estudios en donde se sustituyó el cabezal tradicional por un cabezal PME, este se hizo posible mediante modificaciones en la forma del embudo, la presión aplicada al extruido por el tornillo sinfín y el extremo del cabezal, mediante las piezas impresas con la impresora PME, con termoplásticos comunes (<1mm de diámetro).

Se realizó la evaluación del rendimiento de la pieza impresa. Para cada material de construcción, los objetos impresos de PME mostraron propiedades viscoelásticas comparables mediante análisis mecánico a los objetos de extrusión, por parte de filamento FFF (Fused Filament Fabrication, de filamento fundido por sus siglas en inglés), la calidad de impresión resultante, determinada por el análisis dimensional y comparativo en la rugosidad superficial fue menor en los objetos impresos PME, contra la de las piezas impresas en FFF basadas en la uniformidad y estructura de la capa de impresión; además, debido a la menor resolución de impresión, la resistencia a la tracción a granel y los módulos de Young de las piezas impresas por PME eran más bajos. Por lo anterior, los métodos de

impresión PME prometen una oportunidad para proporcionar una plataforma posible para prototipar rápidamente una gran cantidad de materiales termoplásticos (Boyle, et al., 2019).

Por otra parte, Byard, et al. (2019) han realizado estudios en el uso de plásticos reciclados, por ejemplo algunos “FabLabs”, o laboratorios de fabricación, ofrecen fabricación digital distribuida a pequeña escala, que están colaborando en una red que abarca conceptos de economía colaborativa de código abierto, un flujo de inversión enfocado en economía circular, con impresoras 3D industriales capaces de fabricar partículas fundidas o fabricación granular fundida (FPF/FGF) e imprimiendo directamente residuos plásticos.

Por ello, los laboratorios ecológicos pueden actuar como centros de reciclaje para convertir los residuos plásticos en productos valiosos para sus comunidades, por ejemplo, los impulsores financieros de la impresora Gigabot X han demostrado que el equipo es apto para una amplia gama de materiales reciclables para impresión 3D y se ha utilizado para evaluar este potencial económico. Durante ese estudio se analiza la fabricación de equipo deportivo a través del uso de FPF, los costos que se analizan van desde la electricidad para la operación, materiales, factores de capacidad de producción y los resultados han demostrado que la impresión 3D FPF / FGF es capaz de producir con eficiencia energética una amplia gama de productos deportivos de gran valor, los ahorros económicos sustanciales con el uso de plástico triturado de origen local es costeable, rentable y promueve la fabricación basada en economía circular (Byard, et al., 2019).

En otro estudio se analizó la influencia combinada del pre-sinterizado y la infiltración de microestructuras de bronce y propiedades mecánicas de acero inoxidable 420, fabricado en forma aditiva mediante la impresión por chorro de aglutinante, la fabricación de estas piezas de acero inoxidable con diferentes porosidades en el rango de ~6% a ~54% fueron fabricados mediante la tecnología mencionada de impresión por chorro aglutinante, seguida de una sinterización entre 1000 y 1400°C. Inicialmente, durante el pre-sinterizado a los 1150°C, existen evidencias de la formación de partículas de acero inoxidable; posteriormente, cuando el pre-sinterizado alcanza temperatura máxima entre 1300 y 1350°C, las partes se encontraron

con canales de poros abiertos. Finalmente, el pre-sinterizado a los 1400°C permitió cerrar los poros de dichas partes o canales, subsecuentemente de la infiltración del bronce con pre-sinterizado (< 1350°C), se llevaron a cabo con éxito piezas de acero inoxidable con canales porosos abiertos y se presentaron y discutieron sus correspondientes microestructuras y propiedades mecánicas, la infiltración de bronce relativamente más uniforme se pudo lograr para las piezas pre-sinterizadas entre 1300 y 1350°C, debido a la presencia de canales de poros abiertos interconectados en 3D, en comparación con las piezas tal como están construidas.

La combinación de sinterización previa a 1350°C y la subsecuente infiltración de bronce condujeron a un aumento significativo en las propiedades de tracción exhibiendo un límite elástico por tracción de ~647 y ~1053 MPa, respectivamente; por otra parte, las superficies fracturadas indicaron un típico modo frágil de fractura con escisiones en la matriz de acero inoxidable 420, mientras que se observaron hoyuelos y crestas dentro de la fase bronce (Lu, et al., 2020).

En otro estudio, se logra la impresión 3D de poli-éter cetona (PEEK) a temperatura ambiente mediante tecnología tinta directa. El método de impresión por extrusión a temperatura ambiente fue posible gracias a una fórmula única compuesta de PEEK en polvo comercial, PEEK fusionado con epóxico soluble (ePEEK) y cetona. Esta combinación formó un plástico denominado “Bingham”, que podría extruirse utilizado para aplicaciones en la industria. Las muestras iniciales de cuerpo verde eran lo suficientemente fuertes como para manipularse manualmente después del secado. Después de la impresión, el procesamiento térmico a 230°C dio como resultado la reticulación de los componentes de ePEEK para formar una red estabilizadora en toda la muestra, lo que ayudó a evitar la distorsión y el agrietamiento durante la sinterización. La etapa de sinterización final se llevó a cabo a 380°C. Así mismo se encontró que las piezas finales tienen una excelente estabilidad térmica y resistencia a los disolventes, además se encontró que la temperatura de descomposición térmica era de 528°C, superior a la comparada frente a muestras comerciales de PEEK moldeado (Lee, et al., 2019).

2.8. Makerspace en la industria de autopartes

Ciudad Sahagún, Hidalgo, se fundó en 1951 con el respaldo de la firma italiana DINA, como un conjunto habitacional para las empresas paraestatales Diesel Nacional, Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril y Siderúrgica Nacional, que fundaron lo que actualmente es la localidad industrial más importante en el sur del estado de Hidalgo, bajo la estructura de más de 50 empresas se generaron, en 2008, alrededor de 12,000 empleos. Con un desarrollo urbano en este sentido, en 1971 se instaló Sociedad Renault de México para iniciar operaciones en 1979. Con base en el censo poblacional de INEGI 2020, la ciudad tiene una población de 31,737 habitantes.

2.8.1. Manufactura aditiva en Ciudad Sahagún, Hidalgo

La localización más adecuada del Makerspace es a 1 km del parque industrial de Ciudad Sahagún, Hidalgo, a 10 minutos de la zona industrial, junto con empresas como Gerdau Corsa, Greenbrier y Alstom. La cercanía a la industria, a las empresas de transporte, metal-mecánica y automotriz, abre la posibilidad para integrar un centro de manufactura aditiva enfocada en las necesidades locales de las empresas que actualmente se encuentran instaladas en el clúster industrial. La impresión 3D en el estado de Hidalgo se ha difundido por empresas como Astro Mx, Haz 3D Print y Toolbox, emprendedores que la han aplicado desde la fabricación de prototipos con material básico como el PLA, hasta en algunos casos armado de sus propios equipos de manufactura aditiva de escritorio.

Marco conceptual

2.10. Inversión

Realizar inversiones implica considerar desde una perspectiva financiera-técnica, la acción para colocar capital o dinero en una determinada actividad económica, proyecto u operación, con el objetivo de obtener un rendimiento económico a largo plazo, con las variables de riesgo e incertidumbre.

Para GBM Casa de Bolsa (2023), inversión significa no consumir en el corto plazo el capital con el que se cuenta, sino ponerlo a trabajar para que se produzcan más beneficios a lo largo del tiempo.

Esto se puede realizar a través de compra de bienes que incrementan su valor, por ejemplo, materias primas, bienes raíces, criptomonedas o inversiones relacionadas con la compra de acciones, fondos de inversión o ETF Exchange-Traded Fund, por mencionar algunas.

Morales, Morales y Adam (2009) establecen que las inversiones presentan algunas características y estas son: beneficio, tiempo, riesgo, ambiente o contexto donde se realizan las inversiones. A continuación, se describen algunas de las características para la toma de decisiones de inversión.

- Rentabilidad: representa el rendimiento esperado, es decir, se contempla una relación entre el rendimiento esperado y el riesgo asumido: luego entonces, a mayor rentabilidad, mayor riesgo.
- Riesgo aceptado o asumido: con base en el perfil del inversionista se puede manejar la incertidumbre sobre el rendimiento, la inversión y la posibilidad de pérdida del capital invertido. Tal es el caso de los inversores más conservadores, que optan por productos de renta fija o depósitos a plazo fijo, por considerarlos más estables o de bajo riesgo; mientras que otros prefieren instrumentos

financieros de renta variable y otras inversiones cuya rentabilidad sea significativamente mayor.

- Plazos; es el horizonte temporal de la inversión, a corto, mediano y largo plazos; ciertas inversiones extendidas en el tiempo generan mayores rendimientos, un ejemplo pueden ser los bonos a corto plazo, ya que se consideran un instrumento de inversión conservador, es decir, se encuentran cubiertos por algunos países con reglas de operación más sólida.
- Liquidez: significa capacidad de convertir en efectivo los activos con los que cuenta la empresa
- Recuperación: es el periodo, es decir, en cuanto tiempo se podrá recuperar la inversión.

2.10. Proyecto

La palabra proyecto proviene del latín *proiectus*, que a su vez deriva de *proicere*, que significa dirigir algo o alguna cosa hacia adelante. Algunos de las conceptualizaciones de lo que representa un proyecto son: esquema, programa o plan que se hace antes de dar forma definitiva a algo o alguna cosa; así también un proyecto es una intervención deliberada y planificada por parte de una persona o ente que desea generar cambios favorables en una situación determinada (significado, 2017).

Para De la Torre y Zimarrón (2002), un proyecto representa:

El conjunto de elementos relacionados en forma lógica, tecnológica y cronológica que se ejecutan en un periodo determinado y que tiene como objetivo resolver un problema, cubrir una necesidad o aprovechar una oportunidad. Un proyecto tiene costos y beneficios que pueden identificarse (p. 13).

Ahora bien, después de conceptualizar lo que representa una inversión y un proyecto, se conceptualiza que es un proyecto de inversión.

2.11. Proyecto de inversión

Para Morales y Morales (2016), los proyectos de inversión son planes que comprenden la asignación de recursos en activos o actividades que permitan justificar la viabilidad y adecuada recuperación de dicha inversión.

En cuanto a la recuperación de la inversión se consideran a largo plazo (mayor a un año), son de carácter irreversible, comprometen en gran medida los recursos de las organizaciones y personas.

Todos los factores anteriormente descritos incrementan el potencial de formación bruta de capital o ventajas competitivas de las unidades que aplican los recursos como proyectos de inversión (Morales y Morales, 2006).

En concreto, un proyecto de inversión puede generar un producto, un servicio y un resultado. La dirección de proyectos de inversión es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas.

2.11.1. Tipología de los proyectos

Según Sagap (2011), las opciones de inversión se pueden clasificar en tres: dependientes, independientes y mutuamente excluyentes.

- Dependientes: son aquellas que para ser realizadas requieren otra inversión. Un caso particular de proyectos dependientes es el relacionado con proyectos cuyo

grado de dependencia se da más por razones económicas que físicas, es decir, cuando realizar dos inversiones juntas ocasiona un efecto sinérgico en la rentabilidad.

- Independiente: son las que se pueden realizar sin depender ni afectar o ser afectadas por otros proyectos. Dos proyectos independientes pueden conducir a la decisión de hacer ambos, ninguno o sólo uno de ellos. Por ejemplo, la decisión de comprar o alquilar una subestación eléctrica es independiente de la decisión del cambio de herramientas de control de torque en línea de producción.
- Mutuamente excluyentes: como su nombre lo indica, corresponden a proyectos opcionales, donde aceptar uno impide que se haga el otro o lo convierte en no relevante, sea el caso de elegir el tipo de tecnología que se utilizará en un centro de maquinados (torno convencional o un torno automatizado de 5 ejes).

Para esta investigación, el tipo de proyecto de inversión es un proyecto independiente, porque no está ligado a otro tipo de proyecto, por sí solo puede ser considerado viable.

2.11.2. Clasificación de los proyectos de inversión

Morales, et al. (2009) describe 3 tipos de proyectos:

- Proyectos de reemplazo, mantenimiento del negocio: son específicamente las inversiones que implican la reposición de equipos dañados con el fin de continuar con la operación.
- Proyectos de reemplazo, reducción de costos: representan inversiones en equipos obsoletos cuya operación es muy costosa. En este caso la meta consiste en disminuir los costos de mano de obra, de los materiales o de otros insumos.
- Expansión de los productos o mercados existentes: inversiones en instalaciones de tiendas o canales de distribución que permitan ampliar la cobertura de mercados.

- Expansión hacia nuevos productos o mercados: inversiones que producen nuevos productos y/o logren la presencia de la empresa en mercados no atendidos.
- Otros: en esta categoría se clasifican los desembolsos que se utilizan para edificios, oficinas, tecnología para usos diversos y lotes de estacionamiento, ya que estos activos son necesarios para la operación de la empresa.

Para este estudio, el tipo de proyecto a realizar va enfocado hacia la generación de un nuevo producto o mercado, ya que como se mencionó con anterioridad, existe un amplio mercado en la generación de productos a través de la manufactura aditiva.

2.11.3. Los proyectos de inversión para la toma de decisiones

Todo proyecto de inversión analiza el cambio de los ingresos netos, este cambio se obtendrá si prevalece alguna de las siguientes situaciones:

- a) Que la decisión aumente los ingresos y reduzca los costos.
- b) Que la decisión incremente los ingresos más de lo que incrementa los costos.
- c) Que la decisión reduzca los costos más de lo que reduce los ingresos,
- d) Que la decisión disminuya algunos costos, más de lo que aumenta en otros.
- e) Que la decisión incremente algunos ingresos más de lo reduce otros.

Por lo tanto, se expone que una decisión se considera favorable si y sólo si aumentan los ingresos netos.

2.12. Presupuestos

Von Hayekm (2007) afirma que la creación de riqueza (el proceso productivo) no es un proceso puramente físico, ni reducible a una concatenación de simples relaciones causa-efecto. No depende de ningún conjunto de hechos materiales objetivos, sino del

aprovechamiento de la separada y diferente información poseída por millones de actores: información que, a modo precipitado, queda recogida en los precios que orientan las posteriores decisiones.

Con base en Raimond-Kedilhac, et all. (1999), en el análisis económico, todo proyecto evalúa la factibilidad de una entidad productora susceptible de ser afectada al tomar una decisión cualquiera, en tres áreas (ICF): Las relacionadas con los ingresos, con los costos y con aspectos financieros.

Para este proyecto de inversión se enumeran algunas herramientas

2.12.1. Presupuesto de inversión inicial

La mayoría de las inversiones de un proyecto se concentra en aquellas que se deben realizar antes del inicio de la operación. Las que se realizan antes de que el proyecto empiece a funcionar constituyen el presupuesto de inversión inicial, caracterizado por incluir todos los desembolsos anteriores a la puesta en marcha (Sapag, 2011).

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto pueden agruparse en tres tipos: inversiones en activos fijos, en activos intangibles y en capital de trabajo (Sapag, Sapag y Sapag, 2014).

Como lo menciona Hitman (2017), la inversión inicial comprende la adquisición de todos los gastos de capital o activos fijos y gastos operativos o diferidos necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, los cuales se describen a continuación:

- Gastos de Capital (CAPEX): se entiende por activo tangible o fijo, es decir, todo aquello que incrementa la producción, por ejemplo, para una empresa de software pueden ser los servidores, todo lo relacionado a hardware, la compra de licencias, inversiones en patentes, marcas y derechos.

- Gastos Operativos (OPEX): se entiende por costos de mantenimiento e implementación, por ejemplo, las suscripciones basadas en la nube, aplicaciones para optimizar los procesos, comprar soluciones de inteligencia artificial para la toma de decisiones y desarrollo de software para que la maquinaria y equipo funcione correctamente.

2.12.2. Presupuesto de egresos de operación

Para Villalobos (2005), el presupuesto de egresos implica aquellas salidas que se analizan durante el proyecto de inversión, puede ser desde pago a proveedores, rendimiento a accionistas, inversiones de capital o el costo de financiamiento y su implicación en el estado de resultados y balance general.

2.12.3. Presupuesto de ingresos de operación

Para Baca (2004), los ingresos los define como aquellos productos o servicios susceptibles de venta a clientes, por los que la empresa o proyecto de inversión obtendrá un rendimiento, puede ser desde los ingresos por arrendamiento, por ventas de bienes muebles o inmuebles, por la venta de activos tangibles e intangibles, o simplemente por servicios de ingeniería que se prestan al cliente.

2.13. Capital de trabajo

El capital de trabajo, de acuerdo a Baca (2011), está representado por el capital adicional (distinto a la inversión del activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera producción antes de recibir

ingresos; entonces, debe comprarse materia prima, pagar mano de obra directa que la transforme, otorgar crédito a las primeras ventas y contar con cierta cantidad en efectivo para sufragar los gastos diarios de la empresa. Todo esto constituiría el activo circulante. Pero, así como hay que invertir en estos rubros, también se puede obtener crédito a corto plazo en conceptos como impuestos y algunos servicios y proveedores, y esto es llamado pasivo circulante. De aquí se origina el concepto de capital de trabajo, es decir, el capital con que hay que contar para iniciar el proyecto de inversión.

Aunque el capital de trabajo es también una inversión inicial, tiene una diferencia fundamental con respecto a la inversión en activo fijo y diferido, y tal diferencia radica en su naturaleza de circulante.

Para manejar adecuadamente el costo de capital, es clave diferenciar los costos directos de los indirectos, que están relacionados con la inversión inicial. El objetivo económico debe ser mantener niveles eficientes de producción, para ello se requiere conocer los Costos, Insumos y Volumen producido (CIV), es decir, el costo que se tiene al elaborar ese volumen.

2.14. Costos

Ante la toma de decisiones que se analiza en este proyecto de inversión, es necesario dilucidar siempre los costos en que se incurre con la producción de un bien -costos directos- y aquellos costos a los cuales contribuye a descargar la producción de dicho bien, aun cuando éste no los incrementa en lo absoluto -costos indirectos-, ambos tipos de costos son una mezcla de costos fijos y costos variables.

Costos de oportunidad o costos alternativos

Para la ciencia económica, toda opción tiene un costo porque implica el sacrificio de las alternativas restantes, por ello es importante definir costo de oportunidad o costo alternativo,

que se define como el valor del producto que se hubiera obtenido al utilizar los mismos factores en la alternativa más rentable posible.

Para ello se requieren determinar los costos fijos y los variables. Los costos fijos son aquellos en los que se incurre independientemente de cuál sea su nivel de producción o de ventas, por ejemplo, en este rubro se consideran los costos de operación al 100% de la capacidad instalada que, si se hace al 50%, a diferencia de los costos variables que están directamente relacionados con el nivel de producción o de ventas.

2.15. Cronograma de inversiones

Con base en Villalobos (2015), cuando se habla del cronograma, denominado también calendario de inversiones, se refiere a la estimación del tiempo en que se realizarán las inversiones fijas, diferidas y de capital de trabajo, así como a la estructura de dichas inversiones; si existen inversiones de remplazo, entonces habrá que determinar el momento exacto en que se realicen.

Todo proyecto requiere preparar un cronograma de inversiones que señale claramente su composición y las fechas o periodos en que se efectuarán las mismas. Esta herramienta se ejecuta parte o toda la inversión, de tal forma que los recursos no queden inmovilizados innecesariamente en los periodos previstos. Este calendario de inversiones deberá ser revisado anualmente y en el caso de disponer de mayores recursos.

En la tabla 3 se describen las principales inversiones, siendo la instalación y la adquisición de maquinaria y equipos los más importantes financieramente para el inicio de la depreciación y amortización del proyecto de inversión en materia fiscal, con base al Código Fiscal de Federación.

Tabla 3

Cronograma de inversiones

Inversión	2023	2024	2025	2026	2027
Construcción en terreno	X	X			
Instalación hidráulica		X			
Instalación eléctrica		X	X		
Compra de maquinaria		X	X		
Compra de herramientas		X			
Instalación y puesta en marcha			X		
Racks materiales			X		
Mejoras posteriores a la apertura				X	X

Fuente: Elaboración propia.

2.16. Estados financieros proforma

Los estados financieros proforma ayudan a tomar en cuenta el comportamiento en materia financiera de una organización en un tiempo determinado, preferentemente a 5 años. Para realizar estos estados financieros primero se debe comenzar con estados financieros reales, considerando el periodo previo al presupuestado; haciendo uso de supuestos considerando la experiencia y el comportamiento de rubros como cobranza, inventarios, proveedores, ventas, gastos, productos financieros, entre otros, la información servirá para presupuestar el balance general, estado de resultados y flujo de efectivo.

A continuación, se definen los estados financieros proforma.

Para Perea, Castellanos y Valderrama (2016), “los estados financieros proforma presentan una proyección del efecto causado por las operaciones de la empresa, cuantificando las metas y objetivos organizacionales de la entidad, con el propósito de alcanzar su evaluación a corto, mediano y largo plazo” (p.124).

Los estados contables proforma exponen de manera sistemática los resultados de la ejecución de un presupuesto integral de la entidad y cuyas cifras reflejan los efectos esperados en un tiempo determinado (Mallo, 2008; citado por Perea, et al., 2016).

Por su parte, Vélez y Dávila (2011) expresan que esta clase de estados financieros permite a los interesados evaluar las consecuencias futuras de las decisiones financieras de la entidad, siendo adecuados para anticiparse a hechos prospectivos, favoreciendo un escenario para el análisis de la utilidad o contrariedad de las alternativas de decisión.

Los estados financieros proforma, son también conocidos como estados financieros proyectados o presupuestados. Para Méndez (2008):

Constituyen el producto final del proceso de planeación financiera de una empresa; este proceso es muy importante en todas las empresas independientemente de su tamaño y llevarlo a cabo implica considerar el entorno en el que habrán de desarrollarse las operaciones en el futuro: tasa de inflación, tasa de interés, participación de mercado, competencia, crecimiento de la economía, etc. Adicionalmente, la apertura comercial obligará a las empresas mexicanas a considerar un mayor número de variables respecto de la competencia y el mercado que pretenden cubrir con los bienes y servicios que ofrecen al consumidor (p. 35).

En resumen, los estados financieros proforma son considerados como proyecciones financieras del proyecto de inversión. A continuación, se describe el estado de resultados, el balance general y el flujo neto de efectivo.

2.17. Estado de Resultados

El estado de resultados es un documento contable que muestra la situación de la empresa a un periodo determinado. Westerfiel (2012) lo define de la siguiente manera:

Mide el desempeño durante un periodo específico, por ejemplo, un año. La definición contable de utilidades es ingresos menos gastos, igual a utilidades. Si el balance general es como una fotografía instantánea, el estado de resultados es como un video que registra lo que las personas hicieron entre dos fotografías instantáneas. Por lo general, el estado de resultados incluye varias secciones. La sección de operaciones registra los ingresos y gastos de la empresa provenientes de las operaciones principales. Una cifra de particular importancia es la de utilidades antes de intereses e impuestos (EBITDA, por sus siglas en inglés), que resume las utilidades antes de impuestos y costos de financiamiento. Entre otras cosas, la sección no operativa del estado de resultados incluye todos los costos de financiamiento, como los gastos por intereses (p. 23).

Otra definición establece que el estado de resultados o estado de ganancias y pérdidas es un reporte financiero que muestra de manera detallada los ingresos obtenidos, los gastos “en el momento en que se producen y el beneficio o pérdida que ha generado la empresa en un período de tiempo, con el objeto de analizar dicha información y tomar decisiones con base en ella. Además, brinda información sobre el desempeño del ente que sea útil para predecir sus resultados futuros” (Jauregui, 2017, p. 1).

Los conceptos antes mencionados se refieren al control que deben tener las empresas para poder conocer los ingresos y gastos de la empresa y con ello determinar sus utilidades; sin embargo, es necesario que se realicen proyecciones y de esta manera calcular por varios periodos el comportamiento futuro. Según Baca (2013), el número de años va a depender de la clase de empresas que se analice y realizar las proyecciones lo más real posible. Para realizarlos se debe tomar en consideración elaborar programas de inversión, determinar la

estructura financiera del proyecto, considerar las fuentes y condiciones de financiamiento, la estimación de los ingresos y gastos del proyecto que se desee realizar.

Según Jauregui (2017), los elementos principales de un estado financiero se agrupan de la siguiente manera.

- Ventas: es el primer dato que aparece en el estado de resultados. Debe corresponder a los ingresos por ventas en el periodo determinado.
- Costo de ventas: este concepto se refiere a la cantidad que le costó a la empresa el artículo que está vendiendo.
- Utilidad bruta: es la diferencia entre las ventas y el costo de ventas. Es un indicador de cuánto se gana en términos brutos con el producto, es decir, si no existiera ningún otro gasto, la comparativa del precio de venta contra lo que cuesta producirlo o adquirirlo según sea el caso.
- Gastos de operación: en este rubro se incluyen todos aquellos gastos que están directamente involucrados con el funcionamiento de la empresa, como por ejemplo, servicios de luz, agua, renta, salarios, etc.
- Utilidad sobre flujo: es un indicador financiero que mide las ganancias o utilidad que obtiene una empresa sin tomar en cuenta los gastos financieros, impuestos y otros gastos contables que no implican una salida de dinero real de la empresa, como son las amortizaciones y depreciaciones.
- Depreciaciones y amortizaciones: son importes que de manera anual se aplican para disminuir el valor contable a los bienes tangibles que la empresa utiliza para llevar a cabo sus operaciones (activos fijos), por ejemplo, el equipo de transporte de una empresa.
- Utilidad de operación: indica la ganancia o pérdida de la empresa en función de sus actividades productivas.
- Gastos y productos financieros: son los gastos e ingresos que la compañía tiene pero que no están relacionados de manera directa con la operación de la misma, por lo general se refieren montos relacionados con bancos, como el pago de intereses.

- Utilidad antes de impuestos: este concepto se refiere a la ganancia o pérdida de la empresa después de cubrir sus compromisos operacionales y financieros.
- Impuestos: contribuciones sobre las utilidades que la empresa paga al gobierno.
- Utilidad neta: es la ganancia o pérdida final que la empresa obtiene resultante de sus operaciones después de los gastos operativos, gastos financieros e impuestos.

De acuerdo con Baca (2013), la estructura de estos estados financieros es la siguiente:

	Presupuesto de ingresos por ventas
Menos:	Presupuesto de costos de producción.
Igual:	Utilidad bruta.
Menos:	Presupuesto de gastos administrativos y de ventas.
Igual:	Utilidad de operación.
Menos:	Presupuesto de gastos financieros.
Igual:	Utilidad antes de ISR y PTU.
Menos:	Presupuesto de impuestos sobre la renta y reparto de utilidades.
Igual:	Utilidad neta.

2.18. Balance General

El balance general es un documento contable que muestra los derechos y obligaciones de la empresa, a continuación se presenta la definición de algunos autores.

El balance general de acuerdo con Westerfiel (2012):

Es una fotografía instantánea (tomada por un contador) del valor contable de una empresa en una fecha especial, como si la empresa se quedara momentáneamente inmóvil. El balance general tiene dos lados: en el lado izquierdo están los activos, mientras que en el derecho se encuentran los pasivos y el capital contable. El balance general muestra lo que la empresa tiene y la manera en que se financia. La definición contable en que se basa el balance general y que describe su equilibrio es: activos es igual a pasivos más capital contable. Cuando se analiza un balance general, el administrador financiero debe tomar en cuenta tres aspectos: liquidez, deuda y capital, y valor y costos (pp. 20-21).

En la enciclopedia económica (2019) se define al balance general como “un estado financiero que brinda información sobre los activos, pasivos y patrimonio neto de una empresa, durante un periodo de tiempo determinado” (p.1).

A manera de resumen, el balance general tiene como finalidad mostrar los activos (derechos) y pasivos (obligaciones) de una empresa y con ello conocer el patrimonio de la misma.

De acuerdo con la enciclopedia económica (2019), un balance contiene tres elementos: activos, pasivos y patrimonio.

Los activos son aquellas posesiones o propiedades de la empresa, a su vez estos pueden ser:

- Activos corrientes, siendo aquellos que pueden ser transformados en dinero a corto plazo (efectivo, cuentas por cobrar, entre otros).
- Activos no corrientes, que son posesiones de la organización fundamentalmente para el desempeño de sus actividades. Suelen sufrir depreciación (inmuebles, inversiones a largo plazo, entre otros).
- Los pasivos, que son las obligaciones, deudas o compromisos que tiene la empresa y pueden ser:
 - a. Pasivos corrientes, representado por aquellos que la organización debe cancelar en un corto periodo de tiempo, generalmente menor a un año (rentas, deudas, etc.).

- b. Pasivos no corrientes, que son aquellos que la organización debe cancelar en un largo periodo de tiempo (créditos bancarios, préstamos a largo plazo, etc.).
- Patrimonio, comprendido por el capital, las utilidades retenidas, utilidades del periodo anterior y, en algunos casos, las reservas legales.

2.19. Estado de Flujos Netos de Efectivo

Se considera que un flujo neto de efectivo es un término contable el cual tiene como finalidad describir cada uno de los movimientos de dinero refiriéndose al ingreso y considerando los gastos en un lapso de tiempo, pero ¿qué es el flujo de efectivo? De acuerdo con Castro (2015), “es el movimiento de dinero que se presenta en una empresa, es la manera en que el dinero es generado y aprovechado durante la operación de la misma” (p.1). Este autor considera que existe un ciclo que establece salidas de efectivo refiriéndose al costo por producir bienes y servicios, eso se ofrece a los clientes y ello, al pagarlos, la empresa obtiene dinero y con ello se generan ganancias.

Toda organización requiere de contar con información veraz, oportuna, para ello es necesario conocer los flujos de efectivo para el manejo adecuado de su liquidez y controlarlos para no carecer de ellos y tener suficientes recursos para cumplir con sus obligaciones a corto, mediano y largo plazo; existe un documento contable llamado flujo de efectivo, el cual controla las entradas y salidas de dinero. A continuación, se define el estado de flujo de efectivo:

De acuerdo con Westerfiel (2012):

El estado de flujos de efectivo ayuda a explicar los cambios en el efectivo contable; es de gran utilidad para comprender los movimientos de efectivo. El primer paso es determinar las actividades de operación, comprendiendo en ella el resultado de las actividades normales de la empresa para producir y vender bienes y servicios. El

segundo paso es determinar las actividades de inversión, como son la adquisición de activos. El paso final es determinar las actividades de financiamiento, ejemplo de ellas son los pagos netos efectuados a los acreedores y propietarios (excepto los gastos por intereses) durante el año (p. 32).

Castro (2015) lo define como:

Uno de los estados financieros básicos que informa sobre las variaciones y los movimientos de efectivo y sus equivalencias en un periodo dado; muestra el efectivo que ha sido generado y aprovechado en las actividades operativas, de inversión y financiamiento de la empresa (p.1).

En resumen, se puede decir que es un estado financiero básico que controla las entradas y salidas de efectivo de una empresa.

De acuerdo con Castro (2015), el estado de flujo de efectivo tiene como objetivos:

- Proporcionar información oportuna a la gerencia para la toma de decisiones que ayuden a las operaciones de la empresa.
- Brindar información acerca de los rubros y actividades en que se gasta el efectivo.
- Reportar flujos de efectivo pasados para generar pronósticos.
- Determinar la capacidad de la empresa para hacer frente a sus obligaciones con terceros y con los accionistas.
- Ayudar a tomar decisiones acerca de inversiones a corto plazo cuando exista un excedente de efectivo disponible.

En 2008 entró en vigor, según lo establecido en la Norma de Información Financiera NIF B-2, siendo la estructura de dicho estado financiero la siguiente:

Actividades de operación: son aquellas actividades de la operación relacionadas con el desarrollo del objeto social de la empresa o entidad, es decir, con la producción o comercialización de sus bienes o la prestación de sus servicios.

Actividades de inversión: son las que hace referencia a las inversiones de la empresa en activos fijos, en compra de inversiones en otras empresas, títulos, valores, entre otros.

Actividades de financiación: son aquellas que hacen referencia a la adquisición de recursos para la empresa, que van desde las fuentes externas de financiamiento, hasta los propios de la empresa o entidad.

Para realizar un proyecto de inversión se requiere contar con estado de flujo de efectivo proyectado o también conocido como proforma.

De acuerdo con Ramírez (2013), la proyección de efectivo es “un pronóstico de las entradas y salidas de efectivo que diagnostica los faltantes o sobrantes futuros y, en consecuencia, obliga a planear la inversión de los sobrantes y la recuperación-obtención de los faltantes” (p. 245).

De igual forma, para Ramírez (2013), los objetivos del estado de flujo de efectivo proyectado o proforma son:

- Diagnosticar cuál será el comportamiento del flujo de efectivo a través del periodo o periodos de que se trate.
- Detectar en qué periodos habrá faltantes y sobrantes de efectivo y a cuánto ascenderán.
- Determinar si las políticas de cobro y de pago son las óptimas, efectuando una revisión que libere recursos que se canalizarán para financiar los faltantes detectados.

- Determinar si es óptimo el monto de recursos invertidos en efectivo, a fin de detectar si existe sobre o subinversión.
- Fijar las políticas de dividendos de la empresa.
- Determinar si los proyectos de inversión son rentables

2.20. Análisis y evaluación financiera

El análisis financiero representa un estudio e interpretación de la información contable de un proyecto con la finalidad de poder establecer la situación financiera actual, así como al futuro de proyecciones financieras.

Para poder realizar un análisis financiero es necesaria la aplicación de algunas técnicas financieras conocidas como indicadores financieros que permiten realizar un correcto análisis y ser objetivo acerca de la situación real que vive la empresa y lo más apegado a las situaciones reales que tendrá en el futuro.

2.20.1. Evaluación de proyectos de inversión

Una evaluación representa la medición de factores concurrentes que permiten definir la factibilidad de ejecución de un proyecto.

Según De la Torre (2002), la evaluación de proyectos de inversión se “refiere a la utilización de herramientas analíticas que permiten valorar si cada una de las etapas del ciclo de un proyecto justifica su realización y consiste en comparar los costos con los beneficios que se generarán durante el horizonte de la evaluación para sí decidir sobre la conveniencia de llevar a cabo la inversión” (p. 7).

Para medir la evaluación o factibilidad de un proyecto de inversión se tiene que establecer su rentabilidad y existen factores importantes a considerar, como el importe de la inversión, el tiempo, los flujos de efectivo que se generen, las tasas de interés o costos de capital.

Es importante considerar que en todas las etapas de un proyecto se generan costos y estos están asociados a los recursos utilizados y es importante su consideración para determinar el nivel de rentabilidad.

2.20.2. Indicadores de evaluación de proyectos de inversión

Existen diversos indicadores para medir la factibilidad y viabilidad de un proyecto de inversión, para este documento se tomarán en cuenta los siguientes:

- Tasa interna de rendimiento (TIR)

2.20.2.1. Tasa interna de retorno (TIR)

Morales, et al. (2009) conceptualizan la tasa interna de retorno como “la tasa de descuento a la que el valor presente neto de una inversión arroja un resultado de cero, o la tasa de descuento que hace que los flujos netos de efectivo iguallen el monto de la inversión” (p. 194).

Esta tasa tiene que ser mayor que la tasa mínima de rendimiento exigida al proyecto de inversión. En términos generales también se interpreta como la tasa máxima de rendimiento que produce una alternativa de inversión dados ciertos flujos de efectivo.

Es importante señalar que los proyectos de inversión presentan dos tipos de flujos de efectivo: constantes o desiguales por cada año de duración de la inversión y de acuerdo con el tipo de flujos de efectivo.

Para Sagap (2011), otro criterio de evaluación lo constituye la Tasa Interna de Retorno, también conocida como TIR, que mide la rentabilidad como porcentaje.

Para Viñán (2018), la tasa interna de retorno mide la rentabilidad en porcentaje y es la tasa que hace al VAN cero, es decir, es la tasa de descuento que obliga al valor presente de los flujos de efectivo esperados de un proyecto al igualar su costo inicial.

La fórmula para el cálculo de la TIR es la siguiente para flujos desiguales:

$$TIR \therefore VPN = VAN = \sum_1^n \frac{FNE}{(1+i)^n} - \left[IIN - \frac{VS}{(1+i)^n} \right] = 0$$

La fórmula para el cálculo de la TIR para flujos iguales es la siguiente:

$$TIR \therefore VPN = VAN = FNE \left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right] - \left[IIN - \frac{VS}{(1+i)^n} \right] = 0$$

Cálculo de beneficios de un proyecto

Sagap (2011) establece que:

La rentabilidad que se estime para cualquier proyecto dependerá de la magnitud de los beneficios netos que la empresa obtenga a cambio de la inversión realizada en su implementación, sean estos obtenidos mediante la agregación de ingresos o la creación de valor a los activos de la empresa, o mediante la reducción de costos (p. 217).

2.21. Ahorro de costos

Gran parte de los proyectos que se evalúan en empresas en marcha no modifican los ingresos operacionales de la empresa y, por lo tanto, pueden ser evaluados por comparación de sus costos (Sagap, 2011).

En estos casos, no se requiere conocer el nivel de ventas ni los ingresos operacionales, por cuanto son irrelevantes para la decisión de elegir entre las alternativas.

La inversión inicial se justificará, en consecuencia, por los ahorros de costos que ella permita a futuro, además del impacto sobre los beneficios netos de la venta de activos y valores de desecho.

Todos estos casos pueden no impactar sobre el nivel de ingresos de la empresa, pero sí sobre sus beneficios si logra una reducción en sus egresos netos, esto es, en el valor de la suma de costos e inversiones, corregidos por el cambio en el valor remanente.

El caso de un cambio de tecnología puede o no tener impacto sobre los ingresos, dependiendo de si el activo sustituto aumenta o no la productividad y de si existe la posibilidad de vender la producción agregada. Hay casos, como el cambio de la tecnología que se usa para generar energía, donde no se alteran los niveles de producción ni ventas, lo que constituye un típico ejemplo de ingresos irrelevantes para la evaluación.

CAPÍTULO III: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La propuesta es evaluar la factibilidad técnica y financiera de la puesta en marcha de un centro de manufactura aditiva enfocada en autopartes plásticas.

Con el objetivo de conocer el alcance del proyecto de inversión, se analizarán cuatro rubros: (1) el proyecto, (2) los aspectos técnicos, (3) los aspectos de mercado y (4) los aspectos financieros.

3.1. Estudio administrativo y legal

La primera parte analiza el origen del proyecto y cómo surgió.

La idea surge como resultado de la Maestría en Gestión y Desarrollo de Nuevas Tecnologías, donde se plantea el uso de nuevos materiales y equipos relacionados con la industria 4.0. La impresión 3D, si bien se ha utilizado con éxito para fines académicos, tiene un potencial de crecimiento para el uso de aplicaciones industriales en el auge de la industria automotriz, trenes de pasajeros y aeroespacial en nuestro país. Así que este proyecto de inversión tiene como objetivo beneficiar a las empresas maquiladoras locales para profesionalizar sus capacidades de diseño, pruebas e implementar el uso de tecnología de última generación para soluciones de los clientes locales, apoyándose en impresoras 3D sólidas y probadas globalmente.

La segunda parte considera los aspectos técnicos que dan base al proyecto de inversión.

Al respecto, Ciudad Sahagún ha tenido un auge en los últimos 5 años (2018–2023) en cuanto a trenes de carga/pasajeros, industria automotriz y aplicaciones metal-mecánicas para

autopartes; sin embargo, su cadena de suministro local no cuenta con experiencia en diseño, pruebas y manufactura aditiva; con ello, de 50 a 70 empresas del municipio de Tepeapulco, Hidalgo, se beneficiarían, mejorando sus capacidades para fabricación, desde el prototipado rápido, pruebas para mejorar la estructura mecánica de las diversas piezas que se maquilan, hasta el diseño de herramientas y piezas de uso final con plásticos reforzados, a través de impresoras 3D industriales vigentes en el mercado internacional.

La tercera parte considera las condiciones de mercado actuales.

Los proveedores clave son Stratasys, EOS y ConceptLaser. El primero de ellos es uno de los pioneros en maquinaria industrial con mayores capacidades de impresión 3D, es decir, en el eje X/Y/Z con base en Estados Unidos; el segundo de ellos es EOS, el pionero en DMLS o manufactura directa por sinterizado láser, por sus siglas en inglés, de igual forma con sede en Estados Unidos, y el tercero es una empresa con sede en Alemania, que ha invertido en investigación y desarrollo para mejorar sus materiales y ha generado procedimientos innovadores para atender a clientes industriales.

La cuarta y última parte corresponde al análisis financiero.

En este apartado se determina la viabilidad y factibilidad financiera del proyecto, lo que permitirá la validación de la hipótesis.

En el anexo 1 se encuentra el estudio completo.

3.2. Estudio técnico

A diferencia de utilizar, como tradicionalmente se ha realizado, el maquilar y mejorar la infraestructura de maquinaria y equipo comprando más activos fijos, se propone robustecer las principales debilidades de proveeduría local a través de herramientas de ingeniería que mejoren las capacidades, ventas y competencias técnicas de los operadores y de los equipos de trabajo enfocados solamente en fabricar lo que el plano, dibujo o pieza, siendo este trabajo

parte de los requerimientos del cliente. El valor radica en robustecer un centro de manufactura aditiva con herramientas sólidas en I+D (Investigación + Desarrollo), el diseño, la preparación de producción y la fabricación (siendo este último donde existe experiencia de las empresas locales); en otras palabras, se describen los servicios que se busca desarrollar en el Centro de Manufactura Aditiva Ciudad Sahagún (figura 1).



Figura 1. Matriz de desarrollo de piezas mecánicas con manufactura aditiva. Ulrich, 2013.

Los procesos tradicionales de manufactura se basan en desbastar un bloque en el caso de CNC para formar el molde, el soplado de las piezas en el molde para formar la pieza de inyección de plástico. El proceso de manufactura aditiva resulta interesante, dado que no se requiere la fabricación de dicho molde, es decir, se adiciona material capa por capa hasta fabricar la pieza que se desea fabricar para una aplicación en específico para la industria.

En la figura 2 se describen los pasos para fabricar piezas con la tecnología de impresión 3D clave en este proceso.

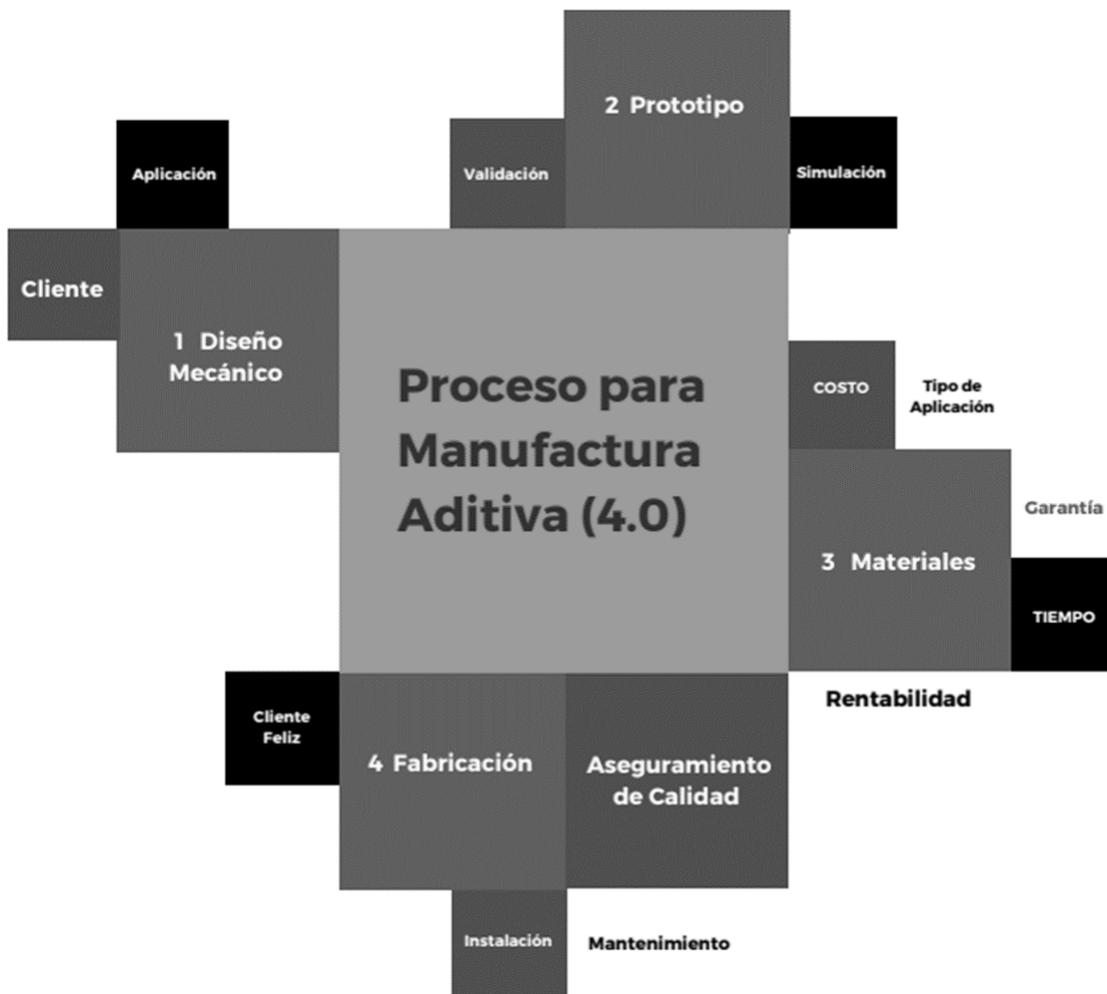


Figura 2. Proceso de manufactura aditiva para Makerspace enfocado en autopartes. Elaboración propia.

Como parte de la evaluación del proyecto de inversión, a continuación se definen las etapas que se consideran para producción:

- 1) Diseño, es decir, con base en las necesidades del cliente se realizará la integración del formato *T4.0-ING-01 requerimientos del cliente para piezas mecánicas*, en este documento se describen todos los requisitos de diseño conceptual, su aplicación final, las propiedades mecánicas, tolerancias, nivel de torque y especificación para el desarrollo del mismo.

- 2) Prototipo, previo a la impresión se realizará una simulación de esfuerzos y análisis estructural de las áreas críticas de la pieza; el análisis de diseño ofrece ventajas si se realiza el ciclo de diseño en una etapa temprana, ya que de esta forma se puede realizar cualquier cambio previo a la fabricación de la misma.
- 3) Selección de materiales, en esta etapa se analizará con el software de impresión 3D la forma adecuada para realizar el porcentaje de “infill” o porcentaje de relleno de la pieza; desde luego se identificará si la impresión se realizará de forma vertical u horizontal, la forma más adecuada en la que se fabrique el material de soporte y la pieza física. La impresión de la pieza será en función de los ejes X, Y y Z, dependiendo del tipo de polímero, considerando variables como el costo, tiempo de entrega, garantía y aplicación o pos tratamiento. Por ejemplo, una vez impresas las piezas, se tienen que remover o limpiar los soportes, lijar las superficies y se puede aplicar pintura, o un acabado brillante, para lograr un pulido uniforme en toda la pieza, desde luego la rentabilidad es el pilar de este proyecto de inversión, si bien los costos serán competitivos, todo tratamiento adicional o mejoras en las piezas tendrán un costo adicional en la última etapa.
- 4) Fabricación e instalación, en esta parte consideran las horas de manufactura aditiva en la que el equipo funde el filamento para fabricar, mediante adición de capas, la pieza de uso final; una vez que se obtenga la pieza se llena el formato *T4.0 check list de aseguramiento de calidad*, donde se validará que se cumpla con los requisitos de ingeniería, calidad y especificaciones adicionales del cliente; previo a la entrega, la instalación y el mantenimiento son opcionales como parte del servicio integral al cliente.

Cuando se habla de proyecto de inversión, es necesario entender los recursos como una herramienta para crear valor a través del tiempo, prueba de ello es que en años recientes la manufactura aditiva ha revolucionado la industria; lo que antes obligaba a los fabricantes a invertir miles de dólares americanos en moldes, ahora se puede fabricar desde una sola pieza

por adición de capas, con valor agregado en sus aplicaciones, impacto a través del tiempo y la relación directa con los costos de fabricación de las tecnologías actuales.

La matriz ejemplifica que la manufactura aditiva de plásticos, es decir, de FDM o modelado por deposición fundida, a pesar de ser un termoplástico estable, su valor agregado se limita a crear piezas fuertes, duraderas y de bajo costo, mientras que el sinterizado láser para la impresión en metal (DMLS) genera piezas precisas, geometrías complejas y tolerancias cerradas, lo que permite aplicaciones en la industria aeroespacial, médica y electrónica con costo de fabricación alto, debido a la cantidad de materiales directos e indirectos, gases, mano de obra especializada e instalaciones complejas que por normatividad se deben cumplir.

Finalmente, la manufactura aditiva con uso de nanomateriales a escala celular, cambiará de forma disruptiva las aplicaciones industriales, médicas y biomecánicas, generando un alto valor agregado para el cliente final; con el desarrollo de nuevos materiales nanoestructurales se podrá tener acceso a materiales de ingeniería para la regeneración de tejido celular y crear materiales con las propiedades mecánicas, térmicas y químicas con base en la aplicación requerida; sin embargo, aún esta tecnología se encuentra en etapa experimental, es decir, se encuentra limitada a laboratorios de investigación robustos de iniciativa privada y pública a nivel global, lo que hace todavía poco accesible este tipo de tecnología en la industria (figura 3).

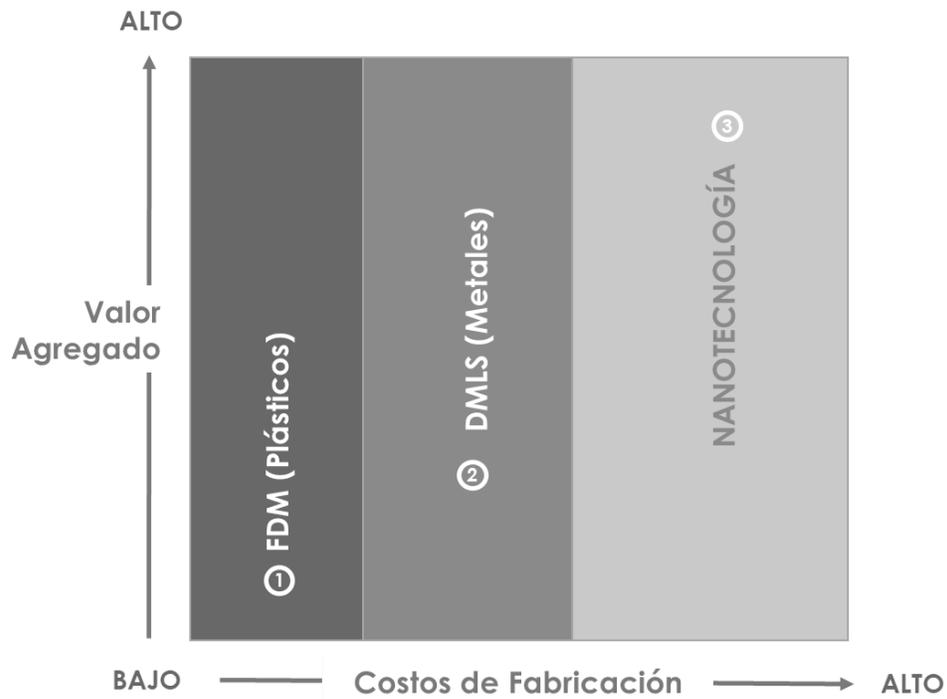


Figura 3. Matriz de valor agregado en manufactura aditiva para la industria. Elaboración propia.

3.2.1. Ingeniería del proyecto

El objetivo consiste en desarrollar un centro de manufactura austero, moderno y estructurado, por lo que es clave contar con una distribución eficiente, segura y con uso de ecotecnologías para optimizar los recursos, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Distribución de la instalación de Makerspace (m²)

Área	Layout	Especificaciones	Área de construcción
Sótano		PB Tienda de refacciones / café de diseño	90 m ²
		Planta 1 Makerspace	
		Planta 2 oficinas	
		PH jardín orgánico y paneles solares	
Sótano	Sistema de Recirculación y tratamiento de agua	1 cisterna Rotoplas (10,000 L de agua) 2 Rotoplas (1,000 L de agua)	18 m ²
	Sistema eléctrico	Transformador de 220 y 440 KW	50 m ²
	Sistema neumático	Compresor de 10 HP, secador y filtros	3 m ²
Planta baja	Tienda de refacciones		18 m ²
	Sala de atención a clientes y showroom de piezas impresas en 3D	Pantalla, bocina y sala	9 m ²
Planta alta	Manufactura, Investigación y Desarrollo	1 brazo de robot FANUC	4 m ²
	Centro de diseño	Mesas de trabajo, computadoras, impresoras 3D	18 m ²
	Materiales	Estantes de materiales	9 m ²

Fuente: elaboración propia.

El Makerspace contará con 400 m², dividido en 4 áreas (1) manufactura, (2) refaccionaria, (3) centro de diseño y (4) investigación y desarrollo.

El estudio técnico completo se presenta en el anexo 3.

3.3. Estudio de mercado

Los factores de innovación se consideran como diferenciadores en este proyecto de inversión son: (1) las necesidades de los clientes, es decir, aquellos atributos como los gustos, requerimientos, comportamiento, actividades y motivadores enfocados a la operación día a día (figura 4).



Figura 4. Pirámide de innovación acelerada para manufactura aditiva. Adaptación de la pirámide de Maslow, 2023.

La base de esta propuesta de inversión es centrarse en las necesidades, requerimientos, actividades, comportamiento, motivaciones locales y proponer soluciones globales con nuevos materiales y equipos disponibles en la plataforma enfocadas al cliente final, no a los intermediarios o a los mayoristas, sino llegar al usuario final (quien por ende pagará, consumirá y reclamará garantía por la refacción) para que su vehículo pueda funcionar correctamente.

El segundo nivel es aquello que soluciona estas necesidades, es decir, las herramientas de manufactura con las que se fabricarán las autopartes en tiempo récord y los servicios adicionales que aumentarán el tráfico y rentabilidad del proyecto de inversión.

El tercer nivel o la punta de la pirámide implica ejecutar y maximizar todos los recursos para el crecimiento rápido y estandarizado en toda la red, a través de una plataforma con tecnología global.

Las impresoras 3D disponibles para el mercado de refacciones facilitarán la fabricación de piezas con un nivel de relleno interno de la pieza de 30% a 50%, dependiendo de las condiciones mecánicas, térmicas y de esfuerzo a las que serán sometidas las piezas.

Para entender los diferenciadores bajo las condiciones macroeconómicas del mercado es importante conocer el análisis CANVAS para validar los puntos importantes del modelo de negocio (tabla 5).

Tabla 5

Análisis Canvas

Socios clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Canales	Estructura de costos
Inversionistas Makerspace en USA/Alemania, socios con experiencia en la industria	Diseños mecánicos, investigación y desarrollo, soluciones enfocadas en lo que se fabrica en la industria local	Se ofrece especialidad en prototipos, inyección de plásticos y maquinados; soporte de entrega inmediata de prototipos; maquinaria de última tecnología en México	Linked In Xing Instagram	Costos fijos enfocados en venta de autopartes; póliza de mantenimiento de maquinaria y equipo. Costos variables enfocados en proyectos para fabricación

Proveedores clave	Recursos clave	Relación con los clientes	Segmento de clientes	Flujo de ingresos
Makerspace proveedor de CNC; proveedor de inyección de plástico	Planta flexible, maquinaria de última generación Nearshoring	Software de seguimiento en tiempo real; cotizaciones en línea; se invertirá en reunión B2B con compradores calificados	B2B, empresas que diseñan, pero no tienen experiencia de fabricante B2C Nearshoring	Ventas, diseño. patentes

Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se puede identificar entre los principales competidores a empresas multinacionales como Autozone; empresas nacionales como Pro-1-ONE de Grupo Gonher (sede en Monterrey) y distribuidores mayoristas como Apyma; dentro del sector de manufactura aditiva de estándar se encuentra Makerbot, una empresa de origen americano cuya gama de impresoras básicas la convierte en uno de los principales socios de Stratasys para incursionar en el mercado mexicano desde 2018; si bien existen empresas multimarca, este tipo de competidores están diversificados, lo que puede convertirlos en un competidor a largo plazo, pero no directamente como lo son las refaccionarias por su número de sucursales y solidez en el mercado a nivel nacional. Bajo este contexto se evaluó con 7 de 10 puntos máximo a los competidores en el mercado.

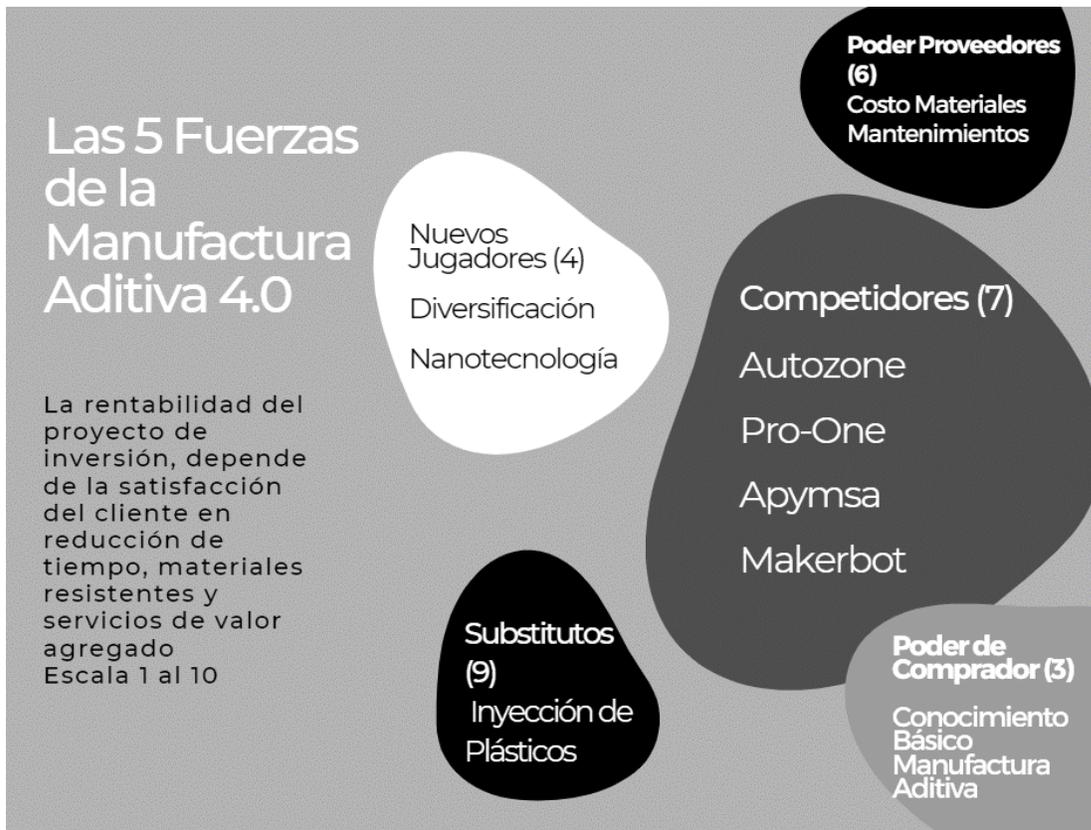


Figura 5. Las 5 fuerzas de la manufactura aditiva 4.0 enfocada en autopartes. Adaptación de Porter, 2017.

El poder del proveedor se evaluó como intermedio, con una valoración de 6, dado el costo de los materiales y la repetitividad de compra de los filamentos exclusivamente del fabricante; por ejemplo, si se compra un equipo Markforged, la materia prima solo es compatible con los cartuchos de marca Markforged, en caso de introducir un material genérico, la impresora lo reconoce como externo y no funciona sin el material original.

El poder del comprador es intermedio, con valoración de 4, dado que posee conocimiento básico de manufactura aditiva; sin embargo, puede acceder a refacciones o accesorios de menor costo maquiladas en volumen, por lo que puede obtener un mejor costo de piezas inyectadas contra piezas fabricadas con impresoras 3D.

Entre los productos sustitutos, con valoración de 9, se encuentra la inyección de plásticos tradicional; sin embargo, no es lo mismo adquirir una tapa de bomba de agua de PP polipropileno a manufacturar una impresa en Kevlar, la resistencia, la ductilidad y la hermeticidad es totalmente distinto uno del otro, por lo que es importante tener en sucursal muestras de los materiales con aplicaciones convencionales para que cada cliente tenga más claro por qué en cuanto a calidad es mejor fabricarlo con esta propuesta.

Nuevos jugadores, con valoración de 4, el riesgo de que alguna red o franquicias de refaccionarias consideren la compra de impresoras 3D para todas sus sucursales a nivel nacional, no será tan próximo, dada la complejidad y el know-how para operar; sin embargo, a través de los años es posible que los centros de distribución o refaccionarias más grandes adopten nuevas tecnologías para reducir costos y optimizar tiempo.

El estudio de mercado completo se puede encontrar en el anexo 2.

3.4. Estudio financiero

Se integran en el presente documento los diferentes tipos de inversiones a realizar, los inventarios iniciales con los que parte el proyecto, la tabla de amortización del crédito a solicitar, los gastos de constitución, los de operación, las tasas de impuestos, tasas de préstamos, el rendimiento que pide el inversionista y el precio de venta de los servicios suministrados de manufactura aditiva.

En la tabla 6 se describe una lista de precios en función de la oferta de productos y servicios que se desean comercializar en el centro de manufactura de autopartes plásticas, objetivo de este proyecto.

Tabla 6

Lista de precios de Makerspace

Hora de fabricación	FDM industrial	FDM alta calidad
Costo por maquinaria de manufactura aditiva	Variable (en función de la tecnología)	Variable (en función de la tecnología)
Costo por hora de fabricación	\$250	\$550
Costo por kg (material)	\$175	\$1,150
Costo por hora de pos tratamiento	\$100	\$650
Costo por refacción	Variable (en función del componente)	
Costo por diseño	\$ 5 USD por hora (Ingeniero en Manufactura) \$25 USD por hora (Ingeniero especialista)	
Costo por mantenimiento	Variable (en función de la póliza que se venda)	

Fuente: elaboración propia.

Una clave del proyecto de inversión es el análisis de los equipos para considerar la inversión de activo fijo, para los que se considera una depreciación del 10% anualmente, durante 5 años y amortización de la inversión con base en el estudio financiero (tabla 7).

Tabla 7

Tipos de equipos considerados para el proyecto de inversión

Tecnología de manufactura aditiva	Marca	Equipo	Capacidad Piezas por turno (8 hrs)	Costo unitario por impresora
FDM	Markforged	Impresora industrial	1	\$ 450,000
Inyectora de Plástico	Importación	Inyección de plástico; geometrías complejas	1	\$1,600,000
Total				\$2,050,000

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar un análisis exhaustivo sobre las características, costos y beneficios de cada una de las maquinarias a adquirir, se toma la decisión de adquirir la impresora

Markforged, dada la tolerancia de la fabricación de cada capa, la calidad de sus componentes y su disponibilidad de materia prima y los costos de refacciones y mantenimiento; así como un equipo de inyección de plásticos y el kit de piezas críticas para que se tenga disponibilidad inmediata de bandas, extrusores, electroválvulas y piezas críticas para el correcto funcionamiento de ambos equipos.

3.4.1. Presupuesto de inversión inicial

El objetivo de este proyecto de inversión no implica realizar alguna invención, más bien innovar, facilitar y desarrollar piezas a través de manufactura aditiva para brindar servicio a la industria local, a través de un modelo de comercialización o transferencia del conocimiento llamado Makerspace, donde cada cliente tenga la posibilidad de imprimir partes plásticas para suplir la necesidad de fabricación de prototipos, piezas funcionales y piezas de uso final.

Para lo cual el financiamiento adquirido se utilizará para la adquisición y adaptación de la puesta en marcha del negocio, como se muestra en la figura 6.

INVERSIÓN					
No. Consecutivo	Descripción	Cantidad	Subtotal	Total	Total
1	Maquinaria	1	\$2,050,000.00	\$2,050,000.00	\$2,050,000.00
	Impresora 3D	1	\$ 450,000.00	\$ 450,000.00	
	Inyectora de plástico	1	\$ 900,000.00	\$ 900,000.00	
	Equipo CNC	1	\$ 700,000.00	\$ 700,000.00	
2	Herramientas	1	\$ 17,840.00	\$ 17,840.00	\$17,840.00
	Kit de pinzas	1	\$ 500.00	\$ 500.00	
	poliipastos	1	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	
	cadena para polipastos	3	\$ 585.00	\$ 1,755.00	
	kit de prensas de hierro	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	
	juego de puntas mixtas	1	\$ 250.00	\$ 250.00	
	Escalera	1	\$ 3,950.00	\$ 3,950.00	
	juego de desarmadores dielectricos	1	\$ 285.00	\$ 285.00	
	bascula 25kg	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	
	bascula recargable 500 kg	1	\$ 4,950.00	\$ 4,950.00	
3	Mobiliario	1	\$ 31,500.00	\$ 31,500.00	\$31,500.00
	Archivero	1	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00	
	Archivero plegable	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
	Mesa lifetime	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	
	sillas lifetime	4	\$ 500.00	\$ 2,000.00	
	sillon para clientes	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	
4	Equipo de computo	1	\$ 17,500.00	\$ 17,500.00	\$17,500.00
	impresora tinta recargable	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
	Laptop	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	
	no break	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
5	Equipo de transporte	1	\$ 425,000.00	\$ 425,000.00	\$425,000.00
	Vehiculo eléctrico utilitario	1	\$ 350,000.00	\$ 350,000.00	
	vehículo de reparto	1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	
	bicicletas eléctricas	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	
6	Activo diferido	1	\$ 104,910.00	\$ 104,910.00	\$104,910.00
	Instalación eléctrica	1	\$ 75,000.00	\$ 75,000.00	
	instalación neumatica	1	\$ 29,910.00	\$ 29,910.00	
7	Inventario inicial	1	\$1,253,250.00	\$1,253,250.00	\$1,253,250.00
	Kit de polimeros para impresora 3D	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
	Kit de pellet para inyectora	10	\$ 30,000.00	\$ 300,000.00	
	kit de lámina metálica	5	\$ 60,000.00	\$ 300,000.00	
8	Construcción	1	\$ 600,000.00	\$ 600,000.00	\$ 600,000.00
			SUB-TOTAL		\$4,500,000.00

Figura 6. Inversión general de la puesta en marcha de Makerspace. Elaboración propia.

3.4.2. Elaboración de estados financieros

El análisis de los estados financieros es vital para la determinación de la viabilidad de un proyecto de inversión, por tal situación se presentan los estados financieros básicos, como son: Estado de Resultados, Estado de Flujo de Efectivo y Balance General, todos ellos

proyectados al primer año de la puesta en marcha del negocio, así como los siguientes 4 años restantes.

Cabe recordar que la finalidad de ellos consiste en:

- Identificar el nivel de pérdidas y ganancias que se pueden generar en un proyecto de inversión.
- Identificar los flujos netos de efectivo, que representan las erogaciones reales de la empresa y que permite conocer la situación real que tendrá el proyecto.
- El Balance General permite conocer cuál será la situación financiera del negocio.

Estado de Resultados

En la figura 7 se presenta el Estado de Resultados del presente proyecto de inversión.

ESTADO DE RESULTADOS					
PROYECTADO A 5 AÑOS					
CONCEPTO / AÑOS	1	2	3	4	5
INGRESOS					
	\$ 5,040,000	\$7,560,000	\$11,340,000	\$15,876,000	\$20,638,800
INGRESOS TOTALES	\$ 5,040,000	\$7,560,000	\$11,340,000	\$15,876,000	\$20,638,800
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VENTAS NETAS	\$ 5,040,000	\$ 7,560,000	\$ 11,340,000	\$ 15,876,000	\$ 20,638,800
COSTO DE VENTAS	\$ 4,836,000	\$ 5,250,300	\$ 5,892,315	\$ 7,059,781	\$ 8,503,832
Gasto de fabricación	\$ 1,386,000	\$ 1,455,300	\$ 1,528,065	\$ 1,604,468	\$ 1,684,692
Compra de Mercancía	\$ 3,450,000	\$ 3,795,000	\$ 4,364,250	\$ 5,455,313	\$ 6,819,141
UTILIDAD BRUTA	\$ 204,000	\$ 2,309,700	\$ 5,447,685	\$ 8,816,219	\$ 12,134,968
GASTOS OPERACIÓN	\$ 1,880,310	\$ 1,884,480	\$ 1,920,122	\$ 1,931,895	\$ 1,849,505
Mano de obra	\$ 1,430,000	\$ 1,430,000	\$ 1,461,980	\$ 1,480,458	\$ 1,499,491
Gastos de Administración	\$ 73,200	\$ 76,860	\$ 80,703	\$ 84,738	\$ 88,975
Depreciación	\$ 356,419	\$ 356,419	\$ 355,702	\$ 344,400	\$ 238,150
Gastos de Venta	\$ 10,200	\$ 10,710	\$ 11,246	\$ 11,808	\$ 12,398
Amortización activos diferidos	\$ 10,491	\$ 10,491	\$ 10,491	\$ 10,491	\$ 10,491
UTILIDAD DE OPERACION	-\$ 1,676,310	\$ 425,220	\$ 3,527,564	\$ 6,884,324	\$ 10,285,463
COSTO INTEGRAL DE FINANCIAMIENTO	\$ 341,898	\$ 275,463	\$ 197,685	\$ 119,907	\$ 42,130
UT. ANTES DE IMPUESTOS	-\$ 2,018,208	\$ 149,757	\$ 3,329,878	\$ 6,764,417	\$ 10,243,333
Impuestos	\$ -	\$ 127,566	\$ 1,058,269	\$ 2,065,297	\$ 3,085,639
UTILIDAD NETA	-\$ 2,018,208	\$ 22,191	\$ 2,271,609	\$ 4,699,119	\$ 7,157,694

Figura 7. Estado de Resultados proyectado. Elaboración propia.

En la figura 8 se presenta el Estado de Flujos de Efectivo.

FLUJO DE EFECTIVO					
	PROYECTADOS				
PESOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES					
SALDO INICIAL EN CAJA	\$ -	-\$ 1,929,075.93	-\$ 2,095,530.44	-\$ 13,283.74	\$ 4,485,171.19
INGRESO POR SERVICIO	\$ 5,040,000.00	\$ 7,560,000.00	\$ 11,340,000.00	\$ 15,876,000.00	\$ 20,638,800.00
APORTACION SOCIOS	\$ 2,000,000.00				
CREDITO	\$ 2,500,000.00				
	-	-	-	-	-
TOTAL FUENTES	\$ 9,540,000.00	\$ 5,630,924.07	\$ 9,244,469.56	\$ 15,862,716.26	\$ 25,123,971.19
USOS					
REINVERSIÓN					
INVERSION SOCIOS (compra de instrumentos de	\$ 4,500,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mano de obra	\$ 1,430,000.00	\$ 1,430,000.00	\$ 1,461,980.00	\$ 1,480,458.20	\$ 1,499,490.75
Gasto de fabricación	\$ 1,386,000.00	\$ 1,455,300.00	\$ 1,528,065.00	\$ 1,604,468.25	\$ 1,684,691.66
Compra de Mercancía	\$ 3,450,000.00	\$ 3,795,000.00	\$ 4,364,250.00	\$ 5,455,312.50	\$ 6,819,140.63
Gastos de Administración	\$ 73,200.00	\$ 76,860.00	\$ 80,703.00	\$ 84,738.15	\$ 88,975.06
Gastos de Venta	\$ 10,200.00	\$ 10,710.00	\$ 11,245.50	\$ 11,807.78	\$ 12,398.16
COSTO INTEGRAL DE FINANCIAMIENTO	\$ 341,898.15	\$ 275,462.96	\$ 197,685.19	\$ 119,907.41	\$ 42,129.63
IMPUESTOS	\$ -	\$ 127,566.00	\$ 1,058,269.05	\$ 2,065,297.24	\$ 3,085,638.82
PAGO AMORTIZACION CREDITO	\$ 277,777.78	\$ 555,555.56	\$ 555,555.56	\$ 555,555.56	\$ 555,555.56
TOTAL USOS	\$ 11,469,075.93	\$ 7,726,454.52	\$ 9,257,753.29	\$ 11,377,545.08	\$ 13,788,020.26
SALDO FINAL EN CAJA	-\$ 1,929,075.93	-\$ 2,095,530.44	-\$ 13,283.74	\$ 4,485,171.19	\$ 11,335,950.93

Figura 8. Estado de flujo de efectivo proyectado. Elaboración propia.

En la figura 9 se muestra el Balance General.

centro de manufactura aditiva sahagun
EDGAR MOISES ORTEGA VALENCIA
BALANCE GENERAL PROYECTADO

Cifras en Pesos

PROYECTADOS

ACTIVO	1	2	3	4	5
CIRCULANTE					
Caja y Bancos				4,485,171	11,335,951
Inventario	1,253,250	1,253,250	1,253,250	1,253,250	1,253,250
TOTAL ACT. CIRCULANTE	1,253,250	1,253,250	1,253,250	5,738,421	12,589,201
FIJO					
Terrenos	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
Edificios	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000
Maquinaria	2,050,000	2,050,000	2,050,000	2,050,000	2,050,000
Equipo de computo	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500
Herramienta	17,840	17,840	17,840	17,840	17,840
Mobiliario y equipo de oficina	31,500	31,500	31,500	31,500	31,500
Equipo de Transporte	425,000	425,000	425,000	425,000	425,000
ACTIVO FIJO	3,641,840	3,641,840	3,641,840	3,641,840	3,641,840
Depreciación acumulada	356,419	712,838	1,068,540	1,412,940	1,651,090
ACTIVO FIJO NETO	3,285,421	2,929,002	2,573,300	2,228,900	1,990,750
TOTAL ACTIVO FIJO	3,285,421	2,929,002	2,573,300	2,228,900	1,990,750
DIFERIDO					
Gastos de Instalación	104,910	104,910	104,910	104,910	104,910
Amortización acumulada	10,491	20,982	31,473	41,964	52,455
TOTAL ACTIVO DIFERIDO	94,419	83,928	73,437	62,946	52,455
ACTIVO TOTAL	4,633,090	4,266,180	3,899,987	8,030,267	14,632,406
PASIVO					
CORTO PLAZO					
Proveedores	1,929,076	2,095,530	13,284		
TOTAL PASIVO CORTO PLAZO	1,929,076	2,095,530	13,284		
LARGO PLAZO					
Crédito Largo plazo	2,222,222	1,666,667	1,111,111	555,556	-
TOTAL PASIVO LARGO PLAZO	2,222,222	1,666,667	1,111,111	555,556	-
PASIVO TOTAL	4,151,298	3,762,197	1,124,395	555,556	-
CAPITAL					
Capital Social	2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000
Resultado del ejercicio	-	22,191.04	2,271,609	4,699,119	7,157,694
Resultado de ejerc. anteriores	-	2,018,208	1,996,017	275,592	4,974,712
TOTAL DE CAPITAL	481,792	503,983	2,775,592	7,474,712	14,632,406
PASIVO Y CAPITAL	4,633,090	4,266,180	3,899,987	8,030,267	14,632,406

Figura 9. Balance General proyectado. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

La propuesta de inversión que se analiza a continuación considera un Makerspace que funcionará como plataforma local de manufactura aditiva, que acelere la comercialización de autopartes a través de la impresión 3D, bajo un esquema comercial simple, moderno y estructurado.

Para ello, la propuesta de inversión considera: (1) qué recursos técnicos y materiales son clave para tener capacidades de manufactura aditiva sólidas que cumplan estándares de calidad y costos accesibles; (2) cómo se organizarán dichos recursos; (3) cómo se financiará el proyecto de inversión y, finalmente, (4) quiénes materializarán el Makerspace de autopartes para que sea rentable.

La base tecnológica se encuentra soportada en las necesidades del cliente final, la maquinaria, los materiales, talento con experiencia e infraestructura esbelta, todo ello enfocado en desarrollar lotes cortos de piezas que maximicen la rentabilidad y aseguren la entrega en tiempo récord de autopartes solicitadas.

El modelo de Makerspace especializado en autopartes está enfocado en diseño y manufactura aditiva para fabricación de piezas plásticas y metálicas con base en las necesidades del cliente final, no en las necesidades de los fabricantes de la industria tradicional, el reto como Makerspace es acercar la tecnología de impresión 3D a la industria de autopartes.

El objetivo no es crear una nueva tecnología de impresión 3D, es utilizar las máquinas existentes de nivel comercial-industrial óptimos para lograr la fabricación de piezas a costo competitivo y accesible para los clientes finales, y reducir el tiempo de semanas a horas para contar con la disponibilidad de las piezas requeridas.

Los 5 diferenciadores del Makerspace como propuesta de inversión son:

- (1) Enfoque en las necesidades de los clientes locales.
- (2) Más rápido, preciso y accesible. Todas las herramientas de calidad se enfocarán en desarrollar métodos de manufactura, con máquinas de impresión 3D más rápidas, precisas y accesibles.
- (3) Diseño universal, fabricación local. La producción automatizada cuesta lo mismo a nivel global, no la mano de obra, las variables importantes a considerar son el material de construcción, maquinaria y procesos estandarizados en norma ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015.
- (4) Plásticos reciclados. Ahorrar por kilo al utilizar tecnologías de manufactura aditiva, reduciendo así las emisiones de toneladas de CO₂; por ejemplo, 6 tons x kg al maquinar una pieza dada fabricada en metal A36 vs GPI EOS DMLS impresa en metal.
- (5) Piezas ligeras. Cada kilo menos ahorra medio millón de litros de queroseno para la industria aeroespacial.

Con base en el análisis técnico descrito con anterioridad, se avanza con la parte financiera, donde el primer paso es analizar las condiciones de demanda de autopartes a través de la información disponible en el desempeño de las acciones de competidores como Autozone (si bien no fabrican piezas impresas en 3D), es un punto de referencia sobre la oportunidad de competir a través del Makerspace especializado en autopartes.

Para entender por qué se decidió empezar con el proyecto de inversión, la figura 10 muestra el crecimiento de Autozone (AZO) en el valor de sus acciones en los últimos 10 años.



Figura 10. Desempeño del valor de las acciones de Autozone en bolsa de valores (NYSE).
Finviz.com (2021.)

4.1. Oferta de servicios de valor agregado para la industria

- (1) Ingeniería. Todas las compañías requieren servicios especializados para generar soluciones en investigación y desarrollo que mejoren requerimientos específicos de la industria, los servicios de ingeniería estarán orientados hacia el cliente.
- (2) Tecnologías de costo competitivo. Parte de la propuesta del desarrollo del Makerspace se basa en comercializar tecnologías disruptivas que complementen puntos de venta ya existentes.
- (3) Customización o fabricación personalizada. Con base a las necesidades del cliente.

4.2. Herramientas para la comercialización, protección y la transferencia del conocimiento

Los diseños serán propiedad del cliente, la parte que se comercializará en este proyecto de inversión es el servicio directo e indirecto relacionado a la fabricación de las piezas a través de manufactura aditiva, es decir, los insumos de fabricación, mano de obra y acabados o pos tratamientos para las piezas, a través de las impresoras 3D.

El uso de material para manufactura aditiva sigue siendo plástico en 62%, también se utiliza fibra de carbón en 24% y otros compuestos al 14%, aunque existe una tendencia hacia materiales compuestos o polímeros biodegradables o con menor impacto ambiental.

Para desarrollar partes mecánicas funcionales se consideran:

- Componentes mecánicos finales.
- Componentes o subensambles.
- Herramientales.
- Refaccionamiento.
- Prototipado.
- Servicios.

4.3. Políticas de negocio

Las políticas consideradas para el proyecto son:

- Diseño global, fabricación local.
- Estandarizar el uso de licencias para plataforma de impresión 3D.
- Manufacturar autopartes en el mercado de refacciones (aftersales).
- Manufacturar refacciones para maquinaria y equipo de mantenimiento preventivo (tapas, selladores, carcasas, tablero de control).

- Fabricar herramientas, jigs, fixtures y toolings.
- Reducir costos logísticos, trámites e inventarios.
- Enfoque a productos de bajo costo y producto de nicho.
- Fabricar piezas con geometrías completas que no se podrían manufacturar de forma tradicional.

4.4. Evaluación financiera

Los métodos de análisis de proyectos de inversión que a continuación se describen son una herramienta que sirve para evaluar la inversión y tomar una decisión de aceptar o rechazar dicho proyecto, así también permite identificar: (1) el nivel de rentabilidad que pueda generar a lo largo del proyecto y (2) el nivel de riesgo o incertidumbre del proyecto.

El proyecto de inversión cuenta con fondos limitados; los ingresos y pagos que se generarán son objetivos, cuantitativos y se consideran efectuados al final de cada ejercicio contable.

Pasos para elaborar la evaluación económica

- 1) Con los flujos de efectivo se tiene que obtener el Valor Presente Neto, tomando en cuenta el rendimiento esperado por los inversionistas.
- 2) Con base en los resultados obtenidos, se analizará el rendimiento de la inversión y los riesgos que se consideran para tomar una decisión.
- 3) Así como el periodo de recuperación de la inversión.

4.4.1. TIR

El indicador financiero que se utilizará para medir la factibilidad y viabilidad de este proyecto inversión será la Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

Como se analizó con anterioridad, la TIR es considerada una tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión. Su fórmula es;

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

La regla de decisión para determinar la viabilidad del proyecto es:

Si $TIR < r$, entonces se rechazará el proyecto.

Si $TIR > r$, entonces se aprobará el proyecto.

Haciendo uso de un simulador financiero se hace el cálculo de la TIR, como se muestra en la figura 11.

Desembolso inicial

T.I.R.

LIMPIAR FORMULARIO

Introducir los cobros y pagos (si los hay) que genera la inversión			
Año	Cobros	Pagos	Flujos de caja (cobros-pagos)
0			-5.000.000,00
1	9.540.000,0	11.469.075,0	-1.929.075,00
2	5.630.924,0	7.726.454,0	-2.095.530,00
3	9.244.469,0	9.257.753,0	-13.284,00
4	15.862.716,0	11.377.545,0	4.485.171,00
5	25.123.971,0	13.788.020,0	11.335.951,00
6	0,0		0,00
7			0,00

Figura 11. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR), a partir del simulador https://www.gabilos.com/calculadoras/van_tir/calculotir.htm

Con una inversión de \$5,000,000.00 pesos y flujos de efectivo de 5 años que se presentan en la figura 10, la TIR que se determina es de 14.76%.

Haciendo el comparativo con el Costo Promedio Ponderado

TIR 14.76% > 12.65% = El proyecto se aprueba.

4.4.2. Periodo de recuperación

Es importante determinar el periodo de recuperación de este proyecto, ya que a través de este indicador se establecerá en cuánto tiempo la inversión se recuperará, tomando en consideración que el proyecto está proyectado a 5 años; si el plazo de recuperación es superior a este periodo, se podría establecer que se incrementa el riesgo.

En la tabla 8 se muestran los flujos de efectivo para el cálculo del periodo de recuperación.

Tabla 8

Flujos de efectivo

	Flujos de efectivo					
	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja	5,000,000	-1,929,075.93	-2,095,530.44	-13,283.74	4,485,171.19	11,335,950.93
Flujo acumulado	-5,000,000	-6,929,075.93	-9,024,606.37	-9,037,890.11	-4,552,718.92	6,783,232.01

Fuente: elaboración propia

Periodo de recuperación = $4 + (4,552,718.92 / 11,335,950.93) = 4.40$ años.

Como el periodo del proyecto se establece a 5 años, se puede determinar que la inversión se recuperará en el año 4.

4.4.3. Retorno sobre la inversión (ROI)

Cabe recordar que el ROI representa un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión y su cálculo permite conocer la rentabilidad de la inversión.

$$\text{ROI} = (\text{Ganancia} - \text{Inversión}) / \text{Inversión}$$

Cálculo del ROI

\$15,821,122.12	Flujos de efectivo positivos
\$-4,037,890.11	Flujos de efectivo negativos
\$11,783,232.01	Ganancia en flujos de efectivo

$$\text{ROI} = (11,783,232.01 - 5,000,000.00) / 5,000,000.00$$

$$\text{ROI} = 1.35$$

El resultado es positivo, mayor a 1, lo que implica que el proyecto genera ganancias y es susceptible de invertir.

CONCLUSIONES

Con base en la evaluación para determinar la viabilidad económica y financiera de la puesta en marcha de un centro de manufactura aditiva especializada en autopartes y refacciones, se concluye que es viable.

Es decir, es viable abrir la puerta de un “Makerspace” con diseños globales y fabricación local especializado en manufactura aditiva, con enfoque industrial, con bajo consumo de energía y enfoque en la fabricación de autopartes con base en las necesidades de los clientes locales.

En el análisis de mercado se obtuvo el potencial que tiene la industria en México para profesionalizar la industria de impresión 3D, la oportunidad de ser proveedores de piezas para la industria y proveer servicios especializados.

Con base en el estudio técnico, se determinó la factibilidad de la construcción del Makerspace en una ubicación cercana a la zona industrial de Ciudad Sahagún, en el estado de Hidalgo, enfocado a brindar servicio al cliente final.

Se determinó que los presupuestos del proyecto son adecuados para la inversión del centro de manufactura aditiva aplicada a autopartes.

La implementación de un centro de manufactura aditiva Makerspace es viable, considerando el crecimiento en las operaciones de los clientes industriales locales, la disponibilidad de la materia prima y la tecnología, y la disponibilidad de mano de obra calificada para ofrecer servicios a la medida del cliente.

Durante el desarrollo de este proyecto de inversión se analizó la factibilidad financiera de la puesta en operación de un centro de manufactura aditiva, esto con base en los resultados técnicos, de mercado, administrativos y financieros que sustentan los rubros clave del proyecto de inversión, enfocado en la fabricación de autopartes y refacciones en Ciudad Sahagún, municipio Tepeapulco, del estado de Hidalgo.

También se presentó el estudio de mercado para evaluar los competidores vigentes y el valor agregado que genera el fabricar autopartes plásticas con base en los requisitos y requerimientos del cliente.

El estudio técnico se revisó desde el marco conceptual, hasta la aplicación de tecnologías con base en la disponibilidad de la infraestructura local para la puesta en marcha de dicho proyecto; por ejemplo, los materiales para fabricar piezas, la transferencia de tecnología con tolerancias más cerradas y piezas con mejor acabado para uso final.

El estudio financiero consideró presupuestos de materia prima, maquinaria y capital de trabajo, así como los indicadores financieros que validan la viabilidad del proyecto de inversión que se presenta, en concreto costear y clasificar los ingresos y egresos para maximizar la utilidad para los inversionistas del centro de manufactura.

Con base en la pregunta de investigación sobre ¿es viable económica y financieramente implementar un centro de manufactura aditiva con base en tecnologías locales para autopartes en Ciudad Sahagún, Hidalgo? Se concluye que sí es factible la puesta en marcha del “Makerspace” en función a la demanda, con las condiciones del mercado actuales, con los recursos financieros, así como la disponibilidad de materia prima y mano de obra para instalarse en la zona industrial de Ciudad Sahagún, municipio de Tepeapulco, en el estado de Hidalgo.

Tendrá éxito el concepto de productos que se tiene, el concepto es un Makerspace simple, moderno y estructurado, que brinde un servicio personalizado al cliente, la ventaja es contar con un centro Makerspace superior en infraestructura, equipamiento y servicio al cliente.

Hacer referencia a herramientas que utilizan los clientes de inyección de plástico, es hablar el vocabulario del mercado meta y el envase será un embalaje ecológico reciclable 100%, incluyendo la etiqueta. El concepto es equipo de diseño, máquinas para fabricar y sala de coworking (todos los servicios tienen costo para garantizar el servicio al cliente).

El Makerspace se encuentra dirigido para hombres y mujeres profesionistas enfocados en la industria, de edad entre 25 y 65 años, que diseñen, maquilen o fabriquen prototipos a clientes de industria automotriz, ferrocarril o aeroespacial. Los beneficios clave para los compradores son: empresa certificada, personal de ingeniería con experiencia en diseño y manufactura y un servicio personalizado.

Todo lo que se fabrique tiene que ser de calidad, las piezas que se entreguen, trazabilidad de toda la operación desde el diseño a la fabricación de piezas y un servicio enfocado en soluciones, con garantía 100%.

Dada la hipótesis, por medio del análisis y la evaluación económico-financiera se determina que el proyecto para la implementación de un centro de manufactura aditiva con base en las tecnologías locales para autopartes en Ciudad Sahagún, Hidalgo se acepta como propuesta tecnológica de ingeniería novedosa, de la cual actualmente carece el mercado local, lo que representa una propuesta de valor integral.

Imprime con plásticos del futuro, bajo este eslogan se busca atraer a clientes potenciales. Para este proyecto de inversión solo se considera la primera etapa del lanzamiento, posterior a su puesta en marcha, se considerará en el plan de negocios una fase de crecimiento y madurez.

ANEXOS

Anexo 1. Estudio administrativo y legal

En el proyecto de inversión se desarrollan herramientas necesarias para establecer la viabilidad económica y financiera que tiene un proyecto identificando para ello condiciones técnicas y de mercado que puedan afectar su desarrollo.

Idea de la empresa

La idea surge como resultado de la Maestría en Gestión y Desarrollo de Nuevas Tecnologías, documentando el auge de la fabricación a través de impresión 3D con materiales compuestos, así como la instalación de empresas de clase mundial que fabrican vehículos para América del Norte, Europa y Asia.

Experiencia del emprendedor

Se cuenta con experiencia de 10 años especializado en manufactura con impresión 3D, aplicaciones plásticas y pos tratamientos para aeroespacial y ensambladora automotriz de vehículos eléctricos, con una continua formación en negocios, administración, gestión de tecnologías e idiomas.

Descripción de empresa

Makerspace está enfocado en el diseño, prueba, fabricación de autopartes plásticas para empresas de la industria de movilidad sustentable.

Filosofía empresarial

Cuidado en el detalle, enfoque en nueva tecnología y servicio de clase global.

Misión

Ofrecer servicios de manufactura aditiva con un servicio dedicado a las soluciones de nuestros clientes.

Visión

Ser el centro de manufactura aditiva más sólido, robusto y equipado en Hidalgo antes del 2030.

Valores

Los valores son: lealtad, enfoque a cliente y trabajo en equipo.

Impacto social y ambiental

Dar oportunidades laborales a personas con capacidades diferentes, migrantes temporales y desarrollar una estrategia completa de reciclaje.

Dentro de las políticas se encuentra mejorar el desempeño energético, generación de ahorro, a través del uso de nuevas tecnologías, disminución de emisiones de CO₂, mayor productividad y competitividad para generar una cadena de valor centrada en el diseño para impresión 3D y no solamente para fabricar con base a dibujos del cliente.

Estructura organizacional

El capital intelectual que se considera en este proyecto de inversión está basado en la siguiente estructura, con base en la matriz de habilidades del equipo multidisciplinario de Makerspace.

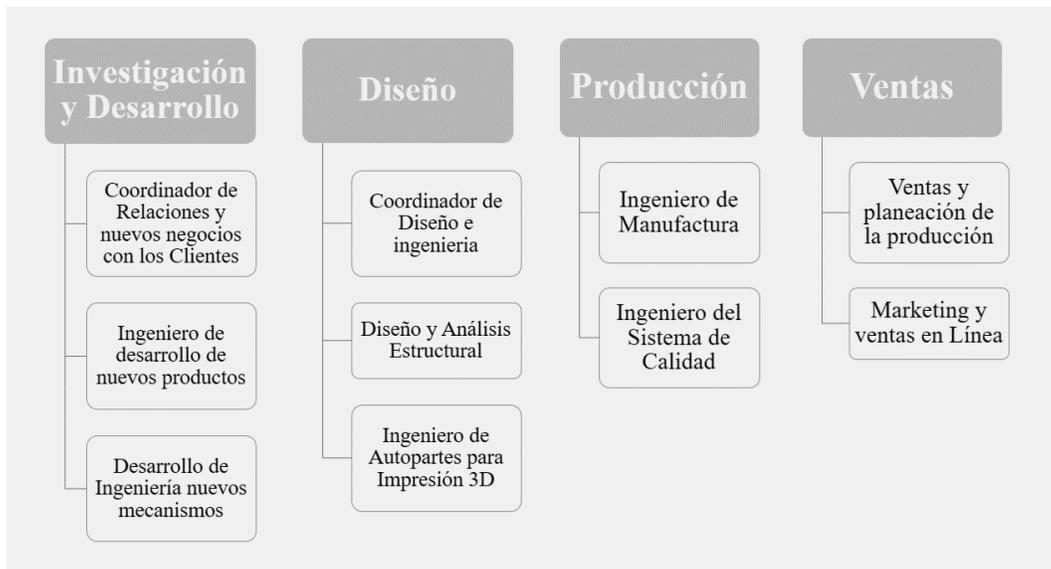


Figura 12: Estructura organizacional de Makerspace centrada en cliente. Elaboración propia.

El equipo estará integrado por el Director en Investigación y Desarrollo, a quien le reportarán el Coordinador de Relaciones y Nuevos Negocios con Clientes, el Ingeniero de Desarrollo de Nuevos Productos y el Desarrollo de Ingeniería de Nuevos Mecanismos.

También estará integrado por el Gerente de Diseño, que tendrá a su cargo el Coordinador de Diseño e Ingeniería, el Ingeniero de Diseño, Análisis Estructural y el Ingeniero de Autopartes para impresión 3D.

El equipo de manufactura estará conformado por el Ingeniero de Manufactura y el Ingeniero del Sistema de Calidad, encargados de conocer aplicaciones basadas en nuevas tecnologías con base en normas internacionales, enfocados en trabajo en equipo, en conocer herramientas para programación de producción y con habilidades de comunicación interpersonal.

Por otra parte, el equipo comercial estará conformado por Ventas y Planeación de la Producción y por el equipo de Marketing y Ventas Digitales.

Descripción de puestos

Investigación y Desarrollo para nuevas tecnologías

Proveer nuevos materiales o alternativas de materiales que mejoren el diseño, factibilidad de manufactura y reducción de costos, desarrollar tácticas para la correcta ejecución de DFM (Design to Manufacturability) desde el diseño hasta la fabricación, para ofrecer mejoras a los clientes en el uso de herramientas, pruebas y fabricación de “gauges”, para utilizar las herramientas correctas y el equipo adecuado para el ensamble.

Conocer procesos de moldes, acabados superficiales, pintura, conocer el proceso de ciclo de pintura, desde la aprobación de la materia prima hasta aceptar el producto final; conocer procesos de fabricación de partes críticas y utilizar técnicas de administración de proyectos para el retorno de inversión.

Coordinador de Relaciones y Nuevos Negocios con Clientes

Ingeniero con capacidad de análisis técnico-financiero, flexible, proactivo y organizado. Responsable de presentar productos a los compradores industriales, prospección de clientes, trabajar cerca del equipo de innovación. Entre las principales funciones se encuentran: incrementar las ventas de impresión de prototipos y autopartes plásticas; incrementar el interés de la marca a personas que pueden influir en la toma de decisión; generar múltiples eventos de promoción en el mercado; presentar productos y servicios detallando el diseño, fabricación, garantías y servicio de excelencia; proveer una respuesta eficiente, trato personal al cliente, por teléfono, por e-mail y registro de CRM administración de la relación con proveedores; excelencia en servicio al cliente.

Ingeniero de Desarrollo de Nuevos Productos

Desarrollo de ingeniería mecánica, experiencia en fabricación de autopartes plásticas; entre sus funciones se encuentran: responder a mantenimientos correctivos; conocer los sistemas de producción; haber utilizado equipos industriales de manufactura aditiva; dar seguimiento a las herramientas, herramientas e insumos clave para la fabricación en tiempo y forma para

lograr la producción deseada; dar seguimiento al desarrollo de proyectos y mejora; habilidades para atender rápidamente, confiable y predeciblemente a las cuentas clave.

Gerente de Diseño

Deber conocer sub ensambles mecánicos, encapsulados, fundición, plásticos, desbastado, estampado, CNC, molienda y torno; además de tener capacidad de trabajar en ambientes multinacionales, ambiente rápido de negocios, aprender a costear los conceptos, reducción de costos e incrementar el margen de rentabilidad por pieza fabricada.

Coordinador de Diseño e Ingeniería

Validar el desarrollo, gestión, auditoría, mejora y corrección de proveedores de diseño; conocer procesos integrales para manufactura de piezas para producción en masa; conocer procesos de PPAP/APQP, procesos estadísticos de control (SPC), uso de GD&T, geometría, dimensionamiento y tolerancias.

Ingeniero de Diseño y Análisis Estructural

Liderazgo para introducir nuevos productos a clientes y proveedores; buscar mejoras mecánicas que apoyen a la escalabilidad, costos y calidad; facilidad de comunicación entre los equipos de compra, calidad y diseño.

Ingeniero de Autopartes para Impresión 3D

Desarrollar, administrar, auditar, mejorar y corregir la planeación y fabricación de piezas con enfoque a manufactura aditiva; capacidad para ejecutar auditorias para asegurar el desarrollo de la parte, la entrega y las expectativas del cliente final.

Ingeniero de Manufactura

Enfoque en tablero de KPI's para el cumplimiento del programa de producción; habilidades para mantener una actitud flexible frente a tareas críticas; procesos para fabricar piezas de forma eficiente, con estándares de calidad; manejo de manufactura esbelta para reducir desperdicios y reducir costos, es decir, con enfoque en manufactura esbelta. Así como planear, organizar y dirigir actividades de la cadena de suministro para contar con todos los

materiales necesarios para producir; además de conocimiento de herramientas para mantenimiento y procesos de producción de moldes.

Ingeniero en Sistemas de Gestión de Calidad

Dominio de herramientas como Outlook, Excel, Power Point y Word; desarrollo de autopartes y procesos de calificación, administración de calidad y mejora continua; sugerir soluciones en el proceso de toma de decisiones críticas; desarrollar equipo con las mejoras prácticas de manufactura, calidad e ingeniería. Además de validar las acciones correctivas que involucren cambios en el diseño, cambios en el proceso, para validar que son productos sostenibles y sustentables. Así como tener habilidades para negociar con el equipo de planta, el cumplimiento de objetivos, plan de negocios y el tablero de resultados para cumplimiento de KPI's.

Estructura de sueldos

Con el objetivo de mantener rangos de salarios que se plantean con base al salario mínimo del estado de Hidalgo, con prestaciones de IMSS e Infonavit, se presenta en la tabla 9 la estructura de sueldos.

Tabla 9

Estructura de sueldos con base al salario mínimo para el estado de Hidalgo a marzo 2023

	Mínimo	Máximo	Tabulador
Nivel 1	\$ 8,717.97	\$ 10,025.67	Calificados, pero en entrenamiento
Nivel 2	\$ 10,461.57	\$ 12,030.80	Talento en desarrollo
Nivel 3	\$ 15,692.35	\$ 18,046.20	Talento estratégico
Nivel 4	\$ 31,384.71	\$ 36,092.41	Cuenta clave

Fuente: elaboración propia con datos reales de una empresa similar a la del proyecto.

Donde la carga social representa en promedio el 33.50%, incluyendo con base al tipo de régimen de sueldos, siendo el primero, cuota de IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social), INFONAVIT (Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores) e ISR efectivamente retenido, con fecha marzo 2023.

Marco legal

Con el objetivo de contar con todo el soporte legal, se evaluará la puesta en marcha del centro de manufactura aditiva, mismo que se registrará como una nueva Sociedad de Anónima de Capital Variable.

Para ello se considera la gestión correspondiente para obtener acta constitutiva, el poder del representante legal, INE o pasaporte, comprobante de domicilio, constancia de situación fiscal, opinión de cumplimiento fiscal.

Licencias y derechos

El uso de marca como “Makerspace Sahagún” considera un logotipo que hace alusión a la manufactura aditiva, una autoparte plástica y el logotipo de S, enfocado en la localidad donde se pondrá en marcha el centro de manufactura aditiva (tabla 10).

Tabla 10

Registro de marca “Makerspace Sahagún”

Nombre	Makerspace Sahagún
Subclase	35 – Publicidad, gestión, organización, administración de negocios comerciales y trabajos de oficina
Dirección	Av. Calzada Periférica, Real del Bosque, municipio de Tepeapulco, en Ciudad Sahagún
C.P.	43998
Nacionalidad	Mexicana

Fuente: elaboración propia.

Nombre comercial o marca

Con base en la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial, se realiza una búsqueda fonética del registro de marca mixta, es decir, tanto el logo como el nombre, el cual se encuentra disponible para el registro correspondiente.

Anexo 2. Estudio de mercado

Generalidades

El objetivo es determinar la factibilidad de instalar un Makerspace, mediante la cuantificación de cantidades de bienes y servicios por ofrecer, al precio adecuado. La demanda de dicho bien se calcula en unidades de piezas fabricadas y dependerá de los costos, en función de aspectos demográficos, económicos, sociales, culturales y políticos del municipio de Tepeapulco, en Ciudad Sahagún.

Por otra parte, la oferta debe calcularse en unidades físicas de comercialización, representada por la cantidad de bienes y servicios que las unidades productoras, ubicadas en el área de influencia, estén en capacidad de producir. Por ello se dice que la cantidad de bienes y servicios debe ser comparada con la cantidad de los mismos bienes y servicios que están en capacidad de suministrar las unidades productivas, que atiende esa área geográfica, grado de satisfacción del público objetivo, percepción de precio que consideran equivalente, es decir, el que están dispuestos a desembolsar por los productos o servicios, cuál es el costo de cambio de suministrador, es decir, en el supuesto de que la oferta de Makerspace fuese percibida como más interesante por alguno de ellos, dicho de otra manera, cuántos (numéricamente) estarían dispuestos a pagar por un precio superior al percibido como equivalente, a cambio de aportarles prestaciones adicionales de las que actualmente carecen estos productos o, a la inversa, cuántos estarían dispuestos a cambiar su actual suministrador para ofertarles el mismo producto por un precio ligeramente por debajo del equivalente, suprimiendo algunas prestaciones que los propios consumidores consideran como no relevantes.

Mezcla de mercadotecnia

Producto

David, et al. (2018) define al producto como el portafolio de productos/servicios, incluye actividades como marketing de prueba, posicionamiento de marca y producto, planeación de garantías, empaque, definición de las opciones de producto, características, estilo y calidad del producto y servicio al cliente.

Descripción del producto y/o servicio

El producto y servicio a evaluar es la fabricación de autopartes plásticas con manufactura aditiva y su impacto en la cadena de suministro local.

Ventajas competitivas del producto

Las 4 ventajas clave sobre los servicios de impresión 3D son: experiencia en atender clientes industriales, maquinaria probada en la industria americana, disponibilidad de materiales y el talento humano para atender a clientes globales.

Especificaciones del producto o servicio

Se puede considerar que la impresión de piezas a través de impresión 3D son de consumo intermedio cuando son prototipos y de uso final cuando la pieza se utiliza en producción; también es un producto de efecto innovador, ya que son sin necesidad de fabricación de moldes, es decir, se genera directamente con la fabricación aditiva. Por su parte, la normatividad técnica debe cumplir con los lineamientos industriales para la fabricación de piezas a través de polímeros, cuya materia prima ha sido previamente analizada.

En relación con la temporalidad, la demanda se considera continua, es decir, aquella que se ejerce de forma permanente durante todo el año. De acuerdo con el tipo de mercado, se puede considerar que la demanda es de un mercado cautivo o integrado, dado que cuenta con insumos o infraestructura productiva, ya que la integración de los procesos (fabricación de manufactura aditiva con materiales certificados, a través de máquina de impresión 3D con

mayor precisión), permite asegurar la compra de los bienes producidos, de acuerdo con el grado de certeza; esta demanda es la que mayor confianza puede reportar.

Portafolio de productos de manufactura aditiva

En otro orden de ideas, en cuanto a servicios de impresión 3D, el prototipo ayudará a brindar una solución centrada en los diseños que refieran los clientes de sus vehículos, motocicletas o bicicletas. La relación de diseño-escáner-pruebas de tolerancias es clave para lograr el correcto ensamble de la pieza al vehículo.

Kit de servicios para fabricación de autopartes para equipo original (premium)

Para ello se utilizará ABS/PLA para imprimir las piezas en Zortrax o Markforged2

- 1) Diseño e impresión en 24 horas para subensambles menores.
- 2) Diseño, prueba e impresión en 72 horas para subensambles intermedios.
- 3) Diseño, pruebas, impresión e instalación en 5 días para ensambles complejos.
- 4)

Kit de servicios para fabricación de autopartes de refaccionamiento (bajo costo)

Se requerirían como materia prima PLA para imprimir en Makerbot/impresora industrial

- 1) Diseño e impresión en 24 horas para subensambles menores.
- 2) Maquila por volumen con base en las necesidades del cliente.

En concreto, el diseño, impresión y prueba en partes plásticas para ingeniería mecánica ayudará a validar que las piezas cuenten con las propiedades requeridas con base en su funcionamiento, ya sea un obturador para sostener un arnés, para un conector guía para una terminal o una carcasa sobre la cual se fijará un semiconductor para una aplicación específica.

Descripción y destino del bien a producir

Las piezas que se fabriquen a través de manufactura aditiva son piezas plásticas fabricadas por deposición de materiales; es un bien físico con propiedades específicas en función de sus propiedades mecánicas y qué tan sólidas o ligeras debe de fabricarse cada prototipo.

El empaque o embalaje a utilizar en las piezas muestras, prototipos o previos a producción en serie, debe buscar un efecto de cuidar o salvaguardar la integridad de la pieza manufacturada a través de impresión 3D y de la misma manera se etiquetará con el logotipo, red social y teléfono de contacto para evaluar el nivel de servicio al cliente que se está brindando en el Makerspace.

El comprador industrial de este tipo de piezas busca calidad superior, garantía contra cualquier defecto de fabricación, respuesta inmediata en caso de una no conformidad o no calidad en el producto, tiempo de fabricación corta, certificación en ISO 9001:2015 o IATF16949 (norma automotriz); los clientes industriales tienen hábitos de tecnología, innovación y servicio personalizado.

Productos sustitutos o complementarios

En calidad de una pieza inyectada con molde metálico su acabado es más estético, con paredes o relieves lisos; si bien los precios son más caros dado que se tiene que invertir en el molde para inyectar dicha pieza o prototipo preliminar, una tecnología que fabrique en tiempo más corto no existe por ahora.

Garantía y servicios al producto

Calidad en Impresión Industrial 3D considerará un eslogan de marca enfocado a diferenciarse de los competidores; al utilizar máquinas de manufactura aditiva la calidad en la materia prima, el servicio al cliente y el servicio posventa deberán ser eficientes, sólidos y con trazabilidad en todas las operaciones a través de la tecnología.

Precio

Para la fijación de precio, existen cinco grupos de interés en un negocio que afectan las decisiones sobre la fijación de precios: consumidores, gobierno, proveedores, distribuidores y competidores, con frecuencia un competidor dominante igualará de inmediato todas las reducciones de precio de sus competidores.

Plaza

La distribución incluye almacenamiento, canales y cobertura de distribución, puntos de venta al menudeo, zonificación de ventas, niveles de inventario y ubicación del mismo, transportistas, mayoristas y minoristas.

La distribución cobra especial importancia cuando una compañía está luchando por desarrollar su mercado o implementando una estrategia de integración directa, en otras palabras, un distribuidor cuenta con el recurso financiero y conocimiento para hacer marketing directo. Para ello se sugiere determinar las fortalezas y debilidades de cada canal, con criterios económicos, de control y de adaptación. La segunda etapa es motivar y controlar a los miembros de canal, para retener a los clientes finales sobre los bienes industriales o en su caso, la venta directa cuando se tiene la infraestructura correcta para dar servicio al cliente y soporte de refaccionamiento y garantías en el caso de negocio B2B (de negocio a negocio)

Promoción

El mercado meta son compradores industriales enfocados a la fabricación de piezas para prototipos de manufactura aditiva de nivel socioeconómico ABC+ de Ciudad Sahagún, estado de Hidalgo, entre 25 y 65 años.

La oferta de valor en el mercado meta

Se basará en un servicio personal enfocado a satisfacer las necesidades de diseño industrial previo a la manufactura de las piezas en 3 mercados clave: automotriz, transportación férrea y aeroespacial. Los tiempos de entrega en un menor tiempo versus la fabricación con proveedores de otras ciudades, un precio competitivo en función del soporte técnico calidad y durabilidad de las piezas fabricadas con materiales superiores a los competidores locales.

Los programas de lealtad

El cliente industrial recurrente tendrá el beneficio de participar en el programa de lealtad relacionado en función al número de proyectos o piezas que se hayan fabricado en el Makerspace, entre los que destacan los siguientes:

- Cursos de capacitación en el diseño de piezas previo a la fabricación en impresoras industriales.
- Capacitación certificada sobre materiales para que los clientes conozcan las propiedades de los materiales en los que pueden fabricar las piezas muestras, piezas para pruebas o piezas de uso final, según corresponda a cada proyecto en específico con base en los requerimientos del cliente.
- Descuento del 20% para la fabricación de proyectos específicos o relacionados con la estrategia de marca de cada cliente; por ejemplo, para un cliente automotriz, la fabricación de alguna pieza que pueda regalar a sus clientes con nuevos materiales para que ofrezca una solución en función de sus objetivos comerciales.

La promoción del centro de manufactura se basará en asistir a eventos industriales, ferias comerciales y las visitas B2B presenciales/virtuales para atracción de nuevos clientes.

Naturaleza del mercado

El mercado local está enfocado en tres sectores clave: el metalmecánico, el de estructuras-vigas para construcción y el automotriz. Si bien hay otros de venta al menudeo, estos son los más importantes por el nivel de empresas transnacionales que compiten para fabricar productos desde trenes, carros de ferrocarril y vehículos de carga y pasajeros.

Mercado objetivo

Se debe identificar el volumen del mercado local y analizar la distribución de cuotas de mercado, es decir, cómo está repartido el consumo entre los competidores del negocio. Hombres y mujeres entre los 25 y 65 años de NSE ABC+, residentes en Ciudad Sahagún +50,000 habitantes o que prestan servicios a empresas de la zona industrial.

La tabla 11 muestra el tipo de mercado al que van dirigido los productos.

Tabla 11

Variables para la segmentación del mercado meta

Enfoque	Clientes industriales
Género	Masculino y femenino
Edad	de 25 a 65 años
Estado civil	Soltero, casado
Nivel económico	ABC+
Nivel académico	Licenciatura o posgrado
Hábitat urbano	Rural – urbano
Ocupación	Técnico, ingeniería, administrativo, directivo
Hábitos de compra	Periodicidad, lugares de compra (asociaciones y ferias comerciales)
Aficiones	Deporte (aspiración a clase media alta, tenis, golf, natación, gym de membresía), gusto por actividades al aire libre, intelectuales (diplomados, talleres de tecnología)
Cuidado del medioambiente	Reutilización de agua, disminución del impacto de la huella de carbono, gusto y preferencia por empresas con políticas enfocadas a la sustentabilidad

Fuente: elaboración propia.

Para ello se establece una estrategia de marketing enfocado en dos etapas: la primera de ellas es la factibilidad del proyecto de marketing como parte del proyecto de inversión conceptual.

El valor de Makerspace como parte del proyecto de inversión

La diferencia principal entre los centros de investigación, tiendas de manufactura aditiva o centros de trabajo (workshops), se toma con base al nivel de integración vertical que asegura desde la investigación de mercado, diseño, el prototipado y la producción en serie. Por ello, el proyecto de inversión Makerspace se basa en innovación rentable enfocada al cliente, es decir, se contará con una tienda virtual y una física en donde se comercializan ya autopartes de vehículos multimarca, ya que el proyecto de inversión está enfocado en contar con una tienda para estar en contacto con los clientes (enfoque centrado en el cliente) y saber de primera mano qué autopartes faltan o qué piezas están descontinuadas, y qué oportunidad de

negocio existe para resolverlo a través de las herramientas con enfoque a la innovación, a través de las soluciones que manufactura aditiva puede ofertar al cliente final.

El modelo de negocios en la era digital

Hacer negocios en México con plataformas digitales se ha incrementado en los últimos años, por lo que la estrategia financiera en este proyecto de inversión se basa en la disponibilidad de autopartes de diversas marcas, incentivando la venta a través de internet.

El centro de manufactura aditiva que se considera en este proyecto de inversión evalúa la factibilidad del comercio de autopartes en el mercado local y utiliza buenas prácticas como las empresas que se encuentran listadas en Bolsa Institucional de Valores (BIVA).

El proyecto de inversión en Makerspace considera esquemas de financiamiento a crédito con base en los plazos que solicita la industria (30 días); sin embargo, no se otorgarán créditos a distribuidores, por lo que las operaciones se tienen que realizar de contado. La monetización y captación de clientes potenciales se logrará a través de una mezcla de ventas digitales y presenciales.

El piso de venta propuesto en este proyecto de inversión será en 90m², un centro de distribución a largo plazo para centralizar aquellos productos de alto movimiento y baja rentabilidad.

Análisis de la competencia

Entre los centros de manufactura aditiva que se encuentran en el estado de Hidalgo destacan competidores que se especializan en dar soporte a las universidades para proyectos de investigación y de carácter académico; sin embargo, existen competidores especializados en la industria que no están enfocados en autopartes plásticas, lo que puede representar una oportunidad de mercado para el Makerspace que se desea evaluar en este proyecto de inversión.

Principales competidores

Entre los principales competidores locales destacan los siguientes, que se presentan en la tabla 12.

Tabla 12

Análisis de competidores a nivel estado de Hidalgo

Hidalgo	Ubicación	Especializan
AstroMX	Pachuca	Prototipos rápidos, escolares y arquitectura
ToolBox	Pachuca	Se especializa en servicios de bajo costo
Haz3D	Pachuca	Se enfoca a soluciones industriales y de investigación

Fuente: elaboración propia.

Riesgos y oportunidades del mercado

En las tablas 13 y 14 se muestran los principales riesgos y oportunidades que pueden surgir.

Tabla 13

Gestión de control de riesgos

Descripción del riesgo	Causa del riesgo ¿Por qué podría ocurrir?	Probabilidad	Control
1. Bajo nivel de ventas	Baja experiencia en aplicaciones de impresión 3D	Moderado	Difundir utilidad, beneficios y soluciones con manufactura aditiva
2. Falta de materia prima	Situación global macroeconómicos, Guerra o nueva pandemia	Remoto	Desarrollar proveedores locales que puedan suministrar carretes para impresión 3D
3. tecnología obsoleta a mediano plazo	El fabricante de impresoras quiebra/ya no fabrica más los modelos	Poco probable	Diversificar con los fabricantes sólidos a nivel global

Fuente: elaboración propia

Tabla 14

Oportunidades

Descripción de la oportunidad	Origen ¿por qué surge la oportunidad?	Probabilidad	Plan de acción
1. Detección de proyectos built-to-print (maquila)	Clientes con proyectos especializados	Alta	Contar con proveedores con capacidades de manufactura disponible y certificados
2. Nueva línea de negocio para educación		Moderada	Contar con un catálogo de productos y servicios para universidades
3. Nueva línea de negocio para venta de M&E		Remota	Contar con socios comerciales para dar soporte a clientes

Fuente: elaboración propia.

El nivel de ocurrencia sobre las variables que se analizan es muy variable; sin embargo, una vez que se desarrollen los clientes y se cuenten con los requerimientos, tácitamente se abren oportunidades para desarrollar nuevas líneas de negocio con base en los resultados del equipo que colaboré en el Makerspace.

Análisis de la demanda

Para David, et al. (2018), la habilidad para vender comprende muchas actividades de marketing, publicidad, promoción de ventas, difusión de información favorable, venta personal, administración de la fuerza de ventas y relaciones con los clientes y con los distribuidores. Para la penetración de mercado, la venta personal es la más importante para las compañías de bienes o servicios industriales, mientras que la publicidad para bienes de consumo.

En la tabla 15 se describen los servicios de la industria y se analiza con una escala del 1 al 10, siendo 10 la ponderación más alta del uso de la tecnología. Los servicios con mayor demanda se pueden observar, correspondientes a servicios de mano de obra calificada.

Tabla15

Demanda centrada en las necesidades de la industria local

Tipo de Aplicación Industrial	Especificación	Uso de manufactura aditiva Escala 1-10
Manufactura digital	Diseño CAD/CAE; componentes mecánicos; sistemas termo-fluidos	5
	Diseño de prototipos de productos y procesos	10
	Diseño, fabricación, ensamble y puesta a punto de herramientas, gauges y fixtures	10
Manufactura avanzada	Maquinados de alta precisión; soldadura certificada; refaccionamiento	3
	Diseño de equipos, maquinaria y línea de producción	5
	Moldes, troqueles y herramientas	3
	Moldes para inyección de plásticos	2
	Moldes para vacuum casting u otras aplicaciones menores	5
	Equipos automatización y semiautomatización	2
	Diseño de estaciones de manufactura flexible	3
	Bancos de ensayos para certificar productos y/o componentes	4
	Maquinaria para el sector agroalimentario	3
Turbomaquinaria y turbopartes	2	
Energías limpias	Diseño de paneles solares, calentadores solares y/o estaciones de baterías para vehículos eléctricos	
	Diseño, fabricación, evaluación y mejora de tecnologías de aprovechamiento de fuentes renovables	1
	Evaluación de equipos para el uso eficiente de energía (banco de capacitores, transformadores, etc.)	2
	Diseño y manufactura de aspas de turbinas eólicas	3
	Ensayos mecánicos de industria de movilidad	1
Tecnologías de materiales	Fabricación/caracterización de recubrimientos por proyección térmica	4
	Procesabilidad de plásticos y diagnóstico de falla de síntesis/procesos de transformación de polímeros	5
	Síntesis y formulación de polímeros (compuestos, bisbisados, biodegradables, resinas y adhesivos)	2

Herramientas para manufactura	Sistemas de control embebidos	3
	Sistemas robóticos	2
	Sistemas avanzados de control (hardware)	3
	Implementación de software para optimizar procesos de manufactura; metodologías de aseguramiento de calidad	0
	Ingeniería de plantas industriales	1
	Estudios, análisis, evaluación y optimización de procesos productivos	0
	Ingeniería conceptual, básica y especializada	7
	Asistencia técnica	0
	Sistema de control supervisión para fuentes de abastecimiento de agua	1
	Sistema de voz de datos, circuito cerrado de televisión (CCTV), voceo y alarma	1
	Automatización de rampas, puertas, industriales y residenciales	2
	Monitoreo inteligente de procesos de manufactura	3
Eficiencia energética	Sistemas de gestión energética	1
	Diagnósticos de gestión energética	1
Servicios de metrología y escáner	Diagnóstico del desempeño de los sistemas de medición de flujo	1
	Calibración y desarrollo de medición	2

Fuente: elaboración propia.

Proceso de investigación de mercado

Se considera la recopilación, el registro y el análisis sistemático de los datos relacionados a la comercialización de los bienes y servicios considerados para analizar la factibilidad del proyecto de inversión.

Investigación del consumidor industrial

Observar a la competencia es la mejor forma de investigación de mercado de la compañía. La mayor parte del éxito estratégico está constituido por ideas que se toman prestadas del mercado, generalmente de un pequeño competidor regional o local; en cada caso se descubre una nueva idea prometedora, se mejora y entonces se saca al competidor del mercado.

Análisis FODA del producto o servicio

Para conocer las fortalezas sobre el servicio de impresión 3D, inyección y uso de CNC, se presenta a continuación un análisis cualitativo de aquellas fortalezas y debilidades internas de la puesta en marcha del centro de manufactura aditiva, así como las oportunidades y amenazas externas que pueden inferir en el óptimo desarrollo del proyecto de inversión.

<p><i>FORTALEZAS</i></p> <p>Conocimiento de manufactura aditiva Experiencia para vender servicios Capacidad de búsqueda de nuevos clientes</p>	<p><i>DEBILIDADES</i></p> <p>Diseño mecánico Metodología de manufactura Herramientas de calidad</p>
<p><i>OPORTUNIDADES</i></p> <p>Pocos competidores con integración vertical Mercado industrial local no atendido Profesionalizar la impresión 3D</p>	<p><i>AMENAZAS</i></p> <p>Amazon / DHL plantean un esquema de fabricar localmente piezas o refacciones Plataformas digitales para “nearshoring” o fabricación USMCA Estados Unidos, México y Canadá. Empresas de inyección adquieran empresas que fabriquen impresoras 3D</p>

Figura 13: Análisis FODA del centro de manufactura aditiva. Elaboración propia.

Estrategias de comercialización

Para Hernández-Hernández (2005), las estrategias de comercialización son:

- Producto-Consumidor, que es el canal con la vía más corta y se establece cuando el consumidor compra el producto directamente en la fábrica o productor; este será el caso del centro de manufactura aditiva, dado que se tendrá el contacto directo con el cliente, sin intermediarios.
- Productor-Minorista-Consumidor, en este canal hay un intermediario antes que el consumidor adquiera las mercancías.
- Productor-Mayorista-Minoristas-Consumidor, este canal contempla dos intermediarios: el mayorista, que es el que hace llegar el producto del centro de producción a los minoristas y de estos al consumidor final.
- Productor-B2B Plataforma-Consumidor, este canal considera una plataforma digital para la venta de los bienes, ahorrando significativamente los costos de la operación.

Posventa

La posventa se enfocará en brindar servicio al cliente final; sin embargo, el modelo de negocio que se evalúa en este proyecto de inversión no incluye servicio de soporte o posventa para vender refacciones para las impresoras 3D, más bien se evalúa su puesta en marcha.

Análisis de la oferta

Se analizó un conjunto de centros de manufactura aditiva con procesos y diferenciadores en Europa, específicamente en Alemania, y posteriormente se identificaron los principales centros de impresión 3D industriales en México, con capacidad instalada y procesos de aseguramiento de calidad de nivel industrial, con base en el estudio de mercado destacan los centros de manufactura aditiva señalados en la tabla 16.

Tabla 16

Centros de manufactura aditiva en Alemania en 2023

Nombre	Especialidad	Costos	Diferenciadores	Página Web
Blue Production GmbH & Co. KG	Plásticos	Altos	Plásticos industriales	https://www.blue-production.de/
HÄNSSLER Kunststoff- und Dichtungstechnik GmbH	Metales	Altos	SLS	https://www.dicht.de/de
Rapidobject GmbH	Nuevos Materiales	Altos	Nano-materiales	https://www.rapidobject.com/de/Startseite_10.html

Fuente: elaboración propia.

Así mismo resulta clave entender quiénes son los competidores más sólidos en cuanto a la tecnología de manufactura aditiva y su impacto en el mercado nacional; si bien hay varias empresas, sólo los distribuidores nacionales de equipos de impresión 3D destacan por su capacidad de fabricación con equipos globales en México para imprimir componentes y atender directamente a la industria (tabla 17).

Tabla 17

Centros de manufactura aditiva México

Nombre	Especialidad	Costos	Diferenciadores	Página Web
3D Market	Plásticos	Medio	Impresoras, escáner, consumibles	https://www.3dmarket.mx/impresora-3d-monterrey/
3D Factory	Plásticos Industriales	Bajo	Refacciones	https://3dfactory.mx/
Sitres Latam	Plásticos y Nuevos Materiales	Medio	Impresoras 3D nuevas	https://sitres.com.mx/
Additiu by Aplicaciones Industriales de Calidad	Metales	Alto	DMLS	https://apic.com.mx/

Fuente: elaboración propia.

Ahora que ya se analizaron empresas especializadas en brindar servicios a través de una capacidad tecnológica instalada, se analiza el tamaño del mercado de Makerspace de forma local, es decir, quiénes pueden ser clientes, para ello se analizan variables de oferta y demanda de forma local (figura 14).

Dimensionamiento del Mercado (Makerspace)	
Demanda	Oferta
Mercado Disponible	
Excedente de Oferta +++++	Déficit de Oferta --
Escala mínima Tecnológica < menor	Escala mínima Tecnológica > mayor
Tamaño mínimo económico < menor	Tamaño mínimo económico > mayor
Proyecto NO viable	Proyecto Viable

Figura 14. Dimensionamiento del mercado de Makerspace local. Elaboración propia.

Por lo anterior, se dice que el estudio de mercado comprende tres etapas: I la definición de cobertura del estudio o área de influencia; II recopilación de información y III análisis, en la cobertura o área de influencia, que significa el área geográfica en la cual se circunscribirá la investigación sobre el análisis conceptual del proyecto de inversión; el segundo paso es la recopilación de la información, cuantificación del mercado doméstico, puede ser documental o de muestreo para determinar el volumen de demanda.

Comportamiento de la Industria de Plásticos e Impresión 3D

El análisis de clientes, la evaluación de sus necesidades y deseos, implica aplicar encuestas a los consumidores, analizar la información y evaluar estrategias de posicionamiento en el mercado, desarrollar perfiles de los clientes y determinar estrategias óptimas de segmentación de mercado, por ello resulta clave determinar los patrones de compra de los clientes actuales y potenciales.

La producción a nivel global se encuentra concentrada el 24% en China y Japón; el resto de Asia con el 21%; Europa 20%; USMCA 20%; América Latina 5%; Medio Oriente y África 7%.

La categoría de plásticos los polietilenos de baja densidad representaron en 2011 el 17%, polietilenos de alta densidad 12%, polipropileno 19%, policloruro de vinilo 11%, poliestirenos 7.5%, polietileno tereftalato 6.5% y poliuretanos 7% y otros plásticos corresponden al 20%.

Mientras que por su uso, empaque y almacenamiento 40%; aplicaciones para el hogar y deportes 20%; construcción 20.3%; autopartes 8.2%; eléctricos/electrónicos 5.5% y agricultura 4.2%.

Por lo tanto, un diferenciador de la industria del plástico radica en la diversificación de materia prima y aplicaciones. En México, el comportamiento de la industria de plástico mantuvo tasas de crecimiento por debajo del PIB nacional; sin embargo, se ha mantenido por arriba del 5% anual de 2015 a 2020.

Anexo 3: Estudio técnico

A continuación, se describen aquellos factores que sustentan la viabilidad de este proyecto de inversión en el sector industrial, en el subsector de plásticos, donde se analizan las diferentes tecnologías para producir los bienes y servicios, además de verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas, desarrollado en la zona industrial de Ciudad Sahagún, Hidalgo.

Factores que condicionan la mejor ubicación de un proyecto

En este apartado se analizan los factores de localización que influyen en la decisión de la ubicación del proyecto, entre ellos destaca el impacto favorable.

Factores en la selección de la ubicación del proyecto de inversión

- a) Institucionales. Los centros de manufactura aditiva no cuentan actualmente con incentivos fiscales.
- b) Servicios. La ubicación cuenta con luz, agua, drenaje, teléfono e internet.
- c) Materias primas. La disponibilidad a Ciudad de México donde se reabastece la materia prima para utilizar los filamentos está a una hora y media, por lo que los costos logísticos son intermedios y se puede ofrecer una respuesta inmediata y eficiente a los clientes ubicados en la zona industrial.
- d) Mano de obra. Una de las variables clave es la mano de obra calificada en el sector metalmecánico, se cuenta además con empresas de soplado e inyección de plástico en la zona, así mismo con universidades de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica.
- e) Ubicación estratégica. La cercanía, a 15 minutos de la ciudad en transporte público, y la comunicación de transporte a la Ciudad de México (1.5h), Puebla (2h) y Querétaro (2.5h), donde se encuentra un número importante de empresas que requieren los servicios de impresión 3D.

Aspectos geográficos

El municipio de Tepeapulco cuenta con una extensión territorial de 239 km², cuenta con 17 colonias, 2 zonas industriales, 1 parque industrial, 2 fraccionamientos, condominios, colonias.

Aspectos socioeconómicos

El municipio cuenta con la población total de 56,245 habitantes, de los cuales en 26,940 son hombres y 29,305 mujeres.

Educación

La educación ha sido un logro importante, lo que ha detonado en mano de obra calificada, profesionales titulados y mano de obra especializada en procesos industriales metalmecánicos.

Servicios

El municipio cuenta con servicios de agua, luz eléctrica, pavimentación, drenaje, teléfono, correo, transporte terrestre, bancos, tiendas de autoservicio, paquetería, universidades, hospital, centro de salud, escuelas, parques, canchas deportivas, áreas verdes.

Aspectos gubernamentales

El municipio de Tepeapulco sigue una política de rápido desarrollo urbano, dado el incremento poblacional que se ha dado en los últimos años, surgiendo nuevas necesidades. La responsabilidad de ejecución corresponde primordialmente al gobierno del Estado de Hidalgo y al gobierno municipal con el objeto de cumplir y satisfacer las directrices del bienestar social apoyado de iniciativas las empresas locales.

Ubicación estratégica

El análisis de la ubicación indica que la mejor alternativa de instalación de un proyecto es en un terreno de 400m², mismo que se encuentra en la colonia Real del Bosque, este terreno cuenta con acceso a la avenida principal y es una zona con ubicación estratégica a 1 km de la zona industrial.

Localización del proyecto

Makerspace quedará comprendido dentro del estado de Hidalgo, en el municipio de Tepeapulco. En Ciudad Sahagún, en el estado de Hidalgo.

- a) Costo de adquisición de terrenos. El costo promedio de compra-venta por m² oscila entre los \$500 a \$650 MXN por m² sin construcción, con la posibilidad de ampliar terreno con opciones de expansión con la compra de terrenos adjuntos a largo plazo.
- b) Seguridad pública. Es clave contar con un lugar seguro para personal, proveedores y clientes para tener la cercanía con el cliente.

En la figura 15 se presenta el mapa de macro localización donde se ubicará el Proyecto

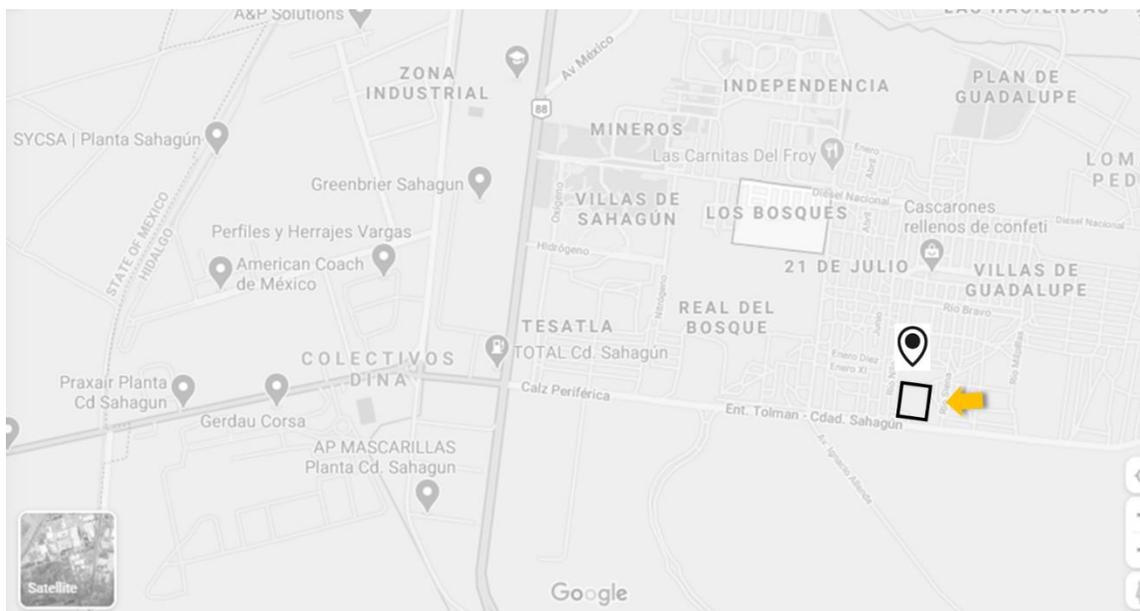


Figura 15. Mapa de localización de Makerspace. Obtenida de GoogleMaps

Micro localización

La localización más adecuada del Makerspace es a 1 km del parque industrial de Ciudad Sahagún; el objetivo es instalarlo a 10 minutos de la zona industrial, cercano a empresas como Gerdau Corsa, Greenbrier y Alstom, por cercanía a la industria y acceso a zona comercial y residencial.

Dado que se encuentra cerca de la avenida principal Diésel Nacional, al ser esta una arteria vial importante que conduce a otras colonias cercanas.

Por lo anteriormente descrito, se cumple con las especificaciones legales y de mercado necesarias para su instalación: se cuentan con los permisos ante las autoridades municipales para uso comercial y por otra parte, la facilidad al mercado de consumo y las fuentes de abastecimiento de materiales, mano de obra y recursos financieros necesarios para la operación del Makerspace, cumpliendo los factores clave para el éxito del proyecto de inversión.

La disponibilidad en el suministro de recursos, tanto materiales como humanos y financieros no representan factores de riesgo que limiten la factibilidad del proyecto, con los recursos con los que se cuentan puede cumplirse el tiempo estipulado en el proyecto.

Ingeniería del proyecto

El objetivo es que sea un sitio simple, moderno y estructurado, por lo que es clave contar con una distribución eficiente, segura y con uso de ecotecnologías para optimizar los recursos. Con base en lo anteriormente descrito, se incluye un plano dimensional para identificar las medidas del proyecto en cuanto obra civil (figura 16).

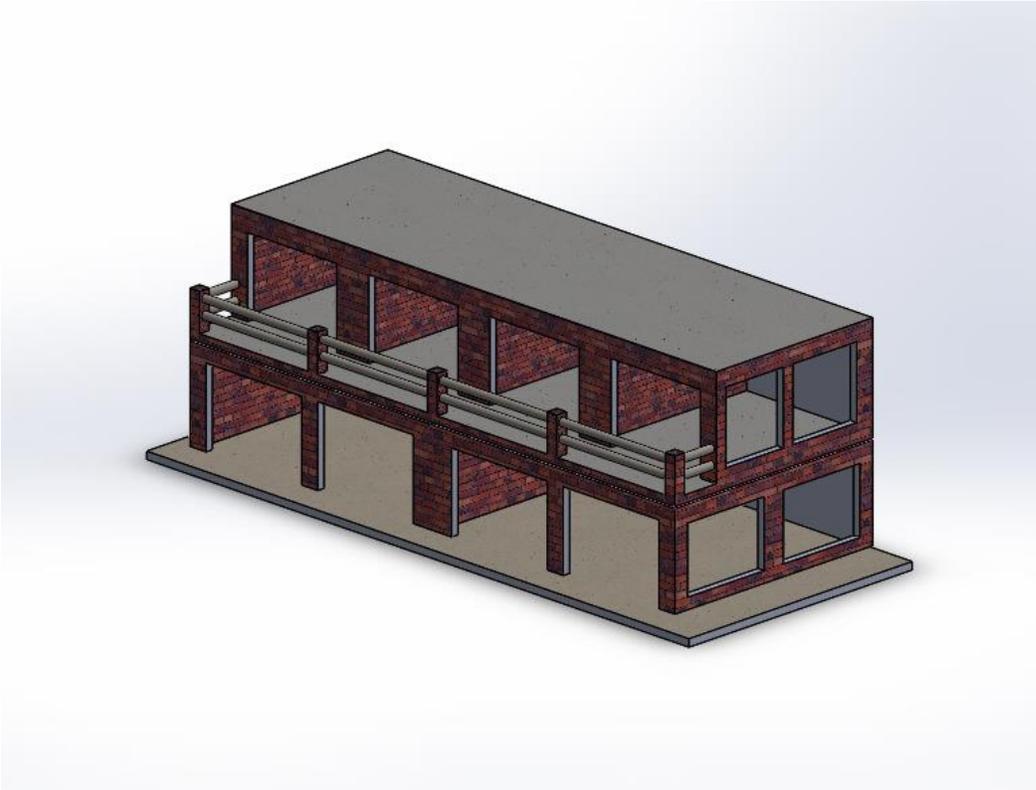


Figura 16. Vista frontal del centro de manufactura aditiva. Elaboración propia.

Para lograr la comercialización de autopartes con plásticos reciclados de piezas de interiores a través de manufactura aditiva, será necesario contar con un local de 400m² para localizar: (1) mostrador con piezas fabricadas a través de manufactura aditiva; (2) anaquel con inventario de autopartes con plásticos genéricos de alta rotación; (3) una mesa de trabajo con banco de impresión, con todas las herramientas necesarias para aseguramiento de calidad de producción (figuras 17, 18 y 19).

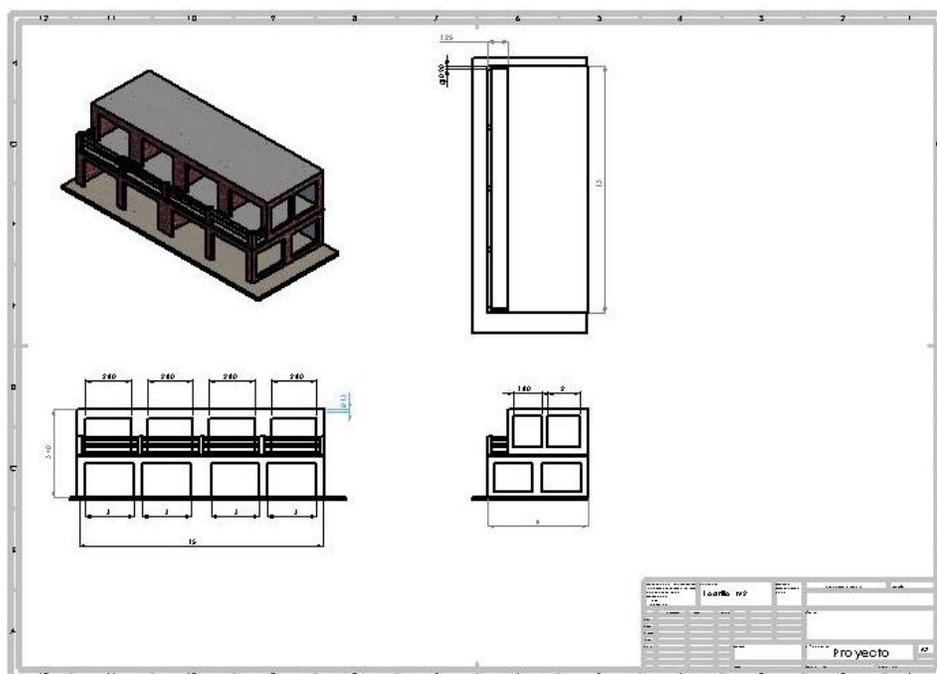


Figura 17. Plano con medidas de construcción de Makerspace. Elaboración propia.

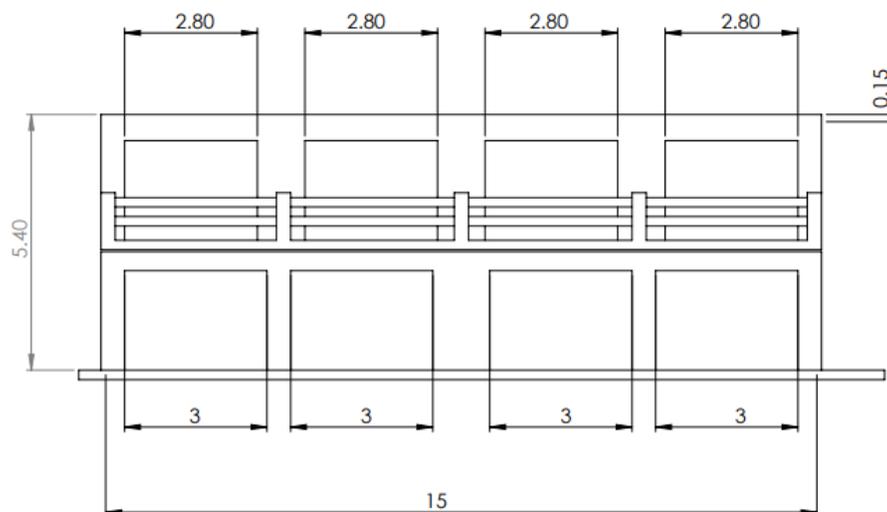


Figura 18. Vista frontal de distribución de Makerspace. Elaboración propia.

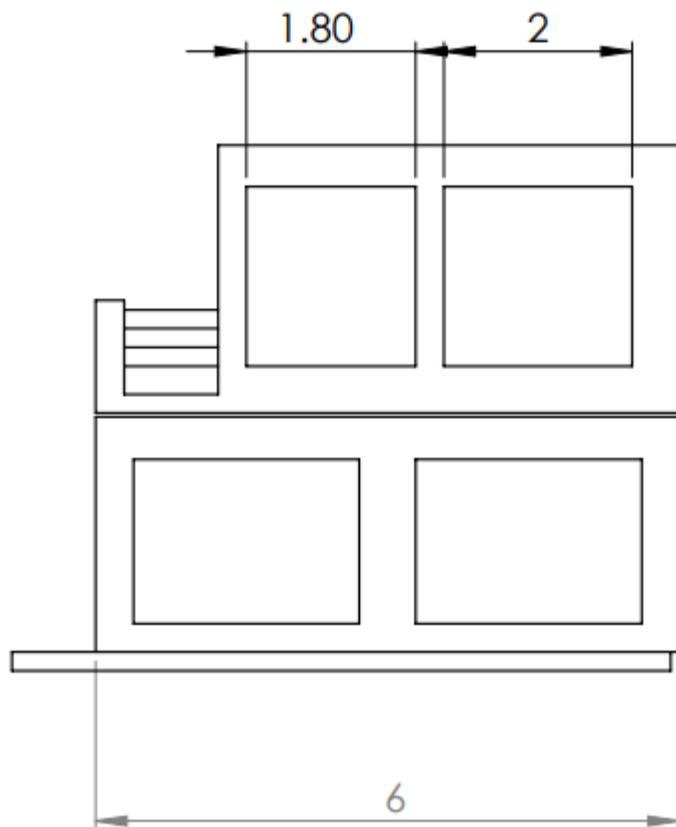


Figura 19. Vista lateral de distribución de Makerspace. Elaboración propia.

En la tabla 18 se describe la distribución de la instalación del Makerspace.

Tabla 18

Distribución de la instalación de Makerspace (m²)

Área	Layout	Especificaciones	Área de construcción
Sótano		PB Tienda de refacciones / café de diseño	90 m ²
		Planta 1 Makerspace	
		Planta 2 oficinas	
		PH jardín orgánico y paneles solares	
Sótano	Sistema de Recirculación y tratamiento de agua	1 cisterna Rotoplas (10,000 L de agua)	18 m ²
		2 Rotoplas (1,000 L de agua)	
	Sistema eléctrico	Transformador de 220 y 440 KW	50 m ²
	Sistema neumático	Compresor de 10 HP, secador y filtros	3 m ²
Planta baja	Tienda de refacciones		18 m ²
	Sala de atención a clientes y showroom de piezas impresas en 3D	Pantalla, bocina y sala	9 m ²
Planta alta	Manufactura, Investigación y Desarrollo	1 brazo de robot FANUC	4 m ²
	Centro de diseño	Mesas de trabajo, computadoras, impresoras 3D	18 m ²
	Materiales	Estantes de materiales	9 m ²

Fuente: elaboración propia.

El Makerspace contará con áreas de servicio para manufactura, para venta de refacciones de uso final, un centro de diseño y un centro de mantenimiento, como se muestra en la figura 20.

Diseño y distribución de planta (layout)

La distribución de layout se muestra en la figura 20.

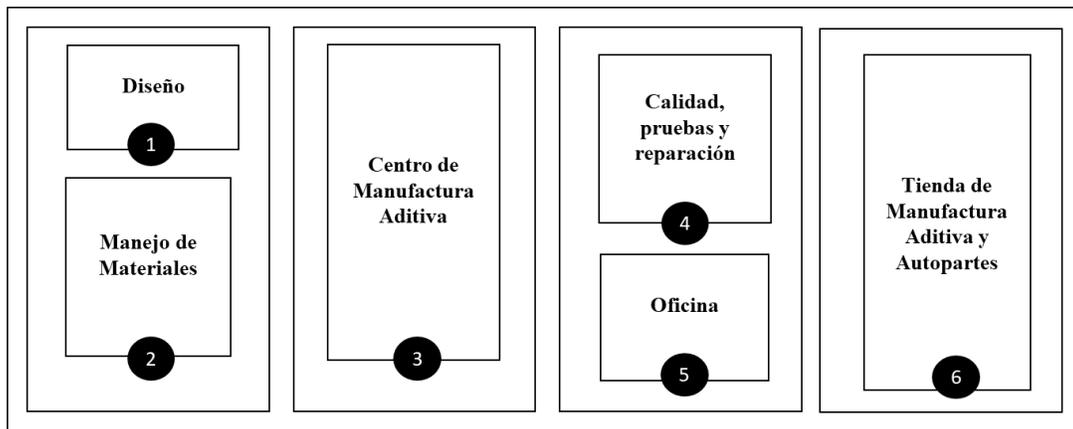


Figura 19. Layout general del centro de manufactura aditiva. Elaboración propia.

Gráficamente se refleja lo siguiente:

- 1) Diseño, en esta parte se incluyen las computadoras, servidores y todo lo necesario para un centro robusto de diseño de autopartes.
- 2) Almacén o manejo de materiales, en esta parte administrarán los insumos de materia prima, refacciones para los equipos de impresión 3D, así como todas las autopartes ya fabricadas o de uso final.
- 3) Centro de Producción de Manufactura Aditiva, en esta área se contemplan los equipos para fabricación de autopartes a través de impresión 3D, las máquinas, transformadores y demás equipos para el correcto funcionamiento del centro de manufactura aditiva.
- 4) Calidad, pruebas, y reparación, esta área tiene como objetivo garantizar la calidad de todas las piezas fabricadas, con equipos de medición, re-trabajo y acabado final.
- 5) Área de trabajo colaborativo u oficina contará con refrigerador y cafetería para ofrecer a los clientes, empleados y proveedores.
- 6) Tienda de manufactura aditiva y de autopartes, este espacio está destinado a la venta al público de las piezas que se fabriquen y de otras autopartes para conocer áreas de

oportunidad, mejora continua y escuchar de viva voz qué opinan los clientes y consumidores finales sobre la impresión 3D.

Programa de calidad

El programa de calidad se basará en la norma IATF16949 e ISO:9001:2015, es decir, se contará con todo el sistema digital de aseguramiento de calidad, para en su momento poder certificar los procesos de manufactura aditiva que garanticen la calidad final de las piezas que se entregarán al cliente.

Programa de mantenimiento para equipos

El programa de mantenimiento de los equipos de impresión 3D para brindar servicio a Makerspace, el primero de ellos se representa como el mantenimiento preventivo (tabla 19).

Tabla 19

Programa de mantenimiento preventivo Makerspace Sahagún, 2023

Preventivo	Herramienta y aplicación	Periodicidad
Limpieza de plataforma de impresión	Esponja humedecida, no jabón	Diario y cada 3 ciclos de producción
Material suficiente	Plástico y fibra	Diario
Inspección de boquillas, mangueras y tubos de alimentación	Pinzas y cepillos de cerdas de latón	Diario
Nivelación de plataforma	Digitalmente, con base en la configuración de los equipos	Diario
Bolsas de desecante	Sustituir cada vez que se cambien las bobinas de plástico	Por evento
Inspección de tubos flexibles	En busca de desgaste	Por evento
Inspección lente de láser	En busca de manchas y residuos	Por evento

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, con el uso común de los equipos es importante considerar el presupuesto de mantenimientos correctivos, es decir, aquellos que no estaban planeados, ya sea el cambio de boquillas o tubo de fibra, que son partes clave para que los equipos de manufactura aditiva continúen trabajando en el centro de manufactura aditiva de manera adecuada (21).

Tabla 20

Mantenimiento correctivo Makerspace Sahagún, 2023

	Herramienta	Periodicidad
Sustitución de boquillas de plástico y de fibras	Manuales	3- 6 meses o cuando ocurra
Tubo Bowden o de fibra	Manuales	1-3 meses

Fuente; elaboración propia

Otro rubro importante es el uso de software para contar con todas las herramientas digitales necesarias para robustecer las aplicaciones para el desarrollo de componentes mecánicos a través de manufactura aditiva, para ello se desglosan en la tabla 21 las principales herramientas disponibles para ser consideradas dentro del proyecto de inversión.

Tabla 21

Software para el uso de impresoras industriales 3D

Software	Soporte	Entrenamiento
(1) Eiger Basado en la nube para diseñar piezas capa por capa, simulación e inspección de piezas previos a la fabricación final	Garantía de 1 año Seguimiento para el correcto funcionamiento del equipo, uso y reemplazo de piezas	Conocer aplicaciones de los diversos materiales a través de aplicaciones y diseño para diseñar piezas con impresoras industriales 3D
(2) Solidworks Diseño de piezas para fabricación de componentes de ingeniería	Con base en la compra de la licencia anual, el distribuidor ofrece soporte para la instalación, uso y seguimiento para el diseño de dichas autopartes	Si bien todos los cursos de diseño tienen un costo, esta herramienta digital es básica para validar si con base en las especificaciones de ingeniería se cumple con lo requerido por parte del cliente
(3) Geomagic Design X Software de ingeniería inversa	Con el uso de escáners se puede combinar el procesamiento de datos de escaneado 3D con CAD basado en historial	El fabricante de este software ofrece conocer ingeniería inversa, modelado paramétrico, compatibilidad con escáners, modificación de cotas de acuerdo con los ajustes de diseño

Fuente: elaboración propia

Con base en la tabla anterior es importante mencionar que el primero de ellos se especializa en manufactura aditiva, el segundo en diseño y simulación y el tercero en ingeniería inversa, cada uno de ellos tiene beneficios en la organización y su objetivo es que la mano de obra calificada que forme parte del equipo o talento humano, domine el uso de estas 3 herramientas para asegurar la calidad desde el diseño, ingeniería inversa y pruebas sobre las diversas piezas con base en los requerimientos del cliente.

Tabla 22

Tipo de impresoras industriales

Parámetros	Capacidad de fabricación	Temperatura de hasta	Materiales	Costo de refacción	Costo de materiales	Alimentación
Mark2	485x330x355 mm	145 °C	Onyx, Nylon, TPU 95 ^a , PLA, Fibra de carbono, vidrio, Kevlar, fibra de vidrio HSHT	Medio	Medio	100-240 V CA, 150 W (pico 2 A)
Onyx Pro	320 x132x154mm		Onyx, Precise PLA, Smooth TPU 95 ^a , fibra de vidrio	Alto	Alto	100-240 V CA, 150 W (pico 2 A)
FX20	525x400x400 mm	200 °C	Ultem 9085 Onyx, Onyx retardante de llama (FR), Onyx ESD, Nylon White Fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra de aramida (Kevlar®), fibra de vidrio HSHT	Alto	Alto	200-240 VAC 2W+PE 40A // 200-240 VAC 3Ø+PE 24A // 347-415 VAC 3Ø+N+PE 14A; 50-60 Hz

Fuente: elaboración propia

Descripción del proceso de producción

El proceso de producción de manufactura aditiva se contempla en 5 pasos:

1. Diseño. Diseñar la pieza o escanear de un modelo original da como resultado la validación del diseño final para ser fabricado a través de impresión 3D.
2. Exportación STL. Una vez que se cuenta con el diseño, se simula en el software de impresión 3D.
3. Simulación previa a la fabricación. Con base en ese software se valida la mejor orientación para la fabricación de piezas completas, es decir, si existen errores en el diseño este software hacer saber qué superficies se encuentran abiertas y por ende no será posible su fabricación como pieza sólida, semisólida o cóncava.
4. Fabricación. Se fabrica la pieza una vez que se valida el diseño, en el caso de la tecnología FDM a deposición de material fundido industrial se fabricará una base sobre la cama de fabricación sobre el equipo seleccionado.
5. Acabado final. Una vez la fabricación de la pieza, se quitan los soportes en PLA o en el material que se decida y se da un acabado final a las piezas fabricadas, este acabado puede ser un pulido o limpieza de las rebabas de la impresora 3D en plástico.

Procesos

- Investigación y Desarrollo
 - Investigación de mercado.
 - Desarrollo de nuevos productos.
 - Desarrollo de nuevo mecanismo.

- Diseño
 - Diseño conceptual.
 - Análisis estructural.
 - Prototipos.
 - Simulación.

- Preparación de producción
 - Diseño del proceso.
 - Diseño y producción de Die / Gauge / Herramental.

- Producción
 - Sistema de producción esbelto.
 - Líneas de producción integradas.

Características de la tecnología, equipos e instalaciones

FDM, también conocida como modelado por deposición fundida, implica un proceso de fabricación utilizando impresoras 3D, esta tecnología inicia sometiendo a calor un filamento de plástico, el cual al ser derretido es extruido en una plataforma de fabricación, es decir, cada vez se adiciona una capa en la plataforma, la cual desciende y así sucesivamente hasta concluir con la impresión completa de la pieza. Esta tecnología fue desarrollada por S. Scott Crump a finales de 1980 y comercializada en 1990 por Stratasys Inc. Entre los principales plásticos se encuentra el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno).

Capacidad de planta

Para Araujo (2010) existen 4 modalidades de producción, mismas que se describen a continuación.

- Capacidad de diseño o teórica. Es el monto hipotético de producción de artículos estandarizados en condiciones ideales de operación por unidad de tiempo.
- Capacidad instalada. Es la producción máxima de un artículo específico o una combinación de productos, que el sistema de trabajadores y máquinas pueden generar, trabajando de forma integrada, por unidad de tiempo.
- Capacidad real. Es el promedio de artículos producidos por unidad de tiempo que alcanza una empresa en un lapso determinado, considerando todas las posibles contingencias que se presentan en la producción de un artículo en condiciones normales de operación.
- Capacidad utilizada. Es la producción lograda conforme a la demanda que dicta el mercado y que generalmente se ubica por debajo de la capacidad real.
- Capacidad ociosa. Es la diferencia entre la capacidad utilizada y la capacidad real.

Anexo 4. Estudio financiero

El estudio financiero representa la base de esta propuesta tecnológica, analizar y medir su impacto económico y financiero, además de un conjunto de herramientas financieras que permitirán la toma de decisión sobre el proyecto de inversión que se analiza en el presente.

Para poner en marcha el proyecto se requieren recursos por \$5,000,000.00 y las fuentes de financiamiento se muestran en la tabla 23. Se establecerá una mezcla de capital, ya que se realizarán aportaciones de socios y la solicitud de un crédito bancario.

Tabla 23

Capital Social de inversión inicial

Socios	Especie	Efectivo	Crédito	Rendimiento
Moisés Valencia	\$500,000.00	\$650,000.00		25%
Francisco Urreola		\$350,000.00		10%
Xavier Ancona		\$500,000.00		15%
Miguel Chávez		\$500,000.00		12.5%
Préstamo bancario			\$2,500,000.00	11%
Capital Social total	\$500,000.00	\$2,000,000.00	\$2,500,000.00	

Fuente: elaboración propia.

La inversión de \$5,000,000.00 se utilizará para la puesta en marcha del negocio y será la que se muestra en la figura 21.

INVERSIÓN					
No. Consecutivo	Descripción	Cantidad	Subtotal	Total	Total
1	Maquinaria	1	\$2,050,000.00	\$2,050,000.00	\$2,050,000.00
	Impresora 3D	1	\$ 450,000.00	\$ 450,000.00	
	Inyectora de plástico	1	\$ 900,000.00	\$ 900,000.00	
	Equipo CNC	1	\$ 700,000.00	\$ 700,000.00	
2	Herramientas	1	\$ 17,840.00	\$ 17,840.00	\$17,840.00
	Kit de pinzas	1	\$ 500.00	\$ 500.00	
	polipastos	1	\$ 2,650.00	\$ 2,650.00	
	cadena para polipastos	3	\$ 585.00	\$ 1,755.00	
	kit de prensas de hierro	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	
	juego de puntas mixtas	1	\$ 250.00	\$ 250.00	
	Escalera	1	\$ 3,950.00	\$ 3,950.00	
	juego de desarmadores dielectricos	1	\$ 285.00	\$ 285.00	
	bascula 25kg	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	
	bascula recargable 500 kg	1	\$ 4,950.00	\$ 4,950.00	
3	Mobiliario	1	\$ 31,500.00	\$ 31,500.00	\$31,500.00
	Archivero	1	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00	
	Archivero plegable	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
	Mesa lifetime	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	
	sillas lifetime	4	\$ 500.00	\$ 2,000.00	
	sillon para clientes	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	
4	Equipo de computo	1	\$ 17,500.00	\$ 17,500.00	\$17,500.00
	impresora tinta recargable	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
	Laptop	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	
	no break	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
5	Equipo de transporte	1	\$ 425,000.00	\$ 425,000.00	\$425,000.00
	Vehiculo eléctrico utilitario	1	\$ 350,000.00	\$ 350,000.00	
	vehículo de reparto	1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	
	bicicletas eléctricas	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	
6	Activo diferido	1	\$ 104,910.00	\$ 104,910.00	\$104,910.00
	Instalación eléctrica	1	\$ 75,000.00	\$ 75,000.00	
	instalación neumatica	1	\$ 29,910.00	\$ 29,910.00	
7	Inventario inicial	1	\$1,253,250.00	\$1,253,250.00	\$1,253,250.00
	Kit de polimeros para impresora 3D	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	
	Kit de pellet para inyectora	10	\$ 30,000.00	\$ 300,000.00	
	kit de lámina metálica	5	\$ 60,000.00	\$ 300,000.00	
8	Construcción	1	\$ 600,000.00	\$ 600,000.00	\$ 600,000.00
			SUB-TOTAL		\$4,500,000.00

Figura 21. Inversión inicial de proyecto de inversión. Elaboración propia.

Las ventas estimadas a 5 años se muestran en la figura 22.

e.

Ingresos presupuestados por ventas anuales					
Mes	Ingresos 1	Ingresos 2	Ingresos 3	Ingresos 4	Ingresos 5
Enero	\$ 483,750.00	\$ 725,625.00	\$ 1,088,437.50	\$ 1,523,812.50	\$ 1,980,956.25
Febrero	393,750.00	590,625.00	885,937.50	1,240,312.50	1,612,406.25
Marzo	353,750.00	530,625.00	795,937.50	1,114,312.50	1,448,606.25
Abril	518,750.00	778,125.00	1,167,187.50	1,634,062.50	2,124,281.25
Mayo	393,750.00	590,625.00	885,937.50	1,240,312.50	1,612,406.25
Junio	543,750.00	815,625.00	1,223,437.50	1,712,812.50	2,226,656.25
Julio	348,750.00	523,125.00	784,687.50	1,098,562.50	1,428,131.25
Agosto	368,750.00	553,125.00	829,687.50	1,161,562.50	1,510,031.25
Septiembre	388,750.00	583,125.00	874,687.50	1,224,562.50	1,591,931.25
Octubre	343,750.00	515,625.00	773,437.50	1,082,812.50	1,407,656.25
Noviembre	513,750.00	770,625.00	1,155,937.50	1,618,312.50	2,103,806.25
Diciembre	388,750.00	583,125.00	874,687.50	1,224,562.50	1,591,931.25
TOTAL	\$ 5,040,000.00	\$ 7,560,000.00	\$ 11,340,000.00	\$ 15,876,000.00	\$ 20,638,800.00

Figura 22. Ventas Makerspace (5 años). Elaboración propia.

La estimación de costos y gastos, por un año y por 5 años se muestran en las figuras 23, 24 y 25.

MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES							HISTORICO
No.	CONCEPTO	UNIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	Cantidad	TOTAL	AÑO
						MENSUAL	
1	Polimeros para impresora 3d	PZA	Carrete	\$2,500.00	10.000	\$ 25,000.00	\$ 300,000.00
2	polimeros para inyección de plásticos	PZA	Pellet	\$25,000.00	5.000	\$ 125,000.00	\$ 1,500,000.00
3	placas metálicas para CNC	PZA	Placa	\$27,500.00	5.000	\$ 137,500.00	\$ 1,650,000.00
4						\$ -	\$ -
18	COSTO TOTAL					\$ -	\$ -
TOTALES						\$ 287,500.00	\$ 3,450,000.00

Figura 23. Materia prima y materiales. Elaboración propia.

GASTOS ADMINISTRACION			PROYECTADO						
			AÑO						
CONCEPTO	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL	1	2	3	4	5	
Energía eléctrica	\$ 1,500.00	\$ 18,000.00	Energía eléctrica	\$ 1,500.00	\$ 18,000.00	\$ 18,900.00	\$ 19,845.00	\$ 20,837.25	\$ 21,879.11
Pago proyecto solar	\$ 3,500.00	\$ 42,000.00	Pago proyecto solar	\$ 3,500.00	\$ 42,000.00	\$ 44,100.00	\$ 46,305.00	\$ 48,620.25	\$ 51,051.26
Teléfono	\$ 600.00	\$ 7,200.00	Teléfono	\$ 600.00	\$ 7,200.00	\$ 7,560.00	\$ 7,938.00	\$ 8,334.90	\$ 8,751.65
Papelera	\$ 500.00	\$ 6,000.00	Papelera	\$ 500.00	\$ 6,000.00	\$ 6,300.00	\$ 6,615.00	\$ 6,945.75	\$ 7,293.04
TOTAL	\$ 6,100.00	\$ 73,200.00	TOTAL	\$ 6,100.00	\$ 73,200.00	\$ 76,860.00	\$ 80,703.00	\$ 84,738.15	\$ 88,975.06

GASTOS VENTA			AÑO						
CONCEPTO	MENSUAL	ANUAL	MENSUAL	1	2	3	4	5	
Mantenimiento de equipo	\$ 250.00	\$ 3,000.00	Mantenimiento de equi	\$ 250.00	\$ 3,000.00	\$ 3,150.00	\$ 3,307.50	\$ 3,472.88	\$ 3,646.52
Renta de internet	\$ 600.00	\$ 7,200.00	Renta de internet	\$ 600.00	\$ 7,200.00	\$ 7,560.00	\$ 7,938.00	\$ 8,334.90	\$ 8,751.65
TOTAL	\$ 60,250.00	\$ 723,000.00	TOTAL	\$ 60,250.00	\$ 10,200.00	\$ 10,710.00	\$ 11,245.50	\$ 11,807.78	\$ 12,398.16

Figura 26. Costos fijos proyectados (anuales). Elaboración propia.

Activos fijos

Con la adquisición de los préstamos y las aportaciones de los socios se adquirirán activos y estos se deprecian cada año, quedando la depreciación en atención a los porcentajes máximos autorizados por las legislaciones fiscales vigentes como se muestra en la figura 27.

				AÑO				
EDIFICIOS				1	2	3	4	5
PRECIO				5%				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL	DEPRECIACION				
Cimentación	\$ 1.00	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Estructural	\$ 1.00	\$ 200,000.00	\$ 200,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
Arquitectónico	\$ 1.00	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00
Instalaciones (otras)	\$ 1.00	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
TOTALES			\$ 600,000.00	\$ 30,000.00				

				AÑO				
MAQUINARIA				1	2	3	4	5
PRECIO				10%				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL	DEPRECIACION				
Impresora 3D	1	\$ 450,000.00	\$ 450,000.00	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00	\$ 45,000.00
Inyectora	1	\$ 1,600,000.00	\$ 1,600,000.00	\$ 160,000.00	\$ 160,000.00	\$ 160,000.00	\$ 160,000.00	\$ 160,000.00
TOTALES			\$ 2,050,000.00	\$ 205,000.00				

				AÑO		
HERRAMIENTAS				1	2	3
		PRECIO		35%		
CONCEPTO	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL	DEPRECIACION		
Kit de pinzas	1	\$500.00	\$ 500.00	\$ 175.00	\$ 175.00	\$ 150.00
poliipastos	1	\$2,650.00	\$ 2,650.00	\$ 927.50	\$ 927.50	\$ 795.00
cadena para polipastos	3	\$585.00	\$ 1,755.00	\$ 614.25	\$ 614.25	\$ 526.50
kit de prensas de hierro	1	\$1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 350.00	\$ 350.00	\$ 300.00
juego de puntas mixtas	1	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 87.50	\$ 87.50	\$ 75.00
Escalera	1	\$3,950	\$ 3,950.00	\$ 1,382.50	\$ 1,382.50	\$ 1,185.00
juego de desarmadores dielec	1	\$285	\$ 285.00	\$ 99.75	\$ 99.75	\$ 85.50
bascula 25kg	1	\$2,500	\$ 2,500.00	\$ 875.00	\$ 875.00	\$ 750.00
bascula recargable 500 kg	1	\$4,950	\$ 4,950.00	\$ 1,732.50	\$ 1,732.50	\$ 1,485.00
TOTALES			\$ 17,840.00	\$ 6,244.00	\$ 6,244.00	\$ 5,352.00

				AÑO				
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA				1	2	3	4	5
		PRECIO		10%				
CONCEPTO	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL	DEPRECIACION				
Archivero	1	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 700.00
Archivero plegable	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00
mesa lifetime	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 250.00
sillas lifetime	4	\$ 500.00	\$ 2,000.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00
sillon para clientes	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
TOTALES			\$ 31,500.00	\$ 3,150.00				

				AÑO		
EQUIPO DE COMPUTO				1	2	3
		PRECIO		33%	33%	34%
CONCEPTO	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL	DEPRECIACION		
impresora tinta recargable	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 1,650.00	\$ 1,650.00	\$ 1,700.00
Laptop	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 2,475.00	\$ 2,475.00	\$ 2,550.00
no break	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 1,650.00	\$ 1,650.00	\$ 1,700.00
TOTALES			\$ 17,500.00	\$ 5,775.00	\$ 5,775.00	\$ 5,950.00

				AÑO			
EQUIPO DE TRANSPORTE				1	2	3	4
		PRECIO		25%			
CONCEPTO	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL	DEPRECIACION			
Vehiculo eléctrico utilitario	1	\$ 350,000.00	\$ 350,000.00	\$ 87,500.00	\$ 87,500.00	\$ 87,500.00	\$ 87,500.00
vehiculo de reparto	1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00	\$ 12,500.00
bicicletas eléctricas	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 6,250.00	\$ 6,250.00	\$ 6,250.00	\$ 6,250.00
TOTALES			\$ 425,000.00	\$ 106,250.00	\$ 106,250.00	\$ 106,250.00	\$ 106,250.00

Figura 27. Activos del centro de manufactura aditiva. Elaboración propia.

Crédito bancario

Respecto al crédito bancario, las condiciones financieras son (figura 28):

Monto del crédito: \$ 2,500,000.00.

Tasa de interés anual: 14%.

Periodo del crédito: 60 meses.

Periodo de gracia: 6 meses.

NOMBRE:			
FECHA:		08-jul-23	
TIPO DE CREDITO:		CRÉDITO BANCARIO	
MONTO:	\$	2,500,000.00	PESOS
PLAZO:		60	MESES
TASA DE INTERES:		14%	%
PERIODO DE GRACIA:		6	MESES

MES	IMPORTE	INTERES	CAPITAL	PAGO TOTAL	SALDO
1	\$ 2,500,000.00	\$ 29,166.67	\$ -	\$ 29,166.67	\$ 2,500,000.00
2	\$ 2,500,000.00	\$ 29,166.67	\$ -	\$ 29,166.67	\$ 2,500,000.00
3	\$ 2,500,000.00	\$ 29,166.67	\$ -	\$ 29,166.67	\$ 2,500,000.00
4	\$ 2,500,000.00	\$ 29,166.67	\$ -	\$ 29,166.67	\$ 2,500,000.00
5	\$ 2,500,000.00	\$ 29,166.67	\$ -	\$ 29,166.67	\$ 2,500,000.00
6	\$ 2,500,000.00	\$ 29,166.67	\$ -	\$ 29,166.67	\$ 2,500,000.00
7	\$ 2,500,000.00	\$ 29,166.67	\$ 46,296.30	\$ 75,462.96	\$ 2,453,703.70
8	\$ 2,453,703.70	\$ 28,626.54	\$ 46,296.30	\$ 74,922.84	\$ 2,407,407.41
9	\$ 2,407,407.41	\$ 28,086.42	\$ 46,296.30	\$ 74,382.72	\$ 2,361,111.11
10	\$ 2,361,111.11	\$ 27,546.30	\$ 46,296.30	\$ 73,842.59	\$ 2,314,814.81
11	\$ 2,314,814.81	\$ 27,006.17	\$ 46,296.30	\$ 73,302.47	\$ 2,268,518.52
12	\$ 2,268,518.52	\$ 26,466.05	\$ 46,296.30	\$ 72,762.35	\$ 2,222,222.22
13	\$ 2,222,222.22	\$ 25,925.93	\$ 46,296.30	\$ 72,222.22	\$ 2,175,925.93
14	\$ 2,175,925.93	\$ 25,385.80	\$ 46,296.30	\$ 71,682.10	\$ 2,129,629.63
15	\$ 2,129,629.63	\$ 24,845.68	\$ 46,296.30	\$ 71,141.98	\$ 2,083,333.33
16	\$ 2,083,333.33	\$ 24,305.56	\$ 46,296.30	\$ 70,601.85	\$ 2,037,037.04
17	\$ 2,037,037.04	\$ 23,765.43	\$ 46,296.30	\$ 70,061.73	\$ 1,990,740.74
18	\$ 1,990,740.74	\$ 23,225.31	\$ 46,296.30	\$ 69,521.60	\$ 1,944,444.44
19	\$ 1,944,444.44	\$ 22,685.19	\$ 46,296.30	\$ 68,981.48	\$ 1,898,148.15
20	\$ 1,898,148.15	\$ 22,145.06	\$ 46,296.30	\$ 68,441.36	\$ 1,851,851.85
21	\$ 1,851,851.85	\$ 21,604.94	\$ 46,296.30	\$ 67,901.23	\$ 1,805,555.56
22	\$ 1,805,555.56	\$ 21,064.81	\$ 46,296.30	\$ 67,361.11	\$ 1,759,259.26
23	\$ 1,759,259.26	\$ 20,524.69	\$ 46,296.30	\$ 66,820.99	\$ 1,712,962.96
24	\$ 1,712,962.96	\$ 19,984.57	\$ 46,296.30	\$ 66,280.86	\$ 1,666,666.67
25	\$ 1,666,666.67	\$ 19,444.44	\$ 46,296.30	\$ 65,740.74	\$ 1,620,370.37
26	\$ 1,620,370.37	\$ 18,904.32	\$ 46,296.30	\$ 65,200.62	\$ 1,574,074.07
27	\$ 1,574,074.07	\$ 18,364.20	\$ 46,296.30	\$ 64,660.49	\$ 1,527,777.78
28	\$ 1,527,777.78	\$ 17,824.07	\$ 46,296.30	\$ 64,120.37	\$ 1,481,481.48
29	\$ 1,481,481.48	\$ 17,283.95	\$ 46,296.30	\$ 63,580.25	\$ 1,435,185.19
30	\$ 1,435,185.19	\$ 16,743.83	\$ 46,296.30	\$ 63,040.12	\$ 1,388,888.89
31	\$ 1,388,888.89	\$ 16,203.70	\$ 46,296.30	\$ 62,500.00	\$ 1,342,592.59
32	\$ 1,342,592.59	\$ 15,663.58	\$ 46,296.30	\$ 61,959.88	\$ 1,296,296.30
33	\$ 1,296,296.30	\$ 15,123.46	\$ 46,296.30	\$ 61,419.75	\$ 1,250,000.00
34	\$ 1,250,000.00	\$ 14,583.33	\$ 46,296.30	\$ 60,879.63	\$ 1,203,703.70
35	\$ 1,203,703.70	\$ 14,043.21	\$ 46,296.30	\$ 60,339.51	\$ 1,157,407.41
36	\$ 1,157,407.41	\$ 13,503.09	\$ 46,296.30	\$ 59,799.38	\$ 1,111,111.11
37	\$ 1,111,111.11	\$ 12,962.96	\$ 46,296.30	\$ 59,259.26	\$ 1,064,814.81
38	\$ 1,064,814.81	\$ 12,422.84	\$ 46,296.30	\$ 58,719.14	\$ 1,018,518.52
39	\$ 1,018,518.52	\$ 11,882.72	\$ 46,296.30	\$ 58,179.01	\$ 972,222.22
40	\$ 972,222.22	\$ 11,342.59	\$ 46,296.30	\$ 57,638.89	\$ 925,925.93
41	\$ 925,925.93	\$ 10,802.47	\$ 46,296.30	\$ 57,098.77	\$ 879,629.63
42	\$ 879,629.63	\$ 10,262.35	\$ 46,296.30	\$ 56,558.64	\$ 833,333.33
43	\$ 833,333.33	\$ 9,722.22	\$ 46,296.30	\$ 56,018.52	\$ 787,037.04
44	\$ 787,037.04	\$ 9,182.10	\$ 46,296.30	\$ 55,478.40	\$ 740,740.74
45	\$ 740,740.74	\$ 8,641.98	\$ 46,296.30	\$ 54,938.27	\$ 694,444.44
46	\$ 694,444.44	\$ 8,101.85	\$ 46,296.30	\$ 54,398.15	\$ 648,148.15
47	\$ 648,148.15	\$ 7,561.73	\$ 46,296.30	\$ 53,858.02	\$ 601,851.85
48	\$ 601,851.85	\$ 7,021.60	\$ 46,296.30	\$ 53,317.90	\$ 555,555.56
49	\$ 555,555.56	\$ 6,481.48	\$ 46,296.30	\$ 52,777.78	\$ 509,259.26
50	\$ 509,259.26	\$ 5,941.36	\$ 46,296.30	\$ 52,237.65	\$ 462,962.96
51	\$ 462,962.96	\$ 5,401.23	\$ 46,296.30	\$ 51,697.53	\$ 416,666.67
52	\$ 416,666.67	\$ 4,861.11	\$ 46,296.30	\$ 51,157.41	\$ 370,370.37
53	\$ 370,370.37	\$ 4,320.99	\$ 46,296.30	\$ 50,617.28	\$ 324,074.07
54	\$ 324,074.07	\$ 3,780.86	\$ 46,296.30	\$ 50,077.16	\$ 277,777.78
55	\$ 277,777.78	\$ 3,240.74	\$ 46,296.30	\$ 49,537.04	\$ 231,481.48
56	\$ 231,481.48	\$ 2,700.62	\$ 46,296.30	\$ 48,996.91	\$ 185,185.19
57	\$ 185,185.19	\$ 2,160.49	\$ 46,296.30	\$ 48,456.79	\$ 138,888.89
58	\$ 138,888.89	\$ 1,620.37	\$ 46,296.30	\$ 47,916.67	\$ 92,592.59
59	\$ 92,592.59	\$ 1,080.25	\$ 46,296.30	\$ 47,376.54	\$ 46,296.30
60	\$ 46,296.30	\$ 540.12	\$ 46,296.30	\$ 46,836.42	\$ -0
T O T A L E S		\$ 977,083.33	\$ 2,500,000.00	\$ 3,477,083.33	

Figura 28. Crédito bancario. Elaboración propia.

La proyección de mano de obra a 5 años (incremento del 3% a partir del año 3), se muestra en la figura 31.

		4		52		PROYECTADO				
		Unitario	Total	AÑO						
Puesto	Cantidad	Semanal	Quincenal	Mensual	1	2	3	4	5	
Administrativo	1	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00	\$ 14,000.00	\$ 182,000.00	\$ 182,000.00	\$ 187,460.00	\$ 193,083.80	\$ 198,876.31	
			\$ 7,000.00	\$ 14,000.00	\$ 182,000.00	\$ 182,000.00	\$ 187,460.00	\$ 193,083.80	\$ 198,876.31	
VENTAS										
		#REF!		PROYECTADO						
		Semanal	Semanal	Mensual	AÑO					
Puesto	Cantidad	Semanal	Semanal	Mensual	1	2	3	4	5	
Ventas	2	\$ 4,500.00	9000	\$ 18,000.00	\$ 468,000.00	\$ 468,000.00	\$ 482,040.00	\$ 482,040.00	\$ 482,040.00	
				\$ 18,000.00	\$ 468,000.00	\$ 468,000.00	\$ 482,040.00	\$ 482,040.00	\$ 482,040.00	
OPERATIVOS										
				PROYECTADO						
		Semanal	Semanal	Mensual	AÑO					
Puesto	Cantidad	Semanal	Semanal	Mensual	1	2	3	4	5	
Tecnico impresion 3D	2	\$ 4,000.00	8000	\$ 16,000.00	\$ 416,000.00	\$ 416,000.00	\$ 428,480.00	\$ 441,334.40	\$ 454,574.43	
Tecnico Inyección	2	\$ 3,500.00	7000	\$ 14,000.00	\$ 364,000.00	\$ 364,000.00	\$ 364,000.00	\$ 364,000.00	\$ 364,000.00	
				\$ 30,000.00	\$ 780,000.00	\$ 780,000.00	\$ 792,480.00	\$ 805,334.40	\$ 818,574.43	
Mano de Obra TOTAL					\$ 1,430,000.00	\$ 1,430,000.00	\$ 1,461,980.00	\$ 1,480,458.20	\$ 1,499,490.75	

Figura 31: Proyección de mano de obra. Elaboración propia.

Estados financieros proyectados

En la figura 32 se muestran los estados financieros proyectados, con las bases para el cálculo de los estados financieros.

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO MENSUAL (AÑO 1)													ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO										
PESOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total	AÑO 1	AÑO2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5					
VENTAS POR SERVICIO	483,750	393,750	353,750	518,750	393,750	543,750	348,750	388,750	388,750	343,750	513,750	388,750	5,040,000	5,040,000	100.00%	7,560,000	100.00%	11,340,000	100.00%	15,876,000	100.00%	20,638,800	100.00%
Costo de Ventas	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	403,000	4,836,000	4,836,000	95.95%	5,250,300	69.45%	5,892,315	51.96%	7,059,781	44.47%	8,503,832	41.20%
Gasto de fabricación	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	1,386,000	1,386,000	27.50%	1,455,300	19.25%	1,528,065	13.48%	1,604,468	10.11%	1,684,692	8.16%
Compra de Mercancia	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	3,450,000	3,450,000	68.45%	3,795,000	50.20%	4,364,250	38.49%	5,455,313	34.36%	6,819,141	33.04%
UTILIDAD BRUTA	80,750	-9,250	-49,250	115,750	-9,250	140,750	-54,250	-34,250	-14,250	-59,250	110,750	-14,250	204,000	204,000	4.05%	2,309,700	30.55%	5,447,685	48.04%	8,816,219	55.53%	12,134,968	58.80%
Gastos Operación	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	156,693	1,880,310	1,880,310	37.31%	1,884,480	24.93%	1,920,122	16.93%	1,931,895	12.17%	1,849,505	8.96%
Mano de obra	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	1,430,000	1,430,000	28.37%	1,430,000	18.92%	1,461,980	12.89%	1,480,458	9.33%	1,499,491	7.27%
Gastos de Administración	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	73,200	73,200	1.45%	76,860	1.02%	80,703	0.71%	84,738	0.53%	88,975	0.43%
Amortización (A.DI)	874	874	874	874	874	874	874	874	874	874	874	874	10,491	10,491	0.21%	10,491	0.14%	10,491	0.09%	10,491	0.07%	10,491	0.05%
Gastos de Venta	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	10,200	10,200	0.20%	10,710	0.14%	11,246	0.10%	11,808	0.07%	12,398	0.06%
Depreciación	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	29,702	356,419	356,419	7.07%	356,419	4.71%	355,702	3.14%	344,400	2.17%	238,150	1.15%
UTILIDAD DE OPERACION	-75,943	-165,943	-205,943	-40,943	-165,943	-15,943	-210,943	-190,943	-170,943	-215,943	-45,943	-170,943	-1,676,310	-1,676,310	-33.26%	425,220	5.62%	3,527,564	31.11%	6,884,324	43.36%	10,285,463	49.84%
Costo Integral de Financiamiento	29,167	29,167	29,167	29,167	29,167	29,167	29,167	28,627	28,086	27,546	27,006	26,466	341,898	341,898	6.78%	275,463	3.64%	197,685	1.74%	119,907	0.76%	42,130	0.20%
UT. ANTES DE IMPUESTOS	-105,109	-195,109	-235,109	-70,109	-195,109	-45,109	-240,109	-219,569	-199,029	-243,489	-72,949	-197,409	-2,018,208	-2,018,208	-40.04%	149,757	1.98%	3,329,878	29.36%	6,764,417	42.61%	10,243,333	49.63%
Impuestos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	127,566	1.69%	1,058,269	9.33%	2,065,297	13.01%	3,085,639	14.95%
UTILIDAD NETA	-105,109	-195,109	-235,109	-70,109	-195,109	-45,109	-240,109	-219,569	-199,029	-243,489	-72,949	-197,409	-2,018,208	-2,018,208	-40.04%	22,191	0.44%	2,271,609	45.07%	4,699,119	29.60%	7,157,694	142.02%

Figura 32. Estados financieros proyectados. Elaboración propia.

En la figura 33 se muestran las bases para el cálculo del flujo de efectivo.

PESOS	FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO MENSUAL (AÑO 1)												FLUJO DE EFECTIVO ANUAL					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES																		
SALDO INICIAL EN CAJA	0	525,467	160,933	-43,600	-83,133	-247,667	-262,200	-618,030	-953,319	-1,368,069	-1,627,278	-1,715,947	0	\$0.00	\$1,929,075.93	\$2,095,530.44	\$13,283.74	\$4,485,171.19
INGRESO POR SERVICIO	483,750	393,750	353,750	518,750	393,750	543,750	348,750	368,750	388,750	343,750	513,750	388,750	5,040,000	\$5,040,000.00	\$7,560,000.00	\$11,340,000.00	\$15,876,000.00	\$20,638,800.00
APORTACION SOCIOS	2,000,000												2,000,000	\$2,000,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
CREDITO	2,500,000												2,500,000	\$2,500,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL INGRESOS	4,983,750	919,217	514,683	475,150	310,617	296,083	86,550	-249,280	-564,569	-1,024,319	-1,113,528	-1,327,197	9,540,000	\$9,540,000.00	\$5,630,924.07	\$9,244,469.56	\$15,862,716.26	\$25,123,971.19
USOS																		
REINVERSIÓN																		
INVERSION SOCIOS (compra de instrumentos de traba	3,900,000	200,000					100,000	100,000	200,000				4,500,000	\$4,500,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mano de obra	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	119,167	1,430,000	\$1,430,000.00	\$1,430,000.00	\$1,461,980.00	\$1,480,458.20	\$1,499,490.75
Gasto de fabricación	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500	1,386,000	\$1,386,000.00	\$1,455,300.00	\$1,528,065.00	\$1,604,468.25	\$1,684,691.66
Compra de Mercancía	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	287,500	3,450,000	\$3,450,000.00	\$3,795,000.00	\$4,364,250.00	\$5,455,312.50	\$6,819,140.63
Gastos de Administración	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	6,100	73,200	\$73,200.00	\$76,860.00	\$80,703.00	\$84,738.15	\$88,975.06
Gastos de Venta	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	10,200	\$10,200.00	\$10,710.00	\$11,245.50	\$11,807.78	\$12,398.16
COSTO INTEGRAL DE FINANCIAMIENTO	29,167	29,167	29,167	29,167	29,167	29,167	29,167	28,627	28,086	27,546	27,006	26,466	341,898	\$341,898.15	\$275,462.96	\$197,685.19	\$119,907.41	\$42,129.63
IMPUESTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$0.00	\$127,596.00	\$1,058,269.05	\$2,065,297.24	\$3,085,638.82
PAGO AMORTIZACION CREDITO	0	0	0	0	0	0	46,296	46,296	46,296	46,296	46,296	46,296	277,778	\$277,777.78	\$555,555.56	\$555,555.56	\$555,555.56	\$555,555.56
TOTAL EGRESOS	4,458,283	758,283	558,283	558,283	558,283	558,283	704,580	704,040	803,499	602,959	602,419	601,879	11,469,076	\$11,469,075.93	\$7,726,454.52	\$9,257,753.29	\$11,377,545.08	\$13,788,020.26
SALDO FINAL EN CAJA	525,467	160,933	-43,600	-83,133	-247,667	-262,200	-618,030	-953,319	-1,368,069	-1,627,278	-1,715,947	-1,929,076		\$-1,929,075.93	\$-2,095,530.44	\$-13,283.74	\$4,485,171.19	\$11,335,950.93

Figura 33. Estados financieros proyectados del flujo de efectivo. Elaboración propia.

Por lo tanto, el Balance General de la empresa al inicio de operaciones se muestra en la figura 34.

centro de manufactura aditiva sahagun

EDGAR MOISES ORTEGA VALENCIA

BALANCE GENERAL INICIAL

(cifras en pesos)

ACTIVO			
<i>CIRCULANTE</i>			
Caja y Bancos	\$	4,500,000.00	90.00%
<u>TOTAL ACT. CIRCULANTE</u>	\$	4,500,000.00	90.00%
<i>FIJO</i>			
Terrenos	\$	500,000.00	10.00%
<u>TOTAL ACTIVO FIJO</u>	\$	500,000.00	10.00%
ACTIVO TOTAL	\$	5,000,000.00	100.00%
PASIVO			
<i>LARGO PLAZO</i>			
Crédito Largo plazo	\$	2,500,000.00	50.00%
<u>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</u>	\$	2,500,000.00	50.00%
PASIVO TOTAL		2,500,000.00	50.00%
CAPITAL			
Capital Social	\$	2,500,000.00	50.00%
TOTAL DE CAPITAL	\$	2,500,000.00	50.00%
PASIVO Y CAPITAL	\$	5,000,000.00	100.00%

Figura 34. Balance General. Elaboración propia.

Referencias

- Araujo Arévalo, D. (2017). *Proyectos de inversión, análisis, formulación y evaluación práctica*. Trillas: México.
- Atkinson (01 de marzo de 2006). “Do it yourself: Democracy and design. *Journal of Design History*”, Oxford Academy. Recuperado el 05/04/2023. Do It Yourself: Democracy and Design | Journal of Design History | Oxford Academic (oup.com).
- Agathoklis, A., Krimpenis, G.D. y Noeas, J. (2022). Application of hybrid manufacturing processes in microfabrication. *Journal Manufacturing Processes*.
<https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.06.009>.
- Baca, G. (2004). *Evaluación de proyectos*. McGraw-Hill Interamericana, México.
- Bolívar, H. (2001). *Elementos para la evaluación de proyectos de inversión*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Boyle, B. M., Xiong, P. T., Mensch, T. E., Werder, T. J. y Miyake, G. M. (2019). 3D printing using powder melt extrusion. *Additive Manufacturing*, 29(May). 100811. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.100811>
- Byard, D. J., Woern, A. L., Oakley, R. B., Fiedler, M. J., Snabes, S. L. y Pearce, J. M. (2019). Green fab lab applications of large-area waste polymer-based additive manufacturing. *Additive Manufacturing*, 27(Sep), 515–525.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.03.006>
- Dafermos, G. (2015). Transforming the productive base of the economy through the open design commons and distributed manufacturing. *The Journal of peer production*.
https://www.academia.edu/14030312/Transforming_the_productive_base_of_the_economy_through_the_open_design_commons_and_distributed_manufacturing
Recuperado 25/04/2023

- De la Torre, J. y Zamarrón, C. (2002). Evaluación de proyectos de inversión, Pearson Educación: México.
- Dougherty, D. (2012). *The Maker Movement Innovations: Technology, Governance, Globalization*. IT Press Direct. Recuperado el 05/02/2023, de http://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/INOV_a_00135
- Echeverría, J. (2008). El manual de Oslo y la innovación social. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura, de <https://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/210/211> Recuperado 15/02/2023
- Fuchs, Ch. (2017). *Industry 4.0: The Digital German Ideology*. Triple C: Communication, Capitalism & Critique, de (PDF) Industry 4.0: The Digital German Ideology (researchgate.net).
- Fuster-Morell, M. (2014). *Governance of Online Creation Communities: Provision of Infrastructure for the Building of Digital Commons*. Oxford Academic. Governance of Online Creation Communities for the Building of Digital Commons: Viewed through the Framework of Institutional Analysis and Development | Governing Knowledge Commons | Oxford Academic (oup.com).
- Gitman. L. (2007). Principios de administración financiera, Pearson, México.
- Góngora, J. (2014). La industria de plástico en México y el mundo, comercio exterior, 64().
- Gutiérrez, A. (2022). *Challenges and opportunities of maker culture for the digitalization of Spanish society*. Sociología y Tecnociencia. Recuperado de http://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/INOV_a_00135
- Halverson, E. R. y Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. Harvard educational review, de The Maker Movement in Education | Harvard Educational Review (allenpress.com).
- Hernández, A. (2001). Formulación y evaluación de proyectos de inversión. Ecafsa: México.
- Hernández, A. (2005). Formulación y evaluación de proyectos de inversión. Thomson: México.
- Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. (2002). Guía para la presentación de proyectos. Siglo XXI: México.

- Kneese, T., Rosenblat, A. y Boyd, D. (2014). *Technologically Mediated Artisanal Production. Future of Work*. Data & Society Working Paper. ArtisanalProduction (datasociety.net).
- Krantz, M. (2010). *Fundamental Analysis*. John Wiley & Sons: México.
- Kostakis, V., Niaros V., Dafermos G., Bauwens M. (2015). Design global, manufacture local: exploring the contours of an emerging productive model. Science Direct. Design global, manufacture local: Exploring the contours of an emerging productive model - ScienceDirect.
- Lee, C. U., Vandenbrande, J., Goetz, A. E., Ganter, M. A., Storti, D. W., & Boydston, A. J. (2019). Room temperature extrusion 3D printing of polyether ether ketone using a stimuli-responsive binder. *Additive Manufacturing*, 28(-), 430–438.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.05.008>
- Lu, S. L., Meenashisundaram, G. K., Wang, P., Nai, S. M. L., & Wei, J. (2020). The combined influence of elevated pre-sintering and subsequent bronze infiltration on the microstructures and mechanical properties of 420 stainless steel additively manufactured via binder jet printing. *Additive Manufacturing*, 34(-).
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101266>
- Lindner, S., Greenspan, A., y Li, D. (2015). *Designed in Shenzhen: Shanzhai Manufacturing and Maker Entrepreneurs*. ACM Digital Library Designed in Shenzhen | Proceedings of The Fifth Decennial Aarhus Conference on Critical Alternatives (acm.org).
- Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*
<https://docs.lib.purdue.edu/jpeer/vol5/iss1/4/>
- Morales, A. y Morales J. (2009) *Proyectos de inversión*, McGraw-Hill: México.
- Nacional Financiera (2002). *Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en la empresa*. Prentice Hall: México.
- Niaros, V., Kostakis V. y Drechsler, W. (2017). *Making in the Smart City: The Emergence of Makerspaces*. Telematics and Informatics. Making (in) the smart city: The emergence of makerspaces - ScienceDirect

- Park, S. J., Lee, J. E., Lee, H. B., Park, J., Lee, N. K., Son, Y. y Park, S. H. (2020). 3D printing of bio-based polycarbonate and its potential applications in ecofriendly indoor manufacturing. *Additive Manufacturing*, 31, 100974.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.100974>
- Rosa, P., Ferretti, F., Guimaraes, A., Panella, F. y Wanner, M. (2017). *Overview of the maker movement in the European Union*. Publications Office of European Union. Overview of the Maker Movement in the European Union - Publications Office of the EU (europa.eu)
- Sapag Chaín, R. (2001). Preparación y evaluación de proyectos, McGraw-Hill Interamericana: México.
- Striukova, L. y Rayna, T. (2021). *Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces*. Technological forecasting and social change, Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces - ScienceDirect.
- Tabarés-Gutiérrez, et al. (2018). Exploring the Emergent Open Manufacturing Industry - OPENMAKER *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/324114921_Exploring_the_Emergent_Open_Manufacturing_Industry_OPENMAKER_White_Paper_v10
- Wasserfall, F., Hendrich, N., Ahlers, D. y Zhang, J. (2020). Topology-aware routing of 3D-printed circuits. *Additive Manufacturing*, 36(-), 101523.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101523>
- Zhan, J., Tamura, T., Li, X., Ma, Z., Sone, M., Yoshino, M., Umezu, S. y Sato, H. (2020). Metal-plastic hybrid 3D printing using catalyst-loaded filament and electroless plating. *Additive Manufacturing*, 36(-), 101556.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101556>