



**Facultad de Ciencias Empresariales y del
Trabajo Soria**

Trabajo de Fin de Grado

**Grado en Administración y Dirección
de Empresas**

**¿Tiene futuro la impresión 3D en España?: la
visión de un emprendedor.**

Presentado por:

Óscar Lucas Escolar

Tutelado por:

José Luis Ruiz Zapatero

Soria, Mayo 2023

Índice

1.Bloque: Introducción	5
1.1.Justificación del tema	5
1.2.Propósito del trabajo y objetivos	10
1.3.Metodología y diseño de la investigación	11
1.4.Antecedentes, fundamentación teórica e hipótesis del trabajo	11
2.Bloque: La impresión 3D	12
2.1.¿Qué es la impresión 3D?	12
2.2.¿Cómo funciona?	12
2.3.Tipos de impresión 3D que encontramos en el mercado	13
2.4.Características comunes a las diferentes técnicas	18
2.5.Proceso de impresión 3D, cómo afecta a la empresa y qué necesidades genera	23
3.Bloque: Situación de la impresión 3D en España y en la empresa	28
3.1.Breve historia de la impresión 3D y su lugar en España	28
3.2.Adecuación de los procesos de impresión 3D en la empresa	34
3.3.Costes detallados a la hora de imprimir	35
3.4.Entrevista a un emprendedor de la industria 3D	41
3.5.Análisis de la situación de la empresa entrevistada en cuanto a su progresión de ventas	43
4.Bloque: Conclusiones	45
4.1.Conclusiones	45
5.Bloque 5: Bibliografía	47
6.Bloque 6: Anexos	52

Índice de tablas y gráficos (explicativo)

1.Gráfico 1.1:Inversión en millones de euros en Maquinaria y Utillaje en el Sector Industrial Español de los años 2018-2022	7
2.Gráfico 1.2: Número de empresas basadas en la tecnología 3D en España	9
3.Imagen 2.1: Capas de impresión de figura (Cono)	13
4.Imagen 2.2: Impresión en resina	14
5.Imagen 2.3: Impresión en fusión en lecho de polvo	15
6.Imagen 2.4: Impresión mediante laminación de hojas	17
7.Tabla 2.1: Tabla de características de métodos de impresión analizados	18
8.Gráfico 2.1: Características comunes de las impresoras 3D	21
9.Tabla 2.2: Tabla de precios de diferentes impresoras 3D	22
10.Imagen 2.5: Procesos de impresión 3D resumidos	23
11.Tabla 2.2: Base de datos de archivos STL	24
12.Tabla 3.1: Calculadora de costes para la impresión de piezas	38
13.Imagen 3.1: Carcasa modificada de la caja a imprimir	39
14.Imagen 3.2: Caja impresa	40
15.Tabla 3.2: Tabla de costes para las cajas a medida	40
16.Tabla 3.3: Tabla de ventas de empresa entrevistada página por web	44
17.Tabla 3.4: Tabla de ventas de Funny Monkeys Things por Etsy	44

Resumen:

En este trabajo mostraremos la utilidad y la capacidad de la impresión 3D en las empresas de España mediante el análisis de diferentes situaciones y de la tecnología. Observaremos cómo está afectando su implementación en la actividad diaria de diferentes empresas y seremos capaces de comprender cómo la impresión 3D puede ayudar a cualquier industria a mejorar su actividad.

La impresión 3D es capaz de atraer el interés de las empresas, una vez que éstas sean conocedoras de sus ventajas, por lo que se analizará la tecnología en su totalidad para ver estas virtudes de una manera más clara y precisa.

Aunque la tecnología pueda ser aplicada a cualquier negocio, observaremos cuáles son los que más se pueden beneficiar con dicha tecnología y cuáles son los requisitos para beneficiarse.

Cualquier lector podrá entender las necesidades que genera la impresión 3D a la empresa y los requisitos que acompañan a la tecnología a la hora de incorporar la misma en la empresa; desde sus costes hasta programas que pueden ser necesarios para su correcto uso.

La tecnología de impresión 3D genera una serie de oportunidades y mejora la producción dentro de la empresa, de este modo observaremos cómo lo hace.

Para finalizar, veremos un caso real de una empresa que dedica su actividad al uso de esta tecnología, podremos acceder a una entrevista con su propietario y observaremos la progresión de su negocio desde su creación.

Abstract:

The subject that is going to be covered in this project is 3D printing, a subject that triggers interest in the company because the objective in each company is to be as efficient as possible. This technology can become one of the most important pillars to achieve it.

In order to understand a little better which sector this analysis can be addressed to, we must focus our attention on sectors that work mainly with technology; from vehicles to machinery, whether heavy or small. Although it may seem a very closed or specific sector, we can range from cleaning companies, stationery stores, to companies dedicated to the maintenance or repair of industrial machinery and vehicles.

The work shown below conveys the benefits, opportunities and optimization capacity of 3D printing in Spain for its application in a business environment, from its incorporation into different production chains, including small and medium-sized businesses, to a use unique to 3D printing as a business based entirely on such technology. The objective of this work is not the development of a project to demonstrate its viability, it is intended to show, through the analysis of different situations, the usefulness and capacity of this type of technology with its implementation in the daily activity of different companies. in Spain. Currently 3D printing is associated with companies with high production capacities, these being mainly large companies. To conclude we will be able to see how 3D printing can help any industry to improve its activity.

1. Bloque 1: Introducción

1.1. Justificación del tema:

La elección del tema radica en que esta tecnología me resulta algo fascinante, además de una posible idea a la hora de crear un negocio. Cómo puede incidir en diferentes factores clave de la actividad diaria empresarial es el motivo que me ha llevado a tomar este tema en elección.

Con el objetivo de extrapolar este interés por esta tecnología a las empresas, tomaremos como base uno de los puntos más importantes que afecta diariamente a cualquier empresa, que en este caso son los costes; costes clasificados como costos variables y fijos.

Consideramos variables a los costes que varían en caso de modificar la producción (materia prima, envases, etc), mientras que los costes fijos se ven constantes ante variaciones de un volumen no muy significativo de producción (coste del local, suministros, etc).

La impresión 3D tiene repercusión directa en estos costes, ya que puede incidir directamente en diferentes procesos de la cadena de producción de una empresa y en su actividad.

Ahora bien, dado que la tecnología afecta de una forma diferente a cada empresa, es necesario sectorizar las actividades que estas desempeñan. Para entender cómo esta ciencia puede tener su nicho en las empresas de España, debemos hacer un inciso en la clasificación empresarial Española. Esto se debe a que el interés en las diferentes técnicas de impresión 3D vendrá de la mano del sector al que la empresa pertenezca.

Ahora bien, si observamos una situación general de la actividad económica en España clasificada por sectores de actividad, basándonos en datos extraídos del INE (2022) encontramos la siguiente clasificación:

- Actividades primarias: Es una de las actividades con menos peso en la economía española, la cual supone un 3.8% del total del PIB.
- Actividades secundarias: Encontramos la industria, energía y construcción, que en su conjunto presentan un peso en torno del 18.6% de la actividad en España, mencionando datos de la web Statista, en la que la industria automovilística en España se encuentra entre las diez más potentes a nivel mundial.
- Actividades terciarias: Es la actividad con más peso dentro del PIB Español, rondando el 71.2% del mismo.

El Confidencial nos arroja otro dato importante en la división de empresas que componen el PIB Español; las PYMES son el mayor componente dentro de la fauna empresarial Española, con un peso del 65% del mismo.

En general, la impresión 3D puede afectar a cualquier empresa a la que se incorpore dicha tecnología. Como pequeño apunte, lo que podemos realizar con la impresión 3D es la fabricación de un producto completo, de un recambio o un compuesto, siempre producido a un bajo nivel de producción. Es decir, podemos fabricar piezas o recambios en un corto periodo de tiempo para una demanda o necesidad concreta.

Esto realmente choca con las técnicas de producción en escala, lo que nos dice que, cuantos más productos produzcamos, menor serán los costes de producción. Producir mediante la impresión 3D cualquier tipo de pieza asemeja los costes de producción por parte de cualquier empresa especializada del sector. Por su parte, este tipo de empresas son capaces de alcanzar estas economías de escala, llegando a menores costes de fabricación.

Sin embargo, esto no quiere decir que a mayor tamaño no encontremos reducciones de costes, sino que estas reducciones vendrán dadas por otros factores que veremos a lo largo del trabajo.

La tecnología nos permite la producción de productos que son generados principalmente en el sector industrial o por empresas que se dedican a trabajar con los mismos. Este tipo de productos se caracterizan por la necesidad de grandes máquinas para su creación, como es el caso de moldes industriales y hornos, maquinaria que tiene en común la necesidad de una gran inversión para comenzar la actividad. Por ello, es necesario echar un vistazo más próximo al sector industrial, ya que es el sector donde mayor impacto puede tener la impresión 3D.

La industria tiene una gran importancia en la cadena de suministro de cada país, puesto que es la encargada de procesar las materias primas y convertirlas en bienes de uso aptos para el consumo o para el desempeño de algún tipo de servicio ofrecido por el sector terciario. Podemos encontrar diferentes tipos de industria, como podría ser la energética, la industria de transformación y producción de metales, mineral, química, de gestión de residuos, automovilística, entre otras muchas.

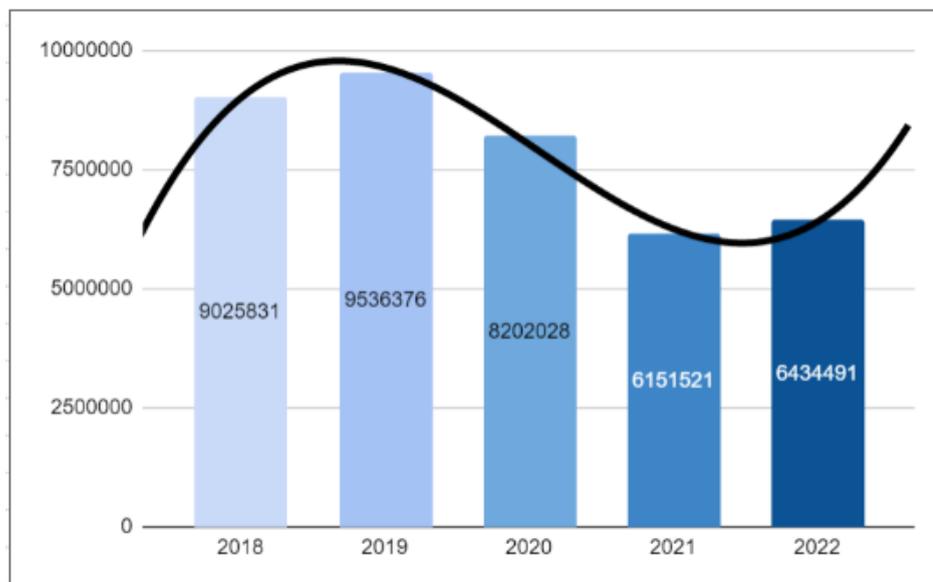
Toda esta industria está compuesta por empresas que, aunque puedan variar en sus posibles características, (Sociedad Limitada, Anónima, pequeña o de gran tamaño, etc) entre ellas comparten una en común. Esta característica radica en cómo opera cada una de ellas. Todas las empresas usan maquinaria para desarrollar su actividad empresarial.

Cuando hablamos de maquinaria, nos referimos a los activos materiales que posee la empresa, los cuales tienen varias características comunes entre sí independientemente del sector al que pertenezcan. Por ejemplo, el coste de la maquinaria es uno de los puntos en común detectados.

Al igual que el coste, el mantenimiento de la maquinaria es elevado. Según la web Spcgroup, este coste se localiza entre un 5% y un 10% del coste total de la maquinaria anualmente. Dicho dato es el que realmente nos interesa. El mantenimiento implica unos ingresos, en el caso de quien realice la revisión, o unos gastos constantes para la empresa. A esto se le añade la mano de obra para realizar dicho mantenimiento y las horas que la maquinaria se encuentre parada. Todos estos gastos o ingresos suponen el eje central de esta investigación. Para entender mejor las posibilidades, debemos entender la magnitud del mercado sobre el que estamos trabajando.

Con el fin de tener una idea sobre los datos totales que vamos a trabajar, debemos irnos a un estudio sobre la cantidad invertida por las empresas en activos materiales, obteniendo así un análisis más preciso sobre la situación del mercado.

Gráfico 1.1: Inversión en millones de euros en Maquinaria y Utillaje en el Sector Industrial Español de los años 2018-2022



Fuente: Elaboración propia mediante datos extraídos del INE

Como observamos en la Imagen 1.1, la inversión en Maquinaria y Utillaje de los años anteriores a la pandemia seguía una tendencia ascendente en torno al 5%/6%. Sin embargo, una vez llegó la pandemia, podemos ver cómo la inversión se redujo drásticamente hasta tal punto que 2021 fue el año más bajo de estos cinco. Esta situación viene condicionada por esa época donde el riesgo en cualquier tipo de inversión se incrementó, debido a una situación general de la sociedad muy inestable. Esto trajo consigo que las empresas no quisieran tomar más riesgos. La web Interempresas sitúa la inversión en maquinaria industrial realizada durante el año 2022 en torno a un 4,6% más que el año

anterior, aún con la situación de guerra en Ucrania, inflación e incremento de costes. Esta cifra es muy alentadora con vistas a la recuperación lenta del sector. Hay que mencionar que estos dos últimos años no proceden de la misma fuente, el Instituto Nacional de Estadística, sino que son una estimación propia basada en diferentes fuentes que hablaban del crecimiento en inversión en maquinaria y utillaje.

A la luz de los datos, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente en lo referido al mantenimiento de esta maquinaria, mediante unos datos de inversión según actividad principal extraídos del INE e interpretados para un crecimiento del 4,6%, nos queda un mercado que a día de hoy ronda un crecimiento compuesto de 450.414 millones de euros anuales en toda España (un 7% del valor total de la inversión). Esto se considera un crecimiento dado que son inversiones en maquinaria nueva o de segunda mano. Además, también podría tenerse en cuenta la maquinaria ya instalada, dato el cual es imposible obtener. Este dato es diferente para cada empresa del sector, por lo que nos podríamos orientar por el peso que tiene esta actividad sobre el PIB del 18,6%, pero aun así no obtendremos datos exactos.

Con todos estos datos, obtenemos que la necesidad de mantenimiento de la maquinaria industrial es un hecho, además de ser un sector importante para la economía de un país. En el caso de España, este no es el sector con más peso en su PIB, pero aún así sigue habiendo un mercado muy amplio para este tipo de negocio.

Este análisis nos muestra cómo la impresión 3D puede entrar en el mundo industrial. No obstante, hay otros sectores que pueden verse beneficiados de esta tecnología.

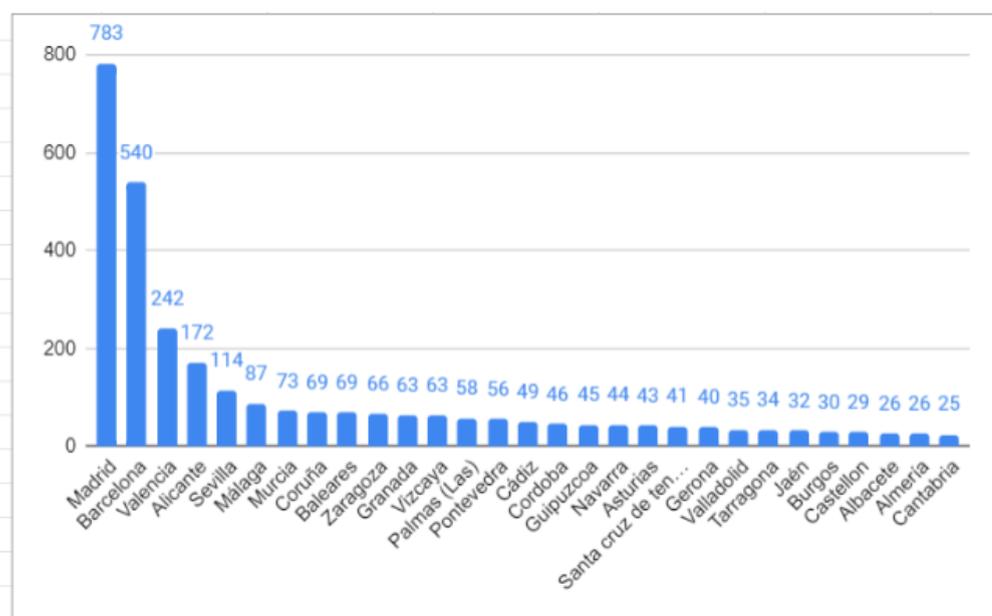
Realmente los costes de mantenimiento se pueden aplicar a cualquier negocio que trabaje con cualquier tipo de maquinaria (desde una maquinilla para cortar el pelo hasta una gran fresadora). Asimismo, esta tecnología no solo tiene por qué suplir el mantenimiento en sí, sino que puede generar un producto final para dar un uso en concreto.

En el caso de las PYMES, debemos tener en cuenta que cualquier material necesario para llevar a cabo la actividad empresarial puede ser replicado con una impresora 3D. Un ejemplo esclarecedor lo tenemos en una peluquería donde los recambios de las máquinas pueden ser impresos, al igual que los implantes de una clínica dental. En resumidas cuentas, son ejemplos de negocios en sí. A la hora de llevar a cabo la implantación de esta tecnología, es necesario realizar un estudio de para qué será usada la misma y ver de este modo la forma en la que podría afectar en el negocio. Es cierto que hay empresas que tienden a beneficiarse más de esta tecnología, como puede ser la

educación, medicina, diseño, arquitectura, ingeniería, etc, pero realmente no se cierra la puerta a ningún negocio que pueda reducir sus costes o facilitar su producción.

Ahora bien, observando los usos mencionados anteriormente, cuando hablamos del desarrollo del sector de impresión 3D, obtenemos unas cifras muy poco esperanzadoras.

Gráfico 1.2: Número de empresas basadas en la tecnología 3D en España



Fuente: Elaboración propia con datos de Eleconomista.es

Teniendo en cuenta el contenido publicado por la web Eleconomista.es, en esta tabla se nos muestra una aproximación de las empresas que trabajan en España con la impresión 3D. Esto es una aproximación, dado que pueden existir empresas que trabajen con dicha tecnología pero que no queden reflejadas.

Como vemos en el gráfico, la cantidad de empresas que ofrecen un servicio de impresión 3D no es elevada; en total en España encontramos unas 3000 empresas que desarrollan esta actividad. Según el informe de la consultora internacional Wohlers Associates “Sobre el mercado mundial de la impresión 3D” publicado en 2021, el mercado español de la impresión 3D en 2020 representó aproximadamente el 1% del mercado mundial, con una facturación de alrededor de 100 millones de euros, algo escaso frente a la totalidad del sector industrial 604.088 millones de euros en el 2020.

Se espera que se incremente esta cifra por encima de los 10.125 millones para antes del 2027, lo que realmente sigue sin ser una cantidad muy elevada para la totalidad de la cifra de negocios esperada para dicho año.

Ahora bien, esta situación no quiere decir que este mercado no sea favorable, sino que los profesionales del sector de impresión son realmente escasos o

encontramos un desconocimiento generalizado en el mercado. Esto no favorece que la situación avance al ritmo que debería. Pese a todo esto, sigue siendo positiva ya que se deja una ventana abierta en el mercado de esta tecnología en España. Como veremos a lo largo del proyecto, la impresión 3D no requiere conocimientos complejos ni inversiones elevadas, lo que apenas genera unas barreras de entrada. Sin duda alguna, esta es una gran oportunidad puesto que nos encontramos ante un mercado con grandes posibilidades y poco explotado. Este área, además, no se trabaja adecuadamente en España; tan solo 1 de cada 10 empresas en el sector industrial ha implementado la impresión 3D en su cadena de producción y, si entramos en otras áreas, es casi imposible hacer la comparación, ya que esta proporción es aún más baja (del total de empresas en España tan solo encontramos unas 3000 que realicen su actividad y según el INE en el año 2022 el total de empresas es de 3.430.663 a principio de enero). En consecuencia, se nos abre un gran abanico de probabilidades para dar salida a este tipo de tecnología en España, ya sea implementando la misma en cadenas de producción o trabajando externamente para cubrir las necesidades de mantenimiento y proceso del sector.

1.2. Propósito del trabajo y objetivos:

El trabajo busca analizar con un análisis coste beneficio el estudio de la impresión 3D en el ámbito empresarial los beneficios y perjuicios que puede aportar esta tecnología en la empresa desde un punto de vista económico. De tal modo que cualquier compañía sea capaz de dar un uso a la misma en su actividad diaria, o sea capaz generar una actividad con dicha tecnología. Buscaremos el cumplimiento de una serie de objetivos que acompañen al objetivo anterior, los cuales serán los siguientes.

- Analizar la impresión 3D, técnicas que comprende junto a la maquinaria usada, además de materiales que podemos encontrar en cada uno de los procedimientos analizados. De este modo adecuamos cada tecnología a un sector, optimizando la actividad del mismo.
- Evaluar las diferentes necesidades que conlleva la incorporación de la impresión 3D en la empresa, pasos necesarios a la hora de realizar la impresión de un producto. Adecuación de los procesos según la empresa y sus necesidades.
- Estudiar los costes en la impresión 3D, qué influye en esta tecnología y cómo reducir costes según el área a la que la queremos aplicar o al sector al que pertenece.
- Situar a España en la impresión 3D, ante qué tipo de mercado nos encontramos, barreras de entrada, proveedores, competidores, etc.
- Analizar la impresión 3D en diferentes empresas, qué posición ocupa en la cadena de producción, ventajas y desventajas de la misma. Acercamiento a diferentes sectores.

- Profundizar la impresión 3D mediante una entrevista a un emprendedor.
- Estudiar la evolución del negocio en funcionamiento y capacidad de desarrollo del mismo, análisis real de un negocio y cómo se podría aplicar a cualquier otro sector.

1.3. Metodología y diseño de la investigación

Con el fin de completar los objetivos que se mencionaron en el apartado anterior, se desarrollará un trabajo de investigación. En primer lugar, dicho análisis se compone de una parte descriptiva del trabajo, en la que inicialmente se describe la impresión 3D, con sus diferentes técnicas, materiales y software, entre otras.

A partir de aquí, nos centraremos principalmente en la aplicación, tanto actual como antigua, de los aspectos anteriormente analizados y en exhibir los datos obtenidos de diferentes fuentes que dedican su oficio al trabajo con estas impresoras. El fin del uso de esta información es realizar un trabajo lo más objetivo posible.

Tras este análisis, se buscará información de situaciones reales en las que se usa la impresión 3D. Para finalmente desarrollar mediante diferentes gráficos, tablas los datos necesarios para llegar a las conclusiones pertinentes, y alcanzar el objetivo final del trabajo.

Además consideramos la tecnología para un uso como agente proveedor, no como empresa, para observar las posibilidades que esta nos ofrece. De este modo, entenderemos la rentabilidad de esta tecnología y los beneficios que puede traer aun trabajando por cuenta ajena fuera de la empresa.

1.4. Antecedentes, fundamentación teórica e hipótesis del trabajo

La búsqueda de la productividad con la mayor eficiencia posible ha sido siempre uno de los puntos clave en cualquier empresa, siempre que se preste. Esto tiene la meta de conseguir el mayor número de productos con el menor número de materiales en el menor tiempo posible. Siempre se han buscado métodos para conseguir estos objetivos como la cadena de montaje de Ford (1913), que consiste en la organización del trabajo de producción en diferentes procesos consiguiendo de este modo reducciones de tiempos y asignaciones más eficientes del trabajo.

“Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado”, realizado por Adrián M. Andrade, César A. Del Río y Daissy L. Alvear, trata sobre cómo afectan los tiempos y el movimiento a la hora de incrementar la eficiencia en una empresa del sector industrial. Este trabajo se centra principalmente en movimientos de los trabajadores y tiempos, pero uno de los apartados importantes en el Diagrama de Ishikawa es el aspecto de la maquinaria, donde entra el mantenimiento, la capacidad y las condiciones de operación, las cuales pueden generar un cuello

de botella en caso de generar algún tipo de falla. Al igual que el propio estudio sobre el tiempo de los trabajadores (otro punto fundamental en la cadena de procesos) el cual genera un cuello de botella. Si bien, en el artículo se consiguen reducir dichos cuellos de botellas con la asignación de una serie de tiempos a cada uno de los procesos de producción e incrementar de este modo la productividad de la compañía, del mismo modo se podría conseguir una mejora consiguiendo reducciones de tiempos en el área de maquinaria.

En la situación planteada no se observa ningún tipo de avería, pero este problema es muy común en cualquier empresa y se podría mitigar aplicando diferentes técnicas como en “Estudio para la reducción de averías en una máquina empacadora de una planta de envasado, implementación siguiendo la metodología TPM.” Aquí encontramos diferentes roturas, el impacto y las técnicas que aquí se emplean para solucionar las mismas. Estas roturas afectan con periodos cortos comprendidos desde una semana hasta los 5 meses, encontrando diferentes puntos críticos en estos problemas. La necesidad de solucionar los mismos en el menor tiempo posible, ya que cualquier tipo de parada puede acarrear unos costes y unos tiempos de suministro muy elevados, nos lleva a plantear la hipótesis del trabajo. Dicha idea versa que el suministro personalizado con la impresión 3D es capaz de solucionar los problemas que se puedan plantear, debido a paros de maquinaria por avería o el mantenimiento de la misma, de una forma más óptima de la operada actualmente.

2.Bloque 2: La impresión 3D.

Con el objetivo de que cualquier lector sea capaz de entender lo que es realmente la impresión 3D, debemos de aclarar una serie de conceptos antes de entrar en un análisis más técnico.

2.1.¿Qué es la impresión 3D?

Se denomina impresión 3D a la fabricación de cualquier objeto, mediante la adición de un material formando capas transversales que compondrán la totalidad del cuerpo, desde la primera capa, que podría ser la base, hasta el otro límite del objeto en sí. Hay que destacar que la impresora siempre trabaja desde la base del objeto hasta la “punta” del mismo.

2.2.¿Cómo funciona?

Debemos diferenciar entre cómo funciona la impresora y el proceso de impresión en sí. Tenemos que conocer el funcionamiento de la máquina para comprender cómo diseñar la pieza, debido a que hay piezas que poseen un diseño el cual es más favorable de imprimir usando una de sus caras como base frente a otra.

A la hora de realizar una impresión se debe de tener en cuenta si queremos realizar proyectos como: molde, una pieza, una parte de la pieza, etc. Además de considerar en qué material lo queremos realizar el

proceso (plástico, metal, etc) y qué características tiene (pequeño, mediano o grande). Por ejemplo, si queremos imprimir una pieza en plástico, deberemos usar un tipo de impresión u otra según su tamaño; si queremos que sea en metal, imprimimos el objeto, crearemos el molde o imprimimos piezas para formar el objeto, entre otras.

2.3. Tipos de impresión 3D que encontramos en el mercado:

Esta tecnología avanza muy rápidamente, pero encontramos una serie de técnicas de impresión que podríamos denominar como comunes en este ámbito, estas serían:

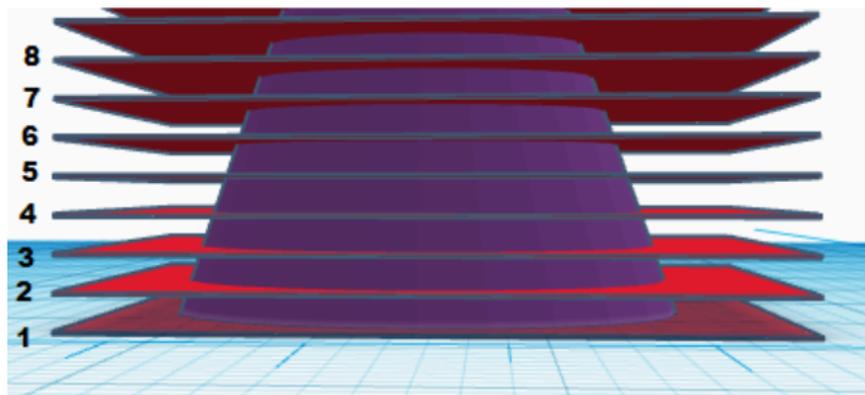
Impresoras de extrusión de material:

La impresión por extrusión de material consiste en la deposición del material con el cabezal de la impresora, formando así el objeto capa tras capa. El cabezal es una pieza con forma de “boli” que se desplaza por toda el área de impresión que coloca y funde el material del que se forma la pieza.

Para entender más fácilmente el funcionamiento de una impresora 3D de extrusión de material, debemos definir un objeto que deseamos imprimir, en este caso un cono.

Se dividirá internamente el objeto en diferentes capas, tras esto se imprimirá mediante el material elegido capa por capa, comenzando desde la capa inferior, hasta llegar a la última capa.

Imagen 2.1: Capas de impresión de figura (Cono)



Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Tinkercad

Como podemos observar en la imagen de la izquierda, el cono se divide en diferentes planos, los cuales se irán imprimiendo 1 por 1, en orden ascendente del 1 al 8, hasta finalizar la figura por completo.

Este modelo de impresión se caracteriza por ser un modelo de impresión muy común, tanto en el ámbito personal como industrial. Por su parte, admite el uso

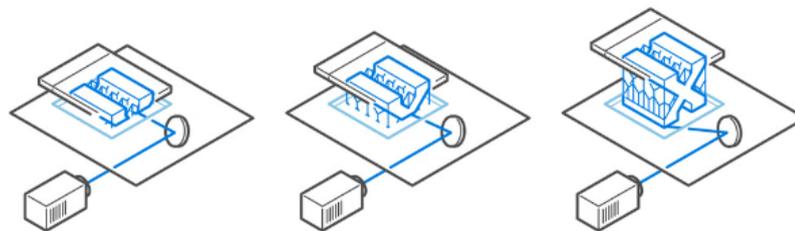
de una gran cantidad de materiales diferentes lo que permite trabajar con este tipo de impresión en muchas áreas, además de su sencillez a la hora de imprimir. Todo esto convierte este tipo de impresión en una de las más populares del mercado.

Este tipo de impresoras posee unas características muy atractivas excluyendo defectos que puedan incluir las piezas debido al estado de la impresora o la calidad del material usado. Las piezas impresas con este tipo de impresión presentan unas características comunes; piezas fácilmente quebradizas (bajas propiedades mecánicas) y un relieve formado por la propia impresión en sí. Estos defectos pueden llegar a solucionarse aplicando técnicas a la pieza impresa para endurecer el resultado además de someter la pieza a lijados y pulidos para dejar un resultado liso y sin relieve.

Impresoras de polimerización Vat:

La impresión de polimerización endurece una resina de fotopolímero mediante el uso de luz, la cual endurece capa a capa como si fuera el caso anterior, creando la figura desde la base hasta el punto final. El funcionamiento es muy similar al anterior con las únicas diferencias que la impresión se produce en una bandeja llena de líquido, en la cual la luz se va reflejando capa por capa en los puntos que son necesarios imprimir.

Imagen 2.2: Impresión en resina



Fuente: <https://all3dp.com/>

Existen varios métodos de impresión dentro de la polimerización pero el cambio entre una y otra es la luz que se encarga de imprimir.

Este tipo de impresión es aplicable a infinidad de sectores dado que los resultados de este proceso se caracterizan por tener un alto rango de detalles, lo que permite su uso en sectores como la medicina dental, joyería, creación de moldes de alta precisión, etc. El problema de este tipo de impresión es que, para dar un uso de una pieza impresa (fuera del uso de molde), es necesario someter a la misma a la luz de una máquina de curado, que somete a la pieza a luz homogénea que la endurece y le da un acabado perfecto. Aún así las piezas impresas mediante este tipo de impresión podrían considerarse frágiles, dado que al final imprimimos en resina.

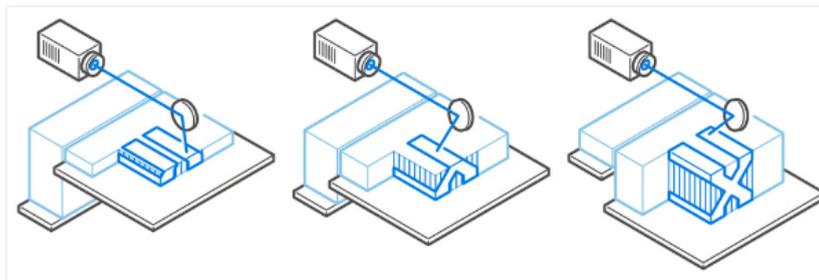
Impresoras de fusión en lecho de polvo:

Este tipo de impresión es muy similar a la impresión anterior, con la diferencia principal del cambio de material y la fuente de luz usada. En estas impresoras se imprime mediante un polvo metálico o polvos termoplásticos y una luz que se encarga de fundir el material. El material empleado para este tipo de impresión es el polvo de diferentes metales.

Al igual que otros tipos de impresión, encontramos diferentes técnicas de impresión dentro de este grupo de impresoras. Uno de los aspectos más importantes es la necesidad del tratamiento de las piezas tras la impresión de las mismas. Esto se debe a que las partículas de polvo que componen la pieza no llegan a quedar totalmente unidas tras la impresión. Debido a esto, es necesario someter a las piezas a un sinterizado de las mismas, de este modo se unirán y compactarán las partículas que forman la pieza, obteniendo una pieza sólida del metal utilizado.

Tras esta técnica, no es necesario post-procesar las piezas, pero es cierto que se recomienda pulir o lijar las piezas, para obtener un acabado más preciso. Es muy importante mencionar que las piezas obtenidas mediante la impresión, sometidas al sinterizado, se consideran piezas con las mismas características que otras piezas generadas mediante las técnicas tradicionales.

Imagen 2.3: Impresión en fusión en lecho de polvo



Fuente: <https://all3dp.com/>

Lo que podemos apreciar en la imagen es el proceso de impresión en polvo, uno de los pasos que no se aprecia en el proceso es que tras, la impresión de cada capa, la impresora aplica una capa de polvo sobre la capa superior de impresión. A la vez que la bandeja que hace de soporte para la pieza, baja una capa. Es cierto que se usa más material del necesario en el proceso de impresión, pero el material sobrante para la impresión se puede reutilizar, por lo que no se desperdicia.

Impresoras por inyección de material

Este tipo de impresión es muy similar a la impresión por extrusión de material, la principal diferencia entre estos tipos de impresión es que la primera genera una capa mediante un hilo y la rellena poco a poco, mientras que la

inyección de material genera la capa en su totalidad, como si de una impresora a papel se tratase. Además del material usado para realizar la impresión, que en este caso se usa una resina fotosensible. El problema de este tipo de impresión es el mismo que la extrusión; las piezas obtenidas presentan bajas características mecánicas, dando un uso de exposición como maqueta o como pieza para ser usada para crear un molde.

Lo positivo de este tipo de impresión es que permite la impresión a color, dado que estas impresoras pueden usar diferentes materiales en una misma impresión, sin necesidad de cambiar los mismos en la impresión.

Impresión mediante binder jetting.

La impresión mediante binder jetting consiste en depositar un “pegamento” sobre un lecho de polvo y, a la vez que se genera la figura, se deposita una capa de polvo. Así hasta que la figura está generada totalmente, para después dejar el objeto en el lecho de polvo hasta que gane la dureza característica. Este tipo de impresión tiene una precisión muy elevada y permite realizar piezas de gran tamaño, principalmente se usa para la creación de piezas funcionales en metal, pero se pueden usar materiales de todo tipo, desde diferentes tipos de plásticos, arena, cerámica, entre otros.

Uno de los principales problemas de este tipo de impresión es que las características mecánicas de las piezas son inferiores a las de lecho de polvo mencionadas anteriormente, aún así el coste de este método es menor a otros tipos de lecho de polvo. Debemos de tener en cuenta que se puede emplear arena para imprimir y general moldes, lo que nos da una aproximación a los costes tan reducidos que puede tener la impresión usando este tipo de impresoras.

Además debemos de tener en cuenta que las piezas impresas en metal pueden ser tratadas después de ser impresas, del mismo modo del lecho en polvo, lo que hace que aproxime e incluso iguale las características de las piezas obtenidas mediante el otro tipo de impresión.

Dos de las diferencias más importantes para distinguir el lecho de polvo del binder jetting es que la precisión a la hora de imprimir es menor a la de lecho de polvo y la obligación de procesos secundarios a la hora de finalizar las piezas metálicas.

Impresión Deposición De Energía Directa.

Este tipo de impresión consiste en fundir materiales metálicos mediante su implementación con un cabezal que se encarga de hacer las dos funciones; la de “lápiz” y la de fundir el material con un láser, ya sea de plasma, electrones, etc.

Este tipo de impresión nos permite usar polvo de metal a la hora de imprimir una pieza. En estos casos se suele suministrar con gases nobles ya que reduce la oxidación de la pieza.

La precisión de este tipo de impresión es muy elevada, además de que permite imprimir en 3 dimensiones y plantea la posibilidad de mezclar diferentes materiales a la hora de imprimir. Es necesario pulir las piezas tras este tipo de impresión, dado que puede dejar acabados con texturas no deseadas, lo que puede traer consigo unos elevados costes.

La capacidad de trabajar con metales, como titanio, además de trabajar en una atmósfera sin contaminar, permite usar este tipo de impresión para la medicina, industria aeroespacial, entre otras.

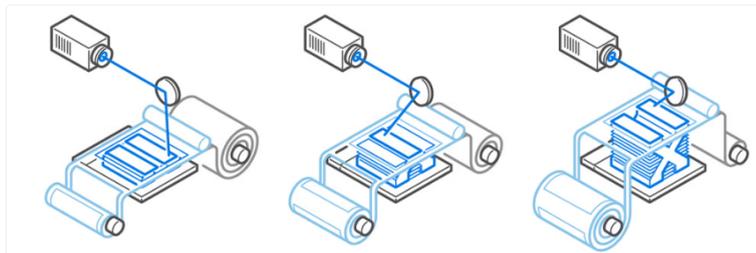
Microimpresión 3D:

Este tipo de impresión es muy similar a la impresión por resina, solo que a escalas microscópicas. En la actualidad este tipo de impresión se usa en actividades muy específicas desde chips, medicina, robótica, entre otras.

Uno de los problemas en esta área es que apenas hay información pública de la tecnología ya que es un sector muy vanguardista donde la inversión en esta tecnología se centra principalmente en empresas con unas capacidades en I+D muy elevadas.

Impresión mediante laminación de hojas

Imagen 2.4: Impresión mediante laminación de hojas



Fuente: <https://all3dp.com/>

La impresión mediante laminación de hojas, como vemos en la imagen, consiste en colocar láminas de un material sobre el objeto a imprimir hasta que este esté completo totalmente, uniendo cada lámina mediante un láser o ultrasonido. Aunque parezca que es limitado, en este tipo de impresión se emplean materiales desde metales hasta el simple papel o cartón.

Este tipo de impresión trae consigo unas piezas no funcionales, que necesitan mucho trabajo para llegar a serlo. Por contrapartida el coste de las piezas obtenidas de este modo es escaso, además de ser una técnica de impresión rápida. Sus principales usos son para dar lugar a prototipos de piezas, moldes o impresiones que necesiten de varios colores, ya sea para resaltar la pieza, presentar, entre otras posibilidades.

El problema de este tipo de impresión es que deja muchos residuos que deben ser tratados después para volver a usarse, motivo que hace que no sea de los mejores métodos para imprimir en ciertos materiales.

2.4. Características comunes a las diferentes técnicas

Después de analizar los diferentes métodos de impresión, encontramos una serie de características comunes que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Tabla de características de métodos de impresión analizados.

	Materiales	Ventajas	Aplicaciones	Desventajas
Impresoras de extrusión de material	Plásticos, fibra de carbono, arcilla	Bajo precio, amplios materiales, rapidez alta	Cualquier objeto que quepa en la base para un uso más técnico	Limitado a ciertas piezas, acabados "feos" con necesidad de otras técnicas
Impresoras de polimerización Vat	Resinas de fotopolímero	Acabados lisos y precisos, bajos precios	Moldes, joyería, aplicaciones dentales	Piezas débiles por sí solas, uso principalmente de molde
Impresoras de fusión en lecho de polvo	Termoplásticos, metales y cerámicas	Figuras más complejas, mayor dureza de las piezas	Piezas funcionales para el área en el que se usen	Amplio uso de material, encogimiento de las piezas
Impresoras por inyección de material	Resinas poliméricas	Buenos acabados, diferentes colores	Prototipos para diferentes piezas	Principalmente son prototipos, piezas no funcionales
Impresión mediante binder jetting	Arena, metal, plástico, cerámica, etc	Bajo coste, amplios espacios para imprimir	Piezas funcionales y a color	Piezas frágiles
Impresión Deposición De Energía Directa	Metales y polvos	No necesita soportes y permite la creación directa de piezas	Reparación de piezas, prototipos y piezas funcionales	Necesita procesar las piezas después su creación
Microimpresión 3D	Polímeros, metales, cerámicas y algún plástico	Piezas resistentes y más barato que la creación normal de estas piezas	Implantes médicos y circuitos	Muy alto coste de materiales e impresoras
Impresión mediante laminación de hojas	Papel, cartón, metal en lámina y plástico	Bajo coste y rapidez	Prototipos no funcionales	Alto procesamiento de piezas tras impresión y gran cantidad de residuos

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de estas características podemos observar varios puntos que comparten entre sí las diferentes técnicas de impresión entre los que entran; los materiales, los terminados, los procesos tras la impresión, entre otras. Ahora bien, hemos hablado de cualidades tangibles, pero además debemos de considerar los programas y los chips que componen las impresoras en sí.

Los programas de impresión y los chips que componen la impresora tienen la función no solo de convertir la figura en la realidad, sino que también condicionan la velocidad de impresión, la calidad de la pieza y otras características o posibilidades, como, por ejemplo, retomar la impresión desde el lugar final en caso de falla, punto importante. Dado que a la hora de imprimir una pieza que tarda 5 o más horas de trabajo, en caso de ocasionar una falla, se podría retomar la impresión sin necesidad de repetir la misma en su totalidad.

En conjunto, a extracción de la tabla, podemos encontrar cualidades comunes entre las impresoras, que son las desencadenantes del valor de las mismas. Estas las podemos caracterizar en 4 grupos:

- **Área de trabajo:** El área de trabajo es la superficie en la que el cabezal es capaz de depositar el material para crear la pieza. Cuanto mayor sea la superficie mayor serán las piezas que se puedan crear de una misma impresión o mayor será el tamaño de la pieza que pueda imprimir. En resumen, esta característica nos permite ahorrar tiempo, tanto en diseño, como en impresión, además de otorgar la posibilidad de crear piezas de un tamaño superior.
- **Material:** En cuanto al material, las impresoras capaces de trabajar materiales de mayor dureza tienden a presentar unos precios más elevados, ya que las características de estas máquinas son superiores a otras que imprimen en materiales, como plásticos, etc.
- **Tiempo:** Es una de las características más importantes de las impresoras 3D y condiciona al resto de las mismas. Es preferible una máquina con menores tiempos a una máquina con un área de trabajo alta.
- **Precisión y acabado:** Ambos aspectos vienen dados por el cabezal y los raíles que dispone la máquina, lo que implica este aspecto es reducir los procesos tras la impresión y el tiempo. En este aspecto, los raíles de la máquina se centran principalmente en el material que los componen, su dureza y, por tanto, la fuerza que son capaces de soportar. En cuanto al cabezal, encontramos un problema ya que es común encontrar grandes saltos de precio de uno a otro y realmente en estos saltos es donde se encuentran las diferencias notables. Es posible que de un cabezal a otro sea posible evitar un proceso después de la impresión, lo que realmente es un ahorro de tiempo. Debemos añadir que el cabezal puede influir en la cantidad de material usado y pérdidas del mismo, lo que es aún más interesante para invertir en este tipo de tecnología.
- **Otros:** Además de las características mencionadas, encontramos otras cualidades que presentan las máquinas que pueden incrementar o reducir

su valor, pero realmente no tienen por qué ser tan importantes. Estas características se centran en programas con los que trabaja la máquina; conexiones, material usado para crear la impresora, entre otros.

Ahora bien es necesario ser crítico con estas características, ya que no siempre se necesita crear una gran cantidad de piezas de una vez, ni se necesitan crear piezas de un tamaño muy grande, ni tampoco es necesario imprimir en metal, etc. Las características más limitantes se consideran el tiempo y el uso del material.

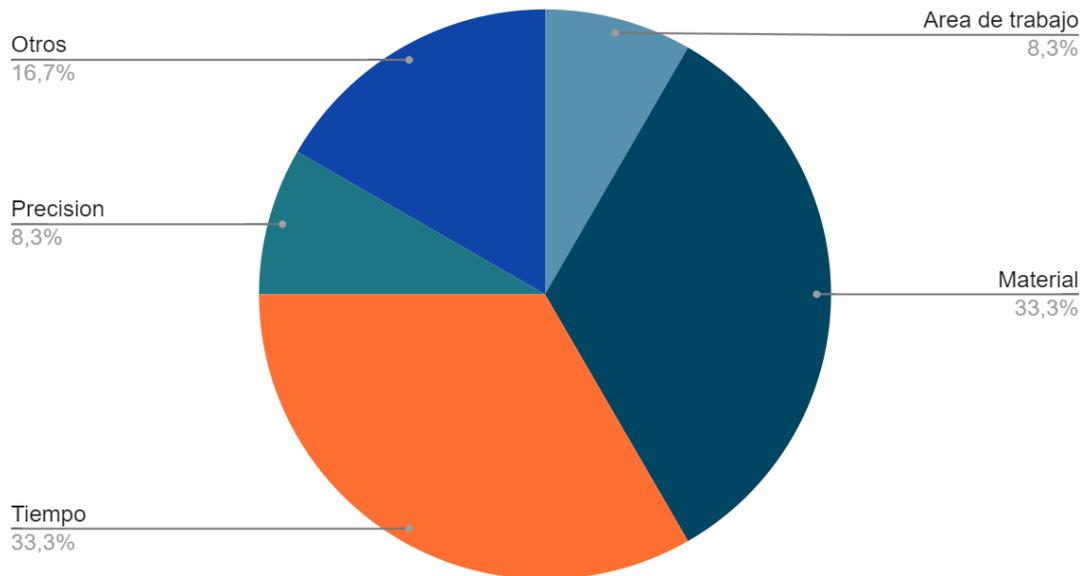
El resto de características vienen condicionadas según el sector para el que se trabaje, está claro que, a mayor calidad de piezas mayor será su valor, pero lo que resulta interesante es que el coste por material apenas varía. Sobre todo, este se ve condicionado por el cabezal, uno de los puntos importantes. Los materiales de uso base no tienen un coste elevado, considerando que son materias primas en su forma más básica; metal, plástico, resina, etc. Aún así es interesante reducir su uso al mínimo posible, ya que cualquier derroche o pérdidas de material se convertiría en pérdidas directamente.

En cuanto al tiempo de trabajo, el tamaño de pieza influye de una forma directamente proporcional al tiempo, además de ser lo que realmente influye en el coste de oportunidad, dado que la máquina no es capaz de crear varias piezas a la vez.

Es cierto que existen máquinas que disponen de un área de trabajo superior y pueden trabajar con varios cabezales, algo permite crear varias piezas al mismo tiempo, pero volvemos al mismo punto; el coste de estas impresoras es muy superior. Esto se puede solucionar o con una máquina de mayor calidad, o mediante la implementación de técnicas, como la creación de un molde mediante impresión y la creación de piezas con dicho molde.

Gráfico 2.1: Características comunes de las impresoras 3D

Características comunes de las impresoras



Fuente: Elaboración propia.

Como observamos en el gráfico, tras dar un peso a las diferentes cualidades, las que más importan serán el tiempo y el material. La precisión y el área de trabajo afectan directamente al tiempo y al material, por lo que sí es posible reducir cualquiera de las dos incrementando la precisión y el área de trabajo de la máquina. Sin embargo, habrá componentes que afecten directamente a las dos variables más importantes.

Tras la consideración de las características que ofrecen las máquinas de impresión, entran decisiones empresariales, más que técnicas, como por ejemplo, quién es nuestro cliente, qué piezas nos compra, en qué piezas disponemos de un margen superior, etc. Para ello habría que realizar un análisis para cada sector, con el fin de decidir las piezas que deseemos fabricar, y decidir la máquina que más se pueda ajustar a nuestras necesidades.

Como se mencionó anteriormente, existe la posibilidad de “mejorar” las piezas impresas aplicando otros procesos, pero esto dependerá de los factores de la empresa y sus posibilidades, lo que es cierto es que no cierra la puerta a ninguna empresa. Es decir, una empresa nueva tendrá la posibilidad de adquirir una máquina más barata, pero verá incrementados sus costes en cuanto a tiempo a la hora de crear unas piezas u otras y verá sus márgenes reducidos, pero siempre podrá acceder al sector.

Una vez vistas las características comunes en las diferentes impresoras, somos capaces de hacernos una idea de lo que puede condicionar a los precios. Con el

fin de tener una pequeña aproximación a la hora de entender lo que podemos encontrar, es necesario plasmar una serie de impresoras y ver el rango de precios. No obstante, hay que tener en cuenta que en el mercado encontramos una gran cantidad de impresoras además de las que se muestran a continuación:

Tabla 2.2: Tabla de precios de diferentes impresoras 3D

Impresora 3D	Precio
Creality CR-6 SE	470,81 €
Flashforge Adventurer 3 PRO	519,55 €
Creality CR-10 S5	949,80 €
Impresora 3D Prusa i3 MK3S+	1.349,50 €
Creality CR-3040 Pro	2.099,65 €
Raise3D E2 CF	4.838,79 €
Raise3D PRO 3	6.048,79 €
BCN3D Epsilon W27 SC	9.777,90 €
Formlabs Form 3L	14.518,79€
Impresora 3D WASP Delta 3MT	37.590,80€

Fuente: <https://www.impresoras3d.com/>

Antes de analizar la tabla de precios presentada anteriormente, debemos de considerar que la cantidad de modelos de impresoras para los diferentes tipos de impresión por debajo de un precio de 30000€ es superior a los 300. A esto se le suma que las páginas usadas para dicho análisis no son las únicas del mercado, pero la gran mayoría de proveedores requiere la solicitud de un presupuesto, lo que dificulta la labor de encontrar información sin coste. A la hora de adquirir alguna de estas impresoras, sería posible añadir algún tipo de reducción de precio en las mismas, dado que la gran cantidad de proveedores y la enorme competencia en el sector hacen que los comerciales practiquen reducciones una vez solicitado el presupuesto.

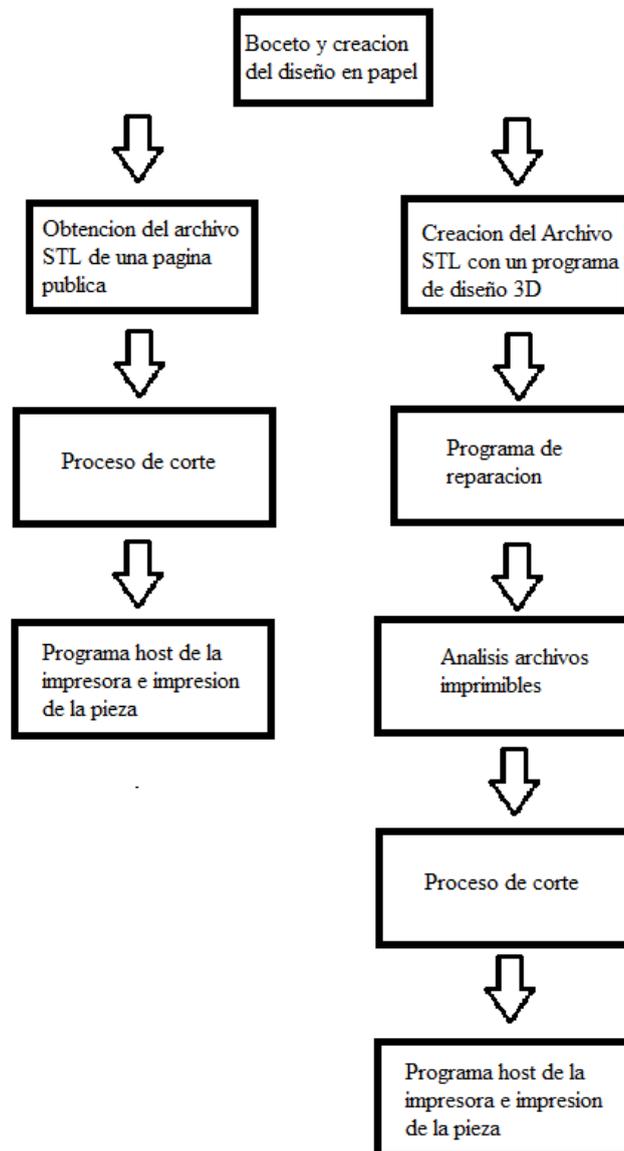
Desde la revolución de estas impresoras, años atrás, el software es posible encontrarlo de forma online para ciertos tipos de impresoras, además de la gran cantidad de chips que encontramos en el mercado. Todo esto ha traído consigo una reducción notable de los precios de las impresoras 3D, incluso es posible crear una a través otra impresora comprada anteriormente. Es necesario matizar que esto es posible para ciertas impresoras como, por ejemplo, impresoras de extrusión de material o de resina, ya que estas son fácilmente replicables. Es más, esto puede llevarse a cabo por una persona que no dispone de conocimientos elevados en la materia. Es cierto que a mayor número de conocimiento mayor es el ahorro de costes y las posibilidades se amplían en cuanto al tipo de impresora que podríamos replicar.

En ciertas impresoras es muy difícil disponer del software de la impresora, podremos crear la parte mecánica, pero estas sin la programación adecuada no realizan ninguna función. Esto se resume en que, si la empresa necesita una impresora con características muy avanzadas, no quedará otra opción que comprar o alquilar la impresora en su totalidad.

2.5. Proceso de impresión 3D, cómo afecta a la empresa y qué necesidades genera.

Hemos visto anteriormente en qué consiste el proceso de impresión en sí, pero debemos tener en cuenta que existen diferentes pasos anteriores a la obtención de la pieza deseada. Para entender de una forma más sencilla este proceso observaremos la siguiente tabla:

Imagen 2.5: Procesos de impresión 3D resumidos



Fuente: Elaboración propia

Desde el momento en el que nos planteamos la impresión de una pieza, nos situamos en un camino con diferentes posibilidades.

Nuestra primera opción será la de buscar la pieza en diferentes bases de datos de modo que obtendremos una copia del archivo STL, archivo que contiene coordenadas que sirven para la impresión del objeto diseñado. Existen una gran cantidad de bases de datos gratuitas y de pago que nos pueden solucionar el problema inicial de diseñar o no la pieza. Una serie de direcciones donde encontrar archivos STL es la siguiente tabla:

Tabla 2.2: Base de datos de archivos STL

Sitio web	Tipo	Gratis/Pago
Thingiverse	Base de datos	Gratis
Cults	Tienda	Gratis y de pago
Printables	Base de datos	Gratis
MyMiniFactory	Tienda	Gratis y de pago
Pinshape	Tienda	Gratis y de pago
YouMagine	Base de datos	Gratis
Fab365	Tienda	Gratis y de pago
Threeding	Tienda	Gratis y de pago
Redpah	Tienda	Gratis y de pago
CGTrader	Tienda	Gratis y de pago
TurboSquid	Base de datos	Gratis y de pago
3DExport	Tienda	Gratis y de pago
GrabCAD Library	Base de datos	Gratis
Free3D	Base de datos	Gratis y de pago

Fuente: Elaboración propia, información extraída de <https://all3dp.com>

Como observamos en la tabla, existen una gran cantidad de sitios web donde obtener piezas de impresión 3D, la mayoría de piezas que podemos encontrar en un sitio web u otro es muy similar, repitiendo diseños de piezas en muchos de los lugares web. Si necesitamos una pieza con medidas personalizadas, o una pieza específica, será imposible de encontrar en estas páginas web. A su vez, es posible encontrar diferentes estudios de diseño que se encargan de moldear dichas piezas bajo demanda, lo que supone un sobrecoste según la pieza que se desee moldear.

Otro de los caminos que podemos tomar es el de generar nosotros mismos un boceto de la pieza que queremos imprimir mediante un programa de modelado 3D. Este apartado se considera diseño, por lo que se requerirá de una persona capaz de realizar dicho modelado de la pieza dentro de diferentes programas, unos serán orientados a figuras geométricas o duras y otros a figuras blandas, las

cuales son figuras con formas de personas, personajes entre otros. Una vez generado dicho modelo, obtendremos un archivo STL, el cual contiene nuestra pieza.

En el mercado podemos encontrar una gran variedad de programas de diseño 3D, de los cuales la gran mayoría tienen una valoración positiva. A continuación algunos de programas de los más populares son los siguientes:

- Autodesk Fusion 360: Es un programa muy completo que ofrece una amplia gama de herramientas para el modelado y la simulación. Es muy utilizado en la industria y ofrece características avanzadas como el diseño paramétrico y la simulación de estructuras. En cuanto al precio, se puede alquilar una licencia gratuita para uso personal y educativo, además de mejorar dicha licencia a un nivel comercial por un costo de 495€ por año en su página oficial.
- SolidWorks: Es un software de diseño 3D líder muy utilizado en la industria, principalmente en la ingeniería mecánica y en el diseño de productos. Dispone de una interfaz intuitiva y de unas herramientas avanzadas de modelado, análisis y simulación. En cuanto a su licencia, dispone de diferentes opciones de licencias comerciales que varían en precio desde 3.995€ hasta 8.499€ en su página oficial.
- SketchUp: Es un software de modelado 3D fácil de usar. Dispone de una amplia comunidad de usuarios y recursos disponibles en línea. Los sectores donde más se utiliza son el diseño de productos, arquitectura y diseño de interiores. Sus licencias van desde una versión gratuita, la cual dispone de unas funciones limitadas, y una licencia comercial que tiene un coste de 299€ por año en su página oficial.
- Tinkercad: Es un programa de diseño 3D gratuito y en línea. Es muy popular entre las personas que se están introduciendo a la impresión 3D y formadores. Es muy fácil de usar y ofrece una interfaz simple para el modelado básico de objetos 3D.
- Blender: Es un software de diseño 3D gratuito y de código abierto. Ofrece una amplia gama de herramientas para la creación de modelos 3D, animación y efectos visuales. El programa tiene un uso más centrado en la industria de modelado de personajes y en videojuegos o animación, aunque se puede usar en la industria de la impresión 3D.

Estos son solo algunos de los programas de diseño 3D. Todos tienen buenas críticas por parte de los usuarios, aunque esto depende de la persona que le dé el uso y de la opinión de la misma. Debemos destacar que cada programa tiene sus propias fortalezas y debilidades y que, para llevar a cabo la elección del programa adecuado, se deberán de tener en cuenta las necesidades específicas del proyecto y del usuario. En cuanto a los precios, es necesario recalcar que según el tipo de licencia y desde dónde se contrate el precio será diferente, es fácil encontrar ciertas ofertas según el programa y el uso que se le quiera dar,.

Gracias a cualquiera de los programas anteriores dispondremos de nuestro archivo STL. Por otra parte, debemos de considerar que el archivo puede presentar problemas a la hora de imprimir, ya que no es lo mismo diseñarlo en un entorno virtual que imprimirlo en material. Para que no se den problemas necesitaremos un programa de reparación 3D, los cuales son software diseñados para detectar y corregir problemas en los modelos 3D antes de imprimirlos. Estos programas se utilizan para corregir errores comunes en los diseños, como agujeros, bordes afilados, mala geometría y otros problemas que pueden causar defectos en la impresión 3D.

Algunos programas de reparación de impresión 3D también permiten la optimización de los diseños para una mejor impresión. Por ejemplo, pueden ajustar el grosor de las paredes y añadir soportes de impresión donde sea necesario para evitar que las piezas se deformen o se caigan durante el proceso de impresión.

Algunos ejemplos de estos programas, podrían ser:

- Netfabb: Este software es desarrollado por Autodesk y está disponible en diferentes versiones, incluyendo una versión gratuita y una versión avanzada para empresas. La versión avanzada tiene un costo de alrededor de 2.500 euros al año en su página oficial.
- Meshmixer: Este software de reparación y modelado 3D es desarrollado por Autodesk y es gratuito. Puede ser utilizado tanto para reparar modelos 3D como para prepararlos para la impresión.
- 3D-Tool: Este software es una solución de reparación y visualización de modelos 3D y tiene un costo de alrededor de 1.500 euros en su página oficial.
- Materialise Magics: Este software de reparación y preparación de modelos 3D es desarrollado por Materialise y tiene diferentes versiones, incluyendo una versión gratuita y una versión profesional que tiene un costo de alrededor de 3.000 euros al año en su página oficial.
- Blender: También cuenta con herramientas de reparación de modelos 3D, por lo que puede ser utilizado para preparar modelos para la impresión 3D. Blender es gratuito y de código abierto.
- FreeCAD: Este software de diseño 3D también cuenta con herramientas de reparación de modelos 3D. Es gratuito y de código abierto.

Como observamos tendríamos a nuestra disposición programas tanto de pago como gratuitos, ahora bien cada empresa debería considerar lo que se ajuste más a sus necesidades en cuanto a la selección del programa.

Una vez corregidos nuestros modelos, debemos de analizar los archivos imprimibles. Con esto, conseguiremos verificar y evaluar la calidad de un modelo 3D antes de la impresión. Estos programas pueden examinar el modelo en busca de posibles problemas, como zonas de sobrecalentamiento, áreas de

baja calidad o problemas de adherencia a la plataforma de impresión. algún programa que contiene tanto el análisis, como el proceso de corrección podría ser:

- Meshmixer: también incluye herramientas de reparación y análisis. Incluye una función de reparación automática, así como una herramienta de análisis de estabilidad para evaluar la capacidad de un modelo para sostenerse a sí mismo sin soportes.
- Simplify3D: Es un software de impresión 3D de pago que ofrece tanto herramientas de reparación como de análisis. Incluye una herramienta de reparación automática para corregir errores en los archivos imprimibles, así como una herramienta de análisis de la trayectoria de la herramienta para simular la impresión y detectar posibles problemas. Su coste es de unos 149€ en su página oficial.
- Prusa Slicer: Es un software de impresión 3D gratuito que también ofrece herramientas de reparación y análisis. Incluye una función de reparación automática y una herramienta de análisis de la trayectoria de la herramienta para detectar posibles problemas antes de la impresión.

Realmente en este apartado es interesante considerar programas que presenten ambas opciones para no incluir un programa más al uso. Todo lo que facilita los procesos, ahorrará tiempo y dinero a la empresa.

El siguiente proceso que debemos de tener en cuenta es el proceso de corte. Estos programas se dedican a laminar la figura en los cortes necesarios a la hora de imprimir. El programa corta la pieza y traza las rutas que seguirá la impresora. Alguno de los programas de corte serán:

- Ultimaker Cura: Ultimaker Cura es un software de corte, dispone de código abierto y es gratuito para la impresión 3D. Es uno de los programas más conocidos en este sector por su facilidad de uso y que no tiene coste.
- Prusa Slicer: no solo es un software de preparación de modelos, sino que también es capaz de cortar modelos en múltiples partes.
- Simplify3D: es una solución de software de pago que también incluye capacidades de corte además de las que mencionamos anteriormente.
- KISSlicer: KISSlicer es un software de corte de código abierto y gratuito para la impresión 3D.

Por último, hará falta un programa de host de impresora, el cual se encargará de enviar los archivos del ordenador a la impresora y viceversa. Este tipo de impresora suele venir siempre con la impresora en sí, o con el programa de corte.

Una vez impresa la pieza, según el resultado puede ser que necesite algún proceso como los mencionados anteriormente: lijar, pulir, entre otros.

3.Bloque 3. Situación de la impresión 3D en España y en la empresa.

3.1.Breve historia de la impresión 3D y su lugar en España

La historia de la impresión 3D se remonta a la década de 1980, cuando Charles W. Hull inventó la estereolitografía (SLA), método que se usaba para imprimir en capas de resina foto polimérica que se solidifica cuando se exponen a la luz UV. Fue el primer método de impresión 3D y, gracias a su tecnología, surgieron otras técnicas de impresión.

En la década de 1990, la impresión 3D se popularizó en la industria manufacturera, dando un uso a la tecnología en el área de creación rápida de prototipos y piezas de producción. Todo a un menor coste y en menos tiempo que los métodos de fabricación tradicionales. La tecnología permitió la creación de formas y diseños complejos que eran difíciles o imposibles de lograr con otros métodos.

En los años 2000, la impresión 3D se convirtió en una tecnología más accesible para los consumidores, ya que el software, en cierto modo, se liberó y los particulares pudieron explorar e investigar, dando lugar a impresoras personales más baratas e incluso con características nuevas. Todo esto llevó al empleo de una serie de impresoras 3D más económicas y fáciles de usar. Este desarrollo ha llevado a los objetos personalizados al auge, además de dar a las personas la posibilidad de que produzcan sus propias piezas y objetos en casa.

En la actualidad, la impresión 3D se utiliza en una amplia variedad de campos; desde la medicina, la ingeniería, la arquitectura hasta la moda. Se espera que en el futuro se sigan desarrollando nuevas técnicas y se apliquen nuevos materiales para la impresión 3D, lo que permitirá la creación de objetos cada vez más complejos y sofisticados.

Para tener noción sobre el mercado de impresión 3D en España podemos encontrar la siguiente información:

El mercado de la impresión 3D se valoró en 13.700 millones de dólares en 2020 y se espera que alcance un valor de 63.460 millones de dólares en 2026, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 29,48% durante el período de pronóstico (2021 - 2026).(mordorintelligence. s.f)

Actualmente, es complicado conocer las cifras de mercado pero, según Mundoplast, las ventas de impresoras 3D se han incrementado alrededor de un 13% en el último trimestre del año 2022, lo que sitúa a este mercado en una posición interesante

Las principales empresas del sector Español que centran su actividad en la impresión 3D son fabricantes, servicios, distribuidores y desarrolladores de software.

Podemos diferenciar los sectores que más pueden impulsar el gasto en impresión 3D como, por ejemplo, la automoción, la industria aeroespacial, la sanidad, defensa, educación y la investigación.

Existen iniciativas y programas gubernamentales que promueven el uso de la impresión 3D en sectores como la industria, la medicina o la educación. Por ejemplo, en el Hospital Gregorio Marañón de Madrid se puede encontrar una máquina de Impresión 3D que permite la realización de piezas médicas acordes a un uso personalizado, máquina que fue apoyada por el Ministerio de Ciencia e Innovación. A lo largo del covid, se desarrollaron diferentes proyectos con la impresión 3D que ayudaron a combatir dicha enfermedad. Los materiales impresos se usaron para la ampliación de salas de aislamiento, para la creación de material médico a medida (respiradores, o partes de los mismos), además de otros bienes necesarios de cara a solucionar la crisis sanitaria.

Debemos añadir que hay más iniciativas aparte de las mencionadas anteriormente, en sectores como en la construcción, como la creación de casas con el uso de la impresión 3D, en el sector industrial para aplicaciones espaciales usando la misma en diferentes etapas del lanzamiento de un cohete, o en el arte, creando figuras con la propia impresión 3D.

La cantidad de empresas que operan mediante este tipo de tecnología es escaso, dado que ronda las 3000 empresas, como se mencionó con la información de Eleconomista. Es cierto que no se puede calcular una cifra exacta del número de empresas que usa la impresión 3D en España, pero se puede realizar una aproximación, contando con los 11500 profesionales que trabajan en la industria de impresión 3D en España, según LinkedIn.

En cuanto a dificultades para aplicar la impresión 3D en las empresas Españolas, podemos encontrar unas barreras de entradas comunes en España:

- Coste de inversión: la impresión 3D aún puede ser costosa, especialmente si se busca adquirir equipos de alta calidad y capacidad. Esto puede ser un obstáculo para pequeñas y medianas empresas. Aunque estas empresas pueden acceder a equipos más avanzados, podría ser contraproducente por la duración de la inversión.
- Conocimiento técnico: aunque la impresión 3D se está popularizando, aún requiere cierto conocimiento técnico además de especializarse en la materia, lo que puede dificultar su acceso a empresas que no cuenten con personal capacitado o recursos para formarlos.

- Limitaciones de materiales y procesos: a pesar de que la impresión 3D ha avanzado ampliando el uso de diversos materiales, aún existen limitaciones en cuanto a la variedad de materiales disponibles y los procesos de impresión utilizados, lo que puede limitar su aplicación en ciertas industrias.
- Falta de normativas y regulaciones específicas: la impresión 3D es un campo relativamente nuevo y aún no existen normativas específicas en muchos países, lo que puede generar cierta incertidumbre o preocupación en empresas que buscan incursionar en el mercado. En el caso de España, podemos encontrar diferentes leyes que pueden afectar a esta tecnología, aunque no hay una normativa específica. La Ley General de Consumidores y Usuarios (LGDCU) imputa la responsabilidad al productor (fabricante o importador) por el producto defectuoso que se haya fabricado con una impresora 3D, esto hace que se requiera, como se mencionó anteriormente, un fuerte proceso de calidad en las piezas impresas. A esto hay que añadirle la Ley de Propiedad Intelectual (LPI), encargada de proteger los derechos de autor de los archivos utilizados para realizar la impresión 3D. Por ello, a la hora de imprimir ciertas piezas, puede ser necesario añadir retoques en el plano o usar planos libres.
- Competencia: aunque la impresión 3D aún no es un mercado saturado, la competencia puede ser alta y existen empresas consolidadas en el mercado que pueden dificultar la entrada de nuevos actores.
- España es un país con alta inflación y salarios no muy competitivos, esto puede ser malo de cara a la inversión en tecnología, ya que el mayor número de proveedores se encuentran fuera del país.

Es importante tener en cuenta que estas barreras pueden variar según la industria y el tamaño de la empresa y que, con la evolución del mercado y las tecnologías, estas barreras pueden disminuir.

Por el contrario podemos encontrar una serie de ventajas que pueden favorecer este tipo de tecnología:

- La innovación tecnológica: La impresión 3D es una tecnología innovadora que permite crear objetos personalizados y complejos, cualidad que la hace atractiva para empresas que buscan una ventaja competitiva.

- El ahorro de costes: La impresión 3D permite producir piezas de forma más rápida y económica que los métodos tradicionales de fabricación, llamando la atención de las empresas que buscan reducir costes.
- La capacidad de producción local: La impresión 3D permite producir piezas en el lugar donde se necesitan, reduciendo los costes de transporte y logística, así como el tiempo de producción.
- La personalización: La impresión 3D permite producir objetos personalizados y adaptados a las necesidades de cada cliente, característica que buscan muchas empresas con el fin de ofrecer productos únicos y diferenciados.

En resumen, la impresión 3D ofrece una serie de ventajas que la hacen atractiva para las empresas españolas, como la innovación, el ahorro de costes, la capacidad de producción local y la personalización de los productos.

Uno de los puntos principales debemos entender de esta tecnología y su reducción de costes, es que la diferencia de costes entre los métodos tradicionales de fabricación y la impresión 3D puede variar dependiendo de varios factores; como el tipo de material, la complejidad del diseño y el volumen de producción.

En general, la impresión 3D suele ser más costosa que los métodos tradicionales en la producción de grandes cantidades, ya que el costo de los materiales y el tiempo de impresión pueden aumentar significativamente. Sin embargo, para la producción de piezas personalizadas o de pequeñas cantidades, la impresión 3D es más rentable que los métodos tradicionales, ya que se evitan los altos costos de herramientas y moldes.

Es importante tener en cuenta que la impresión 3D todavía está en una etapa de desarrollo y mejora constante, por lo que los costes pueden seguir disminuyendo en el futuro a medida que se mejoren los procesos y se reduzcan los precios de los materiales y las impresoras.

Uno de los puntos más llamativos de esta tecnología de cara a cómo podría afectar al mercado Español es que puede incidir directamente en la reducción de la dependencia Española en cuanto a la importación de bienes manufacturados. De esta forma fomenta la producción local y da acceso a la producción personalizada de productos. No solo puede ayudar a las empresas Españolas de cara a sus importaciones, sino que también puede mejorar la eficiencia y la calidad en la producción, reduciendo los costos y aumentando la competitividad de las empresas españolas tanto a nivel nacional como internacional.

A medida que la tecnología gane fuerza, el interés en la misma puede impulsar la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías, promoviendo la colaboración entre empresas y universidades.

Por último, la impresión 3D fomenta la economía circular y la sostenibilidad al reducir los residuos y la huella de carbono asociados a la producción y el transporte de bienes. A esto se le suma el especial interés del reciclaje en dicha tecnología, ya que muchos de los materiales usados son reciclados. Estos se reciclan no solo por el interés en la economía circular, sino que, como son materiales en su estado más base, es más rentable reciclar dichos materiales de cara a la reducción de coste y optimización de los procesos, que no comprando el material en sí.

Para entender cómo ayuda esta tecnología a las empresas, se ha seleccionado una lista de empresas la cual trabaja con ella:

- Airbus España: fabricación de piezas para aviones con impresión 3D, además la compañía, según una noticia de 20minutos.es, se encarga de fabricar piezas para naves espaciales y tiene el objetivo de llevar una impresora a la estación espacial para producir de este modo piezas en el espacio.
- Seat: fabricación de prototipos y piezas de automóviles con impresión 3D. Es interesante el uso que le da sear a la impresión 3D ya que tiene la tecnología muy incluida en su producción y la usa para cualquier área dentro de la empresa
- Acciona: uso de impresión 3D para la construcción de elementos en puentes y otros elementos para otros proyectos. Además, la compañía utiliza la impresión 3D con el objetivo de restaurar piezas históricas y ayuda con la investigación en diferentes áreas con este tipo de tecnología.
- HP Spain: venta de impresoras 3D y servicios de impresión 3D personalizados. Es una empresa que se encarga de fomentar dicha tecnología en España y considera que esta tecnología es la impulsora de la nueva revolución industrial. Lleva a cabo el desarrollo de la tecnología 3D mejorando sus características e incrementando la rentabilidad de la misma.
- BCN3D Technologies: venta de impresoras 3D y servicios de impresión 3D personalizados con más de 11 años de antigüedad.
- Fundación CIM-UPC: investigación y desarrollo en tecnologías avanzadas de fabricación, incluyendo impresión 3D. También la empresa

se encarga de crear proyectos a empresas que desean dar uso a dicha tecnología.

- HP Labs Barcelona: investigación y desarrollo en tecnologías de impresión 3D y materiales.

Estas empresas disponen de un capital muy elevado, por lo que, si nos vamos a pequeñas empresas, debemos de tener en cuenta posibles ventajas que esta tecnología podría aportar. Por ello, alguna de las ventajas que podría ayudar a cualquier PYME son las siguientes:

Reducción de costos: La impresión 3D puede reducir los costos de producción y de desarrollo de productos como mencionamos anteriormente pero, si añadimos a esto el permitir la creación de prototipos y piezas de producción con menos material y en un tiempo más corto, estamos ante una nueva capacidad que las pequeñas empresas no pueden desarrollar. El diseño de un producto, sí puede ser llevado a cabo, pero no a un nivel tan competitivo como las grandes empresas, ya que la creación de bocetos o pruebas puede ser realmente cara.

Personalización de productos: La impresión 3D permite a las PYMES crear productos personalizados para sus clientes, lo que puede mejorar la satisfacción de estos y diferenciar su negocio de la competencia, incluso de las grandes marcas. Ahora, si a lo mencionado en el punto anterior, añadimos que pueden alejarse de los productos ofrecidos por las grandes marcas y crear productos más personalizados, pueden entrar a ofrecer algo característico de su propia empresa.

Mejora de la eficiencia: La impresión 3D permite a las PYMES crear piezas de repuesto y herramientas de producción de manera rápida y asequible, algo que puede mejorar la eficiencia en la producción y reducir el tiempo de inactividad. Las pequeñas empresas no dependen de proveedores y de su tiempo de suministro, puesto que tan solo dependerían del tiempo de impresión de las herramientas necesarias.

Innovación: La impresión 3D puede fomentar la innovación y la creatividad en las PYMES al permitirles experimentar con nuevos diseños y productos sin incurrir en costos significativos.

En general, es una pequeña aproximación al sector dentro de la información que se puede encontrar del mismo. Hay muchas empresas que trabajan con este tipo de tecnología, pero es imposible ver qué empresa trabaja con la impresión 3D a no ser que se indique en algún tipo de noticia. Muchas empresas usan la tecnología para realizar diferentes aspectos de su actividad diaria, pero no figura ningún lugar en el que realmente se pueda comprobar dicho uso.

En cuanto a las posibilidades de esta tecnología en el mercado Español, como vimos a lo largo del trabajo, podemos encontrar diferentes usos para cualquier empresa en diferentes sectores, excepto ciertas empresas dedicadas al sector de productos intangibles. Según la Fundación COTEC, la inversión en empresas intangibles en España alcanza el 35% del total, cifra que indica que hay más empresas dedicadas a actividades tangibles. Según el INE en 2022 había un total de 3.436.000 empresas activas en España, de las cuales el 58% pertenecían al sector servicios, de este porcentaje, es necesario recalcar que las empresas que podrían no encontrar uso a esta tecnología, podría ser empresas como gestorías, consultorías, comunicación y similares.

Podríamos estimar que el número de empresas de servicios intangibles dedicadas a estas actividades en España es menor al 58% del total de empresas activas.

En general, la impresión 3D se debería clasificar como una forma de producir o reparar productos, por lo que cualquier empresa podría tenerlo en consideración a la hora de implementarlo en su cadena de producción. Con el acercamiento de cifras de empresas mencionadas, podemos ver cómo hay una amplia cantidad de empresas que pueden dar uso a la tecnología o a los productos impresos con la misma.

Más adelante analizaremos como una PYME trabaja con este tipo de tecnología y que repercusiones tiene para ella misma.

3.2. Adecuación de los procesos de impresión 3D en la empresa

Como observamos anteriormente, encontramos mucha información y esta podría llegar a ser confusa. Adecuar todos los procesos para imprimir en 3D puede ser un proceso complejo, pero aquí se presentan algunas bases necesarias para que una empresa pueda hacerlo de la mejor forma posible:

- Inicialmente, es necesario identificar las áreas en las que se puede implementar la impresión 3D: Como vimos anteriormente la impresión 3D puede ser utilizada en diversas áreas, como la producción de piezas, prototipos, moldes, etc. Para una empresa es vital identificar las áreas en las que se puede implementar la impresión 3D, ya que esto ayudará a la empresa a definir los procesos necesarios.
- En cuanto a programas y maquinaria, se habló de una gran variedad de las mismas, por ello es necesario seleccionar la tecnología adecuada, cada una tiene sus propias ventajas y desventajas. La empresa debe seleccionar la tecnología que más se adapte a sus necesidades.
- Adquirir los equipos y materiales necesarios: La empresa debe adquirir los equipos y materiales necesarios para la impresión 3D. Además, es

importante asegurarse de que los equipos estén actualizados y en buenas condiciones. Observamos que, aunque no es una tecnología difícil de usar, sí que requiere de diferentes materiales. En ausencia de cualquiera de los mismos, la empresa podría ver afectada su actividad, llegando a tener que parar la misma hasta completar el proceso necesario. Una impresora de por sí sola, no tiene utilidad sin los programas necesarios, el material, entre otras.

- Capacitar al personal: la impresión 3D requiere habilidades técnicas específicas. La empresa debe capacitar al personal para que pueda utilizar correctamente los equipos y software de impresión 3D. Todos los componentes disponen de tutoriales, ya sea externos o internos, de los propios programas. Si la actividad llevada a cabo requiere un cierto nivel, aparte del de copiar piezas que se encuentren en la red, será necesario disponer de un personal capacitado.
- Se deberán definir los procesos y estándares: La empresa debe definir los procesos y estándares para la impresión 3D; desde el diseño hasta la impresión y acabado. Es importante establecer procedimientos estandarizados para garantizar la calidad y la eficiencia de los procesos.
- En la impresión 3D uno de los puntos más importantes consiste en establecer un sistema de gestión de calidad. Es común que las piezas impresas puedan dar problemas en su resultado, ya sea por la superficie, acabado, dureza, entre otras, por lo que es necesario solucionar dichos problemas, estableciendo unos estándares mínimos de calidad.
- Como cualquier empresa, esta deberá evaluar los resultados de los procesos de impresión 3D y realizar mejoras continuas para optimizar los procesos. A la hora de imprimir piezas desde la creación de las mismas, hasta su acabado pueden ser optimizadas, es decir, el acabado de las piezas puede ser reducido en un correcto diseño de la pieza.

Estas son solo algunas sugerencias generales para adecuar los procesos de impresión 3D en una empresa. Cada empresa tendrá sus propias necesidades y deberá adaptar sus procesos según las mismas.

3.3. Costes detallados a la hora de imprimir

Tras la información dada en el punto 2.5, observamos que los costes de la tecnología son muy variados, pero no tienen por qué ser muy elevados.

En cuanto a los costes de material, son importantes pero, en este caso, no son para nada elevados, dado que, como vimos, son materias primas muy básicas: polvo de plástico, polvo de metal, bobinas de metal, etc. Como todo, la diferencia del precio viene dada según la marca, calidad y tamaño.

En este caso, comprar los materiales de impresión es imposible, ya que existen miles de materiales para imprimir. Ahora bien, debemos de tener en cuenta que los materiales son más caros según pasamos del plástico a metales, polímeros, etc. A continuación podemos encontrar una pequeña lista que clasifica los diferentes materiales según precios extraídos de Impresoras 3d, esta lista engloba el precio generico para diferente tipo de material:

- Filamento PLA: materiales de lo más comunes en la impresión 3D. Su precio varía según el color y la marca, pero generalmente oscila entre 20 y 40 euros por kilogramo.
- Filamento ABS: Es un material resistente y duradero. El precio ronda entre 20 y 50 euros por kilogramo.
- Resina foto polimérica: el precio varía entre 40 y 200 euros por litro, según la calidad y el tipo.
- Nylon: El precio puede oscilar entre 50 y 100 euros por kilogramo.
- PETG: es un material adecuado para aplicaciones que requieren una mayor resistencia a la tracción. El precio se encuentra entre los 30 y 60 euros por kilogramo.

Estos precios son solo una aproximación y varían según la marca, la calidad y la cantidad. También es posible encontrar materiales más caros o más baratos que los mencionados anteriormente. Estos materiales son plásticos o resinas, existen varios materiales metálicos que pueden utilizarse en la impresión 3D, como el acero inoxidable, titanio, aluminio, cobre, oro y plata, entre otros. Los precios de estos materiales varían según el tipo de material y el proveedor, como en el caso anterior.

Algunos proveedores de filamentos de metal para impresión 3D son:

- Proto-pasta: ofrece filamentos de acero inoxidable, cobre, bronce, hierro, entre otros. El precio varía según el tipo de material y la cantidad de filamento, pero oscila entre los 50 y 150 euros por bobina de 500 gramos.
- BASF: ofrece filamentos de metal para impresoras FDM y FFF. Los precios varían según el tipo de material y la cantidad, aunque la cantidad oscila entre los 60 y 250 euros por bobina de 750 gramos.
- Sculpteo: ofrece impresión 3D de metales como acero inoxidable, titanio y aluminio, entre otros. Los precios varían según el tamaño y la

complejidad de la pieza, así como el tipo de material, pero en general su valor oscila entre los 50 y 100 euros por pieza.

La cantidad de precios varía según el material y la calidad, aunque podemos apreciar los rangos en los que se mueve el coste de los mismos.

Otro de los costes a tener en cuenta es la electricidad, dicho coste es ínfimo y su peso ronda el 3% del coste de la pieza.

El coste de amortización de la maquinaria varía según las piezas realizadas y la vida útil de la máquina. En este apartado debemos de mencionar que la impresión 3D necesita de recambio de piezas, pero ella misma es capaz de suministrar dichos recambios, lo que permite ampliar la vida de la máquina a unos costes ínfimos. Teniendo en cuenta la estimaciones de Diariopopular, podemos calcular que una impresora 3D tiene una vida de alrededor de 20.000 horas, sin contar con los recambios que se puedan implementar a la misma. Trabajando diariamente durante una jornada laboral, la vida útil de la misma es de alrededor de 7 años. Si bien, es mejor sustituir la máquina tras un periodo de entre 4 y 5 años, ya no solo por su utilidad, sino por el cambio constante del mercado y las reducciones de tiempos a la hora de imprimir de las nuevas impresoras.

En cuanto al coste de la mano de obra, debemos de incluir el coste de diseño de la pieza, más el coste preparación de la misma y el de postproducción. En este aspecto, los costes más elevados son los de diseño de la pieza, los cuales se ven muy afectados por el número de piezas que vayamos a producir. Pero, en el caso de producir un número bajo de piezas, estos costes se disparan. Los costes de preparación de la pieza, no son elevados, ya que poner a imprimir a la impresora no lleva más de 15 minutos (datos obtenidos mediante pruebas en un entorno propio de trabajo). Mientras que el coste de postproducción dependerá de cada pieza y su trabajo necesario. En este último caso es donde más influye la calidad de la impresora, dado que cuanto mejor sea el resultado obtenido de cada pieza impresa menores serán estos costes.

A la hora de imprimir existe la posibilidad de que la impresión de la pieza finaliza con ciertos errores, o que el proceso falle, lo que supondrá el desecho de la pieza y la repetición de la misma, por lo que añadiremos el coste de error en cada pieza para hacer frente a este problema, ahora bien esta posibilidad es reducida y depende de cada impresora, para este trabajo se a usado una impresora con 2 años de antigüedad la cual a calculado una tasa de fallo en torno al 7%.

El coste de los programas necesarios para imprimir, tema que abordamos en el punto anterior, nos permitió darnos cuenta de que este coste realmente puede

llegar a ser gratuito, ya que hay mucho software libre, aunque es posible que el programa que necesite la empresa sea de pago, si este es el que más se adecua a su actividad.

Por último, debemos de considerar el coste de formación; cada impresora y cada software necesita una formación y , en general, los costes de formación para la impresión 3D pueden oscilar entre unos pocos cientos de euros hasta varios miles, dependiendo del nivel de profundidad del curso. Es posible encontrar cursos cortos y básicos por menos de 500 euros, mientras que los cursos más avanzados y especializados pueden costar varios miles de euros.

Es importante tener en cuenta que también existen muchas fuentes de información gratuitas en línea, como tutoriales, videos y foros de discusión, fuentes que pueden ayudar a los trabajadores a adquirir habilidades en impresión 3D de forma autodidacta.

Si realizamos un análisis de los costes nos quedaria asi:

Tabla 3.1: Calculadora de costes para la impresión de piezas

MIS DATOS			
FILAMENTO		OPERARIO	
Masa de la pieza [kg]	0.05	Coste por hora del operador [€/h]	13.00
Coste plástico [/kg]	17.00	Tiempo preparación [h]	0.09
ELECTRICIDAD		Tiempo diseño de la pieza	0.50
Tiempo impresión [h]	0.8	Tiempo postproducción [h]	0.00
Coste medio luz [€/kWh]	0.17	Numero de piezas por impresion	1.00
Consumo medio [kW] (24)	0.5000	TASA DE FALLOS	
AMORTIZACIÓN		Tasa de fallos	7
Coste de impresora [€]	500	FORMACION	
Tiempo amortización [años]	4	Coste de formacion	200
Días activa al año [días/año]	218	Coste de formacion unitario	16.66666667
Horas por día [h/día]	8	SOFTWARE	
Valor de la impresora tras su vida util	100	Software diseño	0
		Prevision de piezas impresas	12
		TOTAL IMPRESION	
		Capacidad total de piezas impresas	2180

CÁLCULO COSTES	
FILAMENTO	28.87%
Coste material	0.82 €
ELECTRICIDAD	2.41%
Coste electricidad	0.07 €
AMORTIZACIÓN	1.62%
Coste de amortización	0.05 €
OPERARIO	60.56%
Coste Preparación	1.71 €
Coste Postproducción	0.00 €
SOFTWARE	0.00%
Coste software	0.00 €
TASA DE FALLOS	6.54%
Coste fallos	0.18 €
Coste real de pieza	2.83 €

Fuente: Elaboración propia a partir de base tomada en of3lia.com

En la imagen anterior podemos observar el total de costes a los que debería hacer frente una empresa si quiere realizar piezas de impresión 3D bajo demanda.

Debemos de mencionar una serie de puntos interesantes que obtenemos de los diferentes puntos representados:

- **El Filamento:** El peso de esta variable dependerá totalmente del tamaño de la pieza que se desee imprimir; a mayor tamaño mayor será el precio. Ahora bien este coste se puede reducir según obtengamos el filamento y el coste. En caso de imprimir en plástico, es fácil de encontrar a un menor precio debido al bajo coste de este material y a la posibilidad de emplear plástico reciclado. En el caso práctico se tomó el precio de un plástico de buena calidad encontrado en el mercado. Cabe añadir que es el precio de compra por 1 kg de material, datos extraídos de Impresoras 3D. También hay que tener en cuenta que este precio sería menor, si se compra mayor cantidad de materia prima.
- **Amortización:** La amortización se ha puesto en 4 años dado que, como se mencionó anteriormente, es interesante cambiar la máquina por motivos de productividad y nuevas mejoras del mercado.
- **Operario:** En el caso del operario, se ha tomado un coste de hora de 13€ la hora. En este caso es el coste de un operario sin apenas formación y no especializado, coste que se puede hasta duplicar. Sin embargo, según el mercado actual, es un salario competitivo para el sector en el que nos situamos.

En pocas palabras, es una situación aproximada de lo que puede costar este tipo de tecnología dentro de la empresa, pero eso no quiere decir que los porcentajes sean los mismos, ya que estos pueden variar según la empresa, el sector, la formación dada, entre otras. Todo depende del peso que le quiera dar la empresa a cada una de las variables anteriormente representadas.

Pongamos un ejemplo práctico; una empresa necesita la impresión de 12 cajas a medida para almacenar diferentes circuitos y que sean compatibles con la conexión de unas tarjetas conocidas por microbit. El diseño de la caja será el siguiente:

Imagen 3.1: Carcasa modificada de la caja a imprimir



Fuente: Realización propia

Imagen 3.2: Caja impresa



Fuente: www.digikey.es

El coste de las cajas en el mercado es de 5,38 euros por unidad. Estas cajas deben disponer la ranura que se puede ver en la tapa de la derecha, además del colgador que se aprecia en el centro de la tapa. Como observamos las cajas, estas deben de ser realizadas a medida, lo que imposibilita el comprar las cajas y fuerza a llegar a un acuerdo comercial con la empresa para el diseño personalizado de dichas cajas, haciendo esto que el coste sea casi el doble.

A la hora de imprimir y diseñar dichas cajas, obtenemos que el coste de las mismas se traduce en el siguiente:

Tabla 3.2: Tabla de costes para las cajas a medida.

MIS DATOS			
FILAMENTO		OPERARIO	
Masa de la pieza [kg]	0.05	Coste por hora del operador [€/h]	13.00
Coste plástico [/kg]	17.00	Tiempo preparación [h]	0.09
ELECTRICIDAD		Tiempo diseño de la pieza	0.50
Tiempo impresión [h]	0.8	Tiempo postproducción [h]	0.00
Coste medio luz [€/kWh]	0.17	Numero de piezas por impresion	1.00
Consumo medio [kW] (24)	0.5000	TASA DE FALLOS	
AMORTIZACIÓN		Tasa de fallos	7
Coste de impresora [€]	500	FORMACION	
Tiempo amortizacion [años]	4	Coste de formacion	200
Días activa al año [días/año]	218	Coste de formacion unitario	16.66666667
Horas por día [h/día]	8	SOFTWARE	
Valor de la impresora tras su vida util	100	Software diseño	0
		Prevision de piezas impresas	12
		TOTAL IMPRESION	
		Capacidad total de piezas impresas	2180

CÁLCULO COSTES	
FILAMENTO	28.87%
Coste material	0.82 €
ELECTRICIDAD	2.41%
Coste electricidad	0.07 €
AMORTIZACIÓN	1.62%
Coste de amortización	0.05 €
OPERARIO	60.56%
Coste Preparación	1.71 €
Coste Postproducción	0.00 €
SOFTWARE	0.00%
Coste software	0.00 €
TASA DE FALLOS	6.54%
Coste fallos	0.18 €
Coste real de pieza	2.83 €

Fuente: Elaboracion propia a partir de base tomada en of3lia.com

Tal y como podemos apreciar, el coste de cada caja es 4 veces menor de lo que nos costaría comprarlas. Esta situación se puede fomentar en muchos negocios. Dicho esto, es necesario recalcar que el diseño de las cajas se encontró en internet, mientras que la línea necesaria y el enganche fue añadido por una persona que había estado formándose en los conocimientos básicos de modelado.

Es cierto que esta situación no se puede extrapolar a cualquier caso, la situación podría verse diferente en caso de desempeñar una actividad en la que se realicen encargos de piezas bajo demanda, dado que el diseño de piezas se incrementa y, en caso de no vender suficientes piezas, los costes por pieza pueden ser más elevados. En cualquiera de los dos casos, se necesitaría a una persona que conozca a la perfección el moldeado.

En cambio, en empresas que no dedican su actividad a este área pero sí trabajan con diferentes tecnologías o servicios que requieren de productos encargados a terceros, podemos encontrar un nicho interesante para reducir costes.

3.4. Entrevista a un Emprendedor de la industria 3D

La empresa entrevistada, Funny Monkeys Things, es una empresa de Zaragoza que se dedica a la creación y mejora de complementos para juegos de mesa, ocio, escenarios y maquetas para proyectos para arquitectura.

Los inicios de la compañía se remontan a una empresa familiar, la cual se especializaba en la creación de maquetas o proyectos para diferentes empresas como museos e inmobiliarias.

La empresa surgió mediante una colaboración que desarrollaban con otra empresa, la cual se encargaba de crear las maquetas para la empresa familiar. La empresa liquida y el director de Funny Monkeys Things desarrolla la compra de la misma.

Tras un gran cambio en el planteamiento de la nueva empresa, gracias a la mejora del marketing de la misma y un gran trabajo en la promoción, Sergio

consiguió cambiar el rumbo de la anterior empresa y convertirla en lo que es actualmente.

Sus productos se crean mediante la Impresión 3D, mediante el uso de diferentes técnicas; desde el uso de resina, grabado y corte mediante láser. Trabajan principalmente con planchas de metacrilato, madera y resina. Estos materiales tienen unos precios realmente bajos y unas ventajas notorias para el sector en el que trabaja; su resistencia ante los golpes, su facilidad a la hora de limpiarlos, los diseños son fáciles de montar y desmontar, lo que permite ahorrar espacio en el envío. Todo esto mejora la calidad, dando un mejor uso por parte del usuario, además de reducir los costes en la compañía a la hora de realizar los envíos.

La compañía se aprovecha de las ventajas que les aporta el método usado en la producción que se adecua al sector en el que desarrollan su actividad. “Es un sector que no está explotado, casi nadie lo hace.”-añadió Sergio en la entrevista- “Nos encargamos de producir nuestros complementos bajo una demanda a muy bajo coste”. A la hora de producir su producto, solo se podría producir mediante un molde, a través de maquinaria industrial de un elevado coste o mediante las técnicas que él utiliza.

Todos los productos siguen una serie de pasos a la hora de su creación; inicialmente investigan el mercado para ver la salida que puede tener el producto y el tirón del mismo. Una vez que han detectado qué puede ser interesante crear, deben de realizar el diseño, para el cual utilizan illustrator. Una vez tienen el diseño, crean varias pruebas del producto para ver el resultado que más les gusta, y cuando lo obtienen, lanzan el producto a su página web y en Etsy.

Uno de los puntos más interesantes de los productos que ofrece la compañía son los márgenes que plantean sus productos, presentando márgenes de hasta un 200% del coste de los mismos, teniendo en cuenta todos sus costes, desde el material, mano de obra, amortizaciones, etc. Actualmente conseguir unos márgenes tan altos es complicado, pero los métodos de fabricación que usan les permiten alcanzarlos.

Pero no todo son márgenes, alcanzar la posición en la que se encuentran actualmente es uno de los desafíos más importantes a los que se ha enfrentado. De qué sirve producir con altos márgenes, si tu producto no gusta al cliente o no les llega. Desde sus inicios siempre han buscado promocionar al máximo su producto y las cualidades del mismo, “nuestros tokens no los hace nadie, tenemos competidores o tokens similares, pero la calidad de nuestro producto es única”-añadió Sergio-. Se dedican a ir a ferias donde promocionan sus productos en su página web. Siempre buscan colocar a su producto en el lugar que le corresponde, productos de máxima calidad y con el mejor diseño que pueden ofrecer.

A la hora de desarrollar su negocio, siempre hay que intentar estar al día con sus técnicas de producción. Recientemente realizaron una inversión en una nueva máquina, decisión que les permite duplicar su producción y mejorar sus tiempos a la hora de crear sus productos, “Es una inversión, sí, pero el acabado y el

resultado merece la pena”- me comentó Sergio cuando le pregunté si la máquina nueva merecía el riesgo a la hora de invertir en ella-.

Uno de los desafíos de desarrollar su actividad es la situación de su mercado en España. “Apenas hay promoción de nuestro mercado en España, hacen falta más ferias donde podamos dar visibilidad a nuestro producto”- opina Sergio-.”Actualmente donde más vendemos es fuera de España, donde más a Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea”-. El mercado al que se dedica tiene un pequeño hueco en España, pero no está del todo desarrollado, por lo que su opción fue promocionarse fuera del país y llegar a todo el mundo. Realmente esto es una decisión difícil, ya que a la hora de vender fuera de España, enfrentan otros desafíos: como hablar otros idiomas, tener en cuenta horarios de pedidos, considerar que el coste será mayor por los gastos de envío. Pero todo esto no son solo desventajas, “Nuestros clientes fuera de España están dispuestos a pagar la calidad de nuestro producto, en España solo una pequeña parte valora la calidad”-Añadió Sergio-. Esto les permite dar salida a sus productos, aunque su precio sea algo más elevado frente a otras copias que podrían encontrar en el mercado de menor calidad.

En cuanto a su sector, el futuro es prometedor, debido a que las técnicas han mejorado desde que comenzó a trabajar de ello. En tan solo dos años la velocidad de impresión se ha duplicado, el resultado es mucho más preciso y de mayor calidad, además de que los costes son menores. De no ser por esta tecnología, no podría desarrollar su negocio, los costes que esta tecnología le ofrece, los tiempos y el saber situar su negocio en el mercado, han permitido que él, su hermana y la pareja de su hermana vivan de esta actividad. Cuando le pregunté si había conseguido sus objetivos con esta empresa, me dijo: “He conseguido mucho más de lo que me esperaba, trabajo de algo que a mi me encanta, no tengo problemas a final de mes y espero que esto vaya mejor” - recaló Sergio.

Cuando hablamos de futuro, es interesante ver cómo el trabajo no tiene por qué tener un límite al menos en el sector que él trabaja. Los juegos con los que él trabaja, se lanzan varias veces al año, permitiéndote crear diferentes diseños para dichos juegos de mesa, que se venden en cada momento de lanzamiento, además de ofrecer los diseños para los juegos de mesa antiguos. Su objetivo, una vez que consiga asentar todos sus pedidos con la nueva máquina, es diversificar y no solo dedicarse a ofrecer dichos productos, sino que quiere ampliar la gama de productos que él ofrece y entrar en nuevos sectores. “Las maquetas se han quedado algo de lado y las creamos muy de vez en cuando, pero es algo que nos gusta mucho y no estaría mal tener ese mundo más en cuenta”-dijo Sergio.

Más adelante se Anexará la entrevista en su totalidad.

3.5. Análisis de la situación de la empresa entrevistada en cuanto a su progresión de ventas

En cuanto a la progresión del negocio y su crecimiento desde su origen, podemos sacar varias conclusiones, con la entrevista anterior y con las cuentas a las que se tuvo acceso.

Tabla 3.3: Tabla de ventas de Funny Monkeys Things por página web

Año	Ventas netas	Ventas totales	Ventas brutas	Pagina web		
				Pedidos	Valor del pedido	Artículos vendidos
2020	2828.44	3067.9	3211.46	76	37.22	315
2021	6010.74	6372.74	6868.65	111	52.64	661
2022	10902.09	11687.08	12612.22	201	54.24	1434
2023	2455.5	2746	2594.95	56	43.85	302

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 3.4: Tabla de ventas de Funny Monkeys Things por Etsy

Año	Etsy	
	Ingresos	Pedidos
2020		
2021	26731.2	841
2022	53194.96	1628
2023	12789	386

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

A plena vista podemos observar que las ventas se realizan en dos plataformas, una de ellas es la propia página web de la empresa y la otra es Etsy. Etsy es una página web donde varios vendedores anuncian sus productos a cambio de una pequeña comisión por venta.

En el caso de la empresa estudiada, el peso de Etsy en los ingresos de la empresa tiene un alto peso sobre el total.

En el año 2020 la empresa pertenecía a la anterior propietaria y solo disponía de la página web. En 2021, cuando cambió de dueño la empresa, se puede apreciar cómo se duplicaron las ventas, sin duplicar los pedidos en la página web. El primer año de Etsy se planteó una cifra de casi 27.000 euros.

Podemos ver una progresión interesante a raíz del cambio de dueño. Asimismo, la implementación de nuevos diseños y una promoción diferente de la página web ayudaron notoriamente a la compañía y, en cierta parte, marcó la dirección que esta tomará los próximos años.

A lo largo del 2022 vemos cómo en la página web casi se duplican las ventas, mientras que en Etsy se duplican tanto ingresos como pedidos. En el transcurso de un año se ve duplicada la cantidad de ventas de la compañía.

El pronóstico del empresario para este 2023 es bueno, dado que tiene previsiones de diferentes títulos que son muy esperados en el mercado. Incluso muchos de sus clientes ya le están pidiendo de manera personal dichos artículos para cuando salgan dichos títulos. En consecuencia, se espera que se dupliquen sus ventas al igual, dado que en los dos primeros meses del año 2023 ya se han

facturado un 25% del año anterior, sin que estos sean los más fuertes en ventas, situándose estos, en verano y al inicio de invierno.

En la página web se plantea la misma situación; ya se ha facturado más del 25% en proporción al año anterior, y tan solo en dos meses.

Hay que tener en cuenta que esta empresa da trabajo a tres personas, los ingresos para mantener la empresa y tres personas en salario no serían suficientes, pero la situación de la empresa lo permite. Es decir, las ventas tienen un amplio margen, donde sus productos tienen costes de fabricación muy bajos y los de venta son competentes en el mercado. Esta situación se ve favorecida gracias a la tecnología de Impresión 3D, debido a que esta tiene unos costes de fabricación muy bajos, como vimos a lo largo del trabajo, y más cuando esta tecnología se usa correctamente.

En el caso de la empresa suplente la demanda bajo pedido, lo que le permite usar la máquina sólo cuando es necesario en un corto periodo de tiempo y sin costes de encender la máquina.

Estamos ante un ejemplo de uso óptimo de este tipo de tecnología, ya que apenas hay stock en su almacén, pero los pedidos no se retrasan más del tiempo necesario en llegar al lugar del pedido. La tecnología es la que permite no tener stock de ningún tipo de artículo, ya que el tiempo de creación es de 1 hora como mucho y, aún así, dichos artículos pueden crearse a la vez según el artículo que se necesite crear.

Esto favorece a que no es necesario especializarse 100% en la creación de un bien, sino que permite la creación de una gran variedad de artículos con una misma tecnología, sin necesidad de incurrir en costes extras en cuanto a maquinaria.

4. Bloque 4: Conclusiones

4.1. Conclusiones

Tras el estudio realizado, considerando los puntos expuestos al inicio del mismo, podemos asegurar una serie de conclusiones:

- La gran variedad de tecnologías y materiales dentro de la impresión 3D permite la incorporación de la misma en cualquier empresa de cualquier sector, puesto que es una tecnología que se adapta fácilmente. La gran cantidad de técnicas de impresión que podemos encontrar ofrecen un lugar a esta tecnología independientemente del tamaño de la empresa y el sector al que pertenezca.
- A la vista de unas necesidades, a la hora de implementar dicha tecnología en las empresas, se ha observado que dichas necesidades son adaptables según la empresa y sus posibilidades, por lo que podemos asegurar que la tecnología no tiene unas elevadas barreras de entrada en la empresa. De este modo, se facilita que llegue a cualquier empresa que desee implementar la misma en su producción o actividad diaria sin

necesidad de realizar una gran cantidad de cambios ni un gran proceso de adaptación.

- Podemos asegurar que la situación del mercado Español favorece este tipo de tecnología, conclusión a la que podemos llegar debido a que se sitúa dentro del rango de inversión de la mayoría de inversores en el mercado España. Su amplia variedad de precios permite que se dé esta situación; no encontramos barreras de entrada que puedan clasificarse como limitantes para el correcto desarrollo de la impresión 3D en España. La facilidad para encontrar proveedores y la escasa competencia dentro del mercado generan una situación favorecedora para que se dé un desarrollo de inversión e implementación de esta tecnología.
- Las empresas que han adecuado correctamente esta tecnología nos permiten ver el potencial real de la misma y las mejoras que es capaz de aportar a cada empresa. Puede incorporarse en diferentes procesos de la cadena de producción de cada empresa, por lo que podemos decir que es una tecnología que puede favorecer tanto al crecimiento como a la optimización en las empresas, convirtiéndose, por ende, en una tecnología interesante en la que invertir.
- Nuestra entrevista con un empresario que trabaja con esta tecnología nos asegura el potencial de la misma, no solo como mejora para la producción, sino como oportunidad de negocio en sí, alcanzando rangos de rentabilidad que otras tecnologías no pueden alcanzar, además de observar sus limitaciones. Podemos asegurar que es un buen pilar a la hora de invertir teniendo más o menos repercusión según el sector en el que se implemente.
- Una vez incorporada la tecnología en una empresa, podemos asegurar que la evolución y la capacidad de crecimiento es cada vez mayor. Cuando se superan las barreras que pueden limitar el uso de la tecnología, el salto de la misma dentro de la empresa genera un crecimiento exponencial y elimina cualquier barrera para que la tecnología se pueda seguir desarrollando. En consecuencia, esto permite a la empresa modernizar y actualizar sus técnicas de producción de una manera más simple una vez dispone de dicha tecnología.

A la vista de estas conclusiones extraídas de la investigación realizada, podemos concluir el estudio como satisfactorio, obteniendo unas conclusiones prometedoras e interesantes que pueden ayudar a resolver cualquier duda que se tuviera sobre dicha tecnología y favorecer la inversión en la misma, en caso de presentarse una situación de incertidumbre. Del mismo modo, el estudio no asegura resultados en sí, dado que, como se planteó, es necesario un correcto uso e implementación de la tecnología para que se presenten resultados prometedores. De modo que una implementación errónea de la tecnología puede desencadenar en una situación para nada favorecedora.

5. Bloque 5: Bibliografía

- Abax (s.f). *La historia de la impresora 3D: los orígenes de las primeras máquinas.*
<https://abax3dtech.com/2020/07/24/historia-de-la-impresora-3d/>
- Autodesk. (s.f). *¿Qué es la impresión 3D?*
<https://www.autodesk.es/solutions/3d-printing>
- All3dp.(2022, Febrero). *Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D.*
<https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>
- All3dp. (2023, Enero). *Top 10 programas de modelado 3D gratis y fáciles de 2023.*
<https://all3dp.com/es/1/modelado-3d-programa-diseno-3d-principiantes/#tinkercad>
- All3dp. (2023, Febrero). *Los mejores programas para impresoras 3D de 2023.*
<https://all3dp.com/es/1/programas-software-impresora-3d-printer-software-3d-gratis/>
- All3dp.(2023,Marzo). *Filamento para impresora 3D – Guía de compra de 2023.*
<https://all3dp.com/es/1/filamento-3d-filamento-impresora-3d/>
- All3dp. (2023, Marzo.). *Archivos STL y modelos 3D para imprimir: los sitios web de 2023.*
<https://all3dp.com/es/1/descargar-archivos-stl-gratis-modelos-3d-para-imprimir-en-3d/>
- Andrade, M.A.,Del Río, C.A, Alvear, D.L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Scielo Información Tecnológica*, Vol 30, nº3, 83-94.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n3/0718-0764-infotec-30-03-00083.pdf>
- Aniwaa. (s.f.) *3D printer catalog.*
<https://www.aniwaa.com/catalog/3d-printers/?sort=relevancy&order=desc&display=list&show=12>
- Bcn3d.(2022, Junio). *Explicando la Impresión 3D metal de la forma más rápida y sencilla*
<https://www.bcn3d.com/es/explicando-la-impresion-3d-metal-de-la-forma-mas-rapida-y-sencilla/>
- Bcn3d.(s.f). *Postprocesado de piezas metálicas.*
<https://support.bcn3d.com/es/knowledge/postprocess-metal-parts>
- Canales Sectoriales Interempresas. (2019, Julio). *El mercado de talentos de la impresión 3D en España.*
<https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/251885-El-mercado-de-talentos-de-la-impresion-3D-en-Espana.html>
- Canales Sectoriales Interempresas . (2021, Noviembre). *El mercado de la impresión 3D facturará 10.120 millones en 2025.*
<https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/372358-El-mercado-de-la-impresion-3D-facturara-10120-millones-en-2025.html>

- Canales Sectoriales Interempresas. (2022, Agosto). *La venta de maquinaria nueva en España cierra el primer semestre de 2022 con un ligero incremento del 4,7%*
<https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/396554-venta-maquinaria-nueva-Espana-cierra-primer-semestre-ligero-incremento-del-4-7-por-ciento.html>
- Cincodías Elpais. (Junio.2016). *HP pone a España en el mapa de la impresión 3D*
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/06/21/empresas/1466537073_482247.html
- Computerworld. (2021, Noviembre). *La industria de la impresión 3D despeg*
<https://www.computerworld.es/negocio/la-industria-de-la-impresion-3d-despega>
- Comunidad de Madrid, (2021, Julio). *El Hospital Gregorio Marañón implementa la impresión 3D en cirugía maxilofacial.*
<https://www.comunidad.madrid/noticias/2021/07/22/hospital-gregorio-maranon-implementa-impresion-3d-cirugia-maxilofacial#:~:text=El%20Hospital%20Gregorio%20Mara%C3%B1%C3%B3n%20es,en%20distintas%20%C3%A1reas%20m%C3%A9dico%2Dquir%C3%BArgicas>
- Contreras, L. (2019). *Guía completa: Binder Jetting o inyección de aglutinante, ¿te lo contamos todo! 3D Natives.*
<https://www.3dnatives.com/es/inyeccion-aglutinante-te-lo-contamos-23032016/#!>
- Contreras, L. (2023). *Servicios de impresión 3D ofrecidos en España: especialistas en fabricación aditiva. 3D Natives.*
<https://www.3dnatives.com/es/servicios-de-impresion-3d-en-espana-250620192/#!>
- Cortes, I. (2019, Agosto). *Los desafíos legales de la impresión en 3D. El país.*
https://elpais.com/economia/2019/08/09/actualidad/1565350591_001399.html
- Donaire, G. (2023). *El ‘milagro’ de Meltio: cómo una empresa jienense se ha convertido en proveedor de la US Navy. El País.*
<https://elpais.com/noticias/impresora-3d/>
- Dynapro 3d. (2022, Marzo). *¿Cuáles son los pasos para realizar una impresión 3D?*
<https://dynapro3d.com/cuales-son-los-pasos-para-realizar-una-impresion-3d/>
- Educación 3.0. (s.f). *10 programas de diseño 3D para seguir aprovechando tu impresora 3D*
<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/programas-diseno-impresoras-3d>
- El Economista. (s.f). *Impresión 3D.*
<https://empresite.eleconomista.es/Actividad/IMPRESION-3D/>
- El español (2020, Julio). *Esta empresa española fabrica con impresión 3D piezas para aviones de Airbu.*

- https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/innovadores/2020/721/empresa-espanola-fabrica-impresion-piezas-aviones-airbus/506950712_0.html
- [Empresa que desarrolla actividad 3D en España], (s.f).
<https://www.cimupc.org/es/>
 - Formizable. (s.f). *¿Qué tipos de impresoras 3D existen? Todo lo que necesitas saber.*
<https://formizable.com/tipos-de-impresoras-3d/>
 - G.M. (2022). Reporte Wohlers 2022: Fuerte crecimiento en la industria de la fabricación aditiva. *3D Natives*.
<https://www.3dnatives.com/es/reporte-wohlers-2022/>
 - Gobierno de Canarias. (s.f.). Impresión 3D y cultura maker.
<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/3d/impresion-3d/proceso-de-impresion-3d>
 - *Hp labs*. (s.f.).
<https://www.hp.com/es-es/printers/3d-printers/industries/industrial.html>
 - Impresoras 3d.(2021, Abril). *Guía rápida de Cómo Imprimir con Resina*.
<https://www.impresoras3d.com/guia-rapida-de-como-imprimir-con-resina/>
 - Impresoras 3D. (2018, Enero). *Breve Historia de la impresión 3D*.
<https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/>
 - Impresoras 3d. (s.f.). [Filamento PLA: bobinas para impresoras 3D].
<https://www.impresoras3d.com/filamento/pla/>
 - Impresoras 3d. (s.f). *El mercado de la impresión 3D será superado por el de materiales para impresión 3D*.
<https://www.impresoras3d.com/el-mercado-de-la-impresion-3d-sera-superado-por-el-de-materiales-para-impresion-3d/>
 - *Impresión 3D, el arte de copiar para preservar el arte de copiar para preservar* (s.f).
https://experience.acciona.com/es/social/impresion-3d-arte-copiar-preservar/?gclid=CjwKCAjwrpOiBhBVEiwA_473dM226nuEysZQyTbutWH8LESKoKVpBpO2qcxjZ_AM_tjJnJDDNi9mFxoCNIeQAvD_BwE&_adin=02021864894
 - *Impresión de metales 3D*. (s.f).
<https://www.renishaw.es/es/impresion-de-metales-3d--32084>
 - *Impresión 3D industrial*. (s.f).
<https://www.hp.com/es-es/printers/3d-printers/industries/industrial.html>
 - Impresoras 3d. (2017, Enero). *Guía de aspectos legales de la impresión 3D*.
<https://www.impresoras3d.com/guia-de-aspectos-legales-de-la-impresion-3d/>
 - [Imagen y precio caja ejemplo], (s.f)
https://www.digikey.es/es/products/detail/hammond-manufacturing/1591ABK/130901?utm_adgroup=Boxes&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Shopping_Product_Boxes%2C%20Enclosures%2C%20Racks&utm_term=&productid=130901&gclid=Cj0KCQjwk7ugBhDIARIsAGuvGpBvCqw05PizBbohNDEcy2v4u1uDAuYb9GNIS1QLiJJaHJwekiCmoPsaAqFTEALw_wcB

- Instituto Nacional de Estadística. *Distribución porcentual de los activos por sector económico y provincia.*
<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=3994>
- Instituto Nacional de Estadística. *Estadística estructural de empresas: sector industrial. Año 2020.*
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736143952&menu=ultiDatos&idp=1254735576715
- Instituto Nacional de Estadística. *Inversión según actividad principal (CNAE-2009 a 1, 2, 3 y 4 dígitos).*
<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=36173>
- Instituto Nacional de Estadística. (2022, Diciembre). *Directorio Central de Empresas (DIRCE) a 1 de enero de 2022.*
https://www.ine.es/prensa/dirce_2022.pdf
- It User (2021, Junio). *El mercado de impresión 3D crecerá un 14% anual hasta 2027*
<https://impresiondigital.ituser.es/noticias-y-actualidad/2021/06/el-mercado-de-impresion-3d-crecera-un-14-anual-hasta-2027>
- La Mastra, S. (2016). Mitos y verdades de las impresoras 3D. *Diario Popular*.
<https://www.diariopopular.com.ar/tecnologia/mitos-y-verdades-acerca-las-impresoras-3d-n258537#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1l%20es%20la%20vida%20%C3%BAtil.20%20mil%20horas%20de%20impresi%C3%B3n>
- Las soluciones de impresión FFF 3D más productivas del mundo. (s.f.).
<https://www.bcn3d.com/es/>
- Marchante, A. (2020). Impresión 3D vs COVID-19: las iniciativas más destacadas de la pandemia global. *3D Natives*.
<https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-covid-19-iniciativas-301220202/>
- Marchante, A. (2022). Las mejores casas impresas en 3D del mercado. *3D Natives*.
<https://www.3dnatives.com/es/top-10-con-las-mejores-casas-impresas-en-3d-250220202/#!>
- Marchante, L. (2023). ¿Cuáles son las tendencias del mercado laboral de la impresión 3D en 2022? *3D Natives*.
<https://www.3dnatives.com/es/mercado-laboral-impresion-3d-2022-020320232/>
- Mas, M. y Quezada, J. (2019). *La economía tangible en España*. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie)
<https://cotec.es/observacion/economia-intangible/a90985f7-b3ed-0f6b-4faa-0810cda32ee1>
- Mint. (2022. Agosto). *Sueldo De Un Técnico En Impresión 3D*.
<https://mintforpeople.com/noticias/sueldo-tecnico-impresion-3d/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20existen%20grandes%20diferencias,hasta%2031.695%20euros%20al%20a%C3%B1o>
- [Modelo de negocio de impresión en 3D en Italia], (s.f).
https://www.weerg.com/?utm_campaign=ADW+TOP-ENG+2YCQ+dsk+I-M+RMK+CPAmax&utm_medium=ppc&utm_source=adwords&utm_term=3d%20s

https://www.google.com/search?hl&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ad=650701402042&hsa_src=g&hsa_cam=19792706066&hsa_kw=3d%20stl&hsa_grp=146792874197&hsa_tgt=kwd-91477045&hsa_ver=3&hsa_acc=5333437716&gclid=Cj0KCCQjwwtWgBhDhARIsAEMexeDGuls98128YdQhpcdOjYIaW0rSJzW_PMbPohR_oE_RIAfGC7cmNkaAnUpEALw_wcB

- Montoya, J.D. (s.f.). Actividades económicas de España. *Actividades Económicas*.
<https://www.actividadeseconomicas.org/2012/12/actividades-economicas-de-espana.html#:~:text=El%20sector%20terciario%20es%20el,comercio%20al%20por%20menor%2C%20etc>
- Mordor Intelligence (s.f). *Mercado De Impresión 3d: Crecimiento, Tendencias, Impacto De Covid-19 Y Pronósticos (2023 - 2028)*
<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/3d-printing-market>
- Muñoz. A. (2021). La impresión 3D gana peso en las empresas con nuevos usos innovadores e inesperados. *El español*.
https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/politica-digital/mundo/20210416/impresion-gana-peso-empresas-nuevos-innovadores-inesperados/572443502_0.html
- Of3lia. (s.f). *¿Cuánto cuesta imprimir en 3D?*
<https://of3lia.com/cuanto-cuesta-imprimir-en-3d/>
- Printing & design. (2022, enero). *Predicciones: El mercado de la impresión 3D en 2022*.
<http://www.3dprintingdesign.es/es/noticia/predicciones-el-mercado-de-la-impresion-3d-en-2022>
- [Precio programa simply3d], (s.f)
<https://www.simplify3d.com/buy-now/>
- [Programas impresión 3D], (s.f)
https://www.prusa3d.com/page/prusaslicer_424/
- [Programas impresión 3D], (s.f)
<https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>
- [Programas impresión 3D], (s.f)
<https://www.freecad.org/>
- [Programas impresión 3D], (s.f)
<https://store.blender.org/>
- [Programas impresión 3D], (s.f.)
<https://www.3d-tool.com/>
- [Programas impresión 3D], (s.f)
<https://www.autodesk.es/products/netfabb/overview?panel=buy&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=F360NFP>
- Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia. *Boletín Oficial del Estado* 97, de 22 de abril de 1996.
<https://www.boe.es/eli/es/rdlg/1996/04/12/1/con>

- Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias. *Boletín Oficial del Estado* 287, de 30 de noviembre de 2011.
<https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2007/11/16/1/con>
- Scan 3d Print. (2019, Abril). *Impresión 3D: Los Materiales Más Usados En Industria*.
<https://www.scan-3dprint.com/impresion-3d-materiales-industria/#:~:text=Los%20materiales%20m%C3%A1s%20utilizados%20en%20este%20tipo%20de%20impresi%C3%B3n%203D,prototipos%2C%20como%20para%20piezas%20final%20es>
- Statista. (2023, Abril). *Número de empresas activas en España de 2007 a 2023*.
<https://es.statista.com/estadisticas/506932/empresas-registradas-en-espana/>
- SPC Consulting group. (s.f). *Los Costos De Mantenimiento Y Sus Implicaciones En La Industria*.
<https://spcgroup.com.mx/los-costos-de-mantenimiento-y-sus-implicaciones-en-la-industria/>
- *Un centro de impresión en una fábrica de coches*. (s.f).
<https://www.seat-mediacenter.es/storiespage/newstories/Un-centro-de-impresion-3D-en-una-fabrica-de-coches.html>
- Xataka. (2018, Octubre). *Las primeras casas por impresión 3D de España están en marcha: estos son los retos a los que se enfrentan*.
<https://www.xataka.com/otros/primeras-casas-impresion-3d-espana-estan-marcha-estos-retos-a-que-se-enfrentan>
- 20minutos.es. Maria Andres Castro. (2022, Junio). *Airbus trabaja en una impresora 3D para fabricar satélites y piezas de naves en el espacio*.
<https://www.20minutos.es/tecnologia/moviles-dispositivos/airbus-trabaja-en-una-impresora-3d-para-fabricar-satelites-y-piezas-de-naves-en-el-espacio-5011411/#:~:text=en%20el%20espacio-,Airbus%20trabaja%20en%20una%20impresora%203D%20para%20fabricar%20sat%C3%A9lites,de%20naves%20en%20el%20espacio&text=La%20compa%C3%B1a%20Airbus%20va%20a,de%20enviarlos%20desde%20La%20Tierra.>

6. Bloque 6: Anexos:

Entrevista a Sergio director de Funny Monkeys Things:

¿Cómo te iniciaste en el negocio de la impresión 3D?

“Antes me dedicaba a realizar maquetas y proyectos para consultoras de arquitectura, algunas para el ayuntamiento de Zaragoza. Colaboramos con una chica que se dedicaba a imprimir nuestros proyectos en impresión 3D. Hace dos años la chica nos dijo que iba dejar la empresa y nos la ofreció en venta, aceptamos y así comenzamos en la industria.”

¿Cuál ha sido la inversión inicial para montar tu negocio de impresión 3D?

"La compra de la empresa nos costó unos 10000€, apenas tuvimos que poner un poco más de dinero para otros términos, pero todo en total, fue alrededor de los 15000€."

¿Qué tipo de servicios o productos ofrece tu negocio de impresión 3D?

"Actualmente los servicios que nos dedicamos a ofrecer son diferentes a los servicios de impresión que ofrecíamos anteriormente, ya que han pasado un poco a segundo margen, ahora nos dedicamos principalmente a imprimir complementos para juegos de mesa."

¿Cuál ha sido tu experiencia en el mercado de la impresión 3D hasta ahora?

"En general está siendo una buena experiencia, al principio fue algo complicado, porque el sector necesitaba mucha investigación a la hora de cómo producir los diseños, qué material usar, pero ahora el trabajo es algo ameno, se hace sencillo y no tenemos que invertir mucho tiempo en producir."

¿Cuáles son las ventajas de la impresión 3D en comparación con otros métodos de producción?

"Como te comenté, antes era un sector que no estaba explotado, casi nadie lo hace. Requiere de mucha investigación y de una inversión menor a otros tipos de producción, además deben de ser para sectores concretos ya que es complicado producir en masa como otros métodos."

¿Qué tipo de materiales utilizas en tus impresoras 3D?

"Nosotros usamos metacrilato y madera principalmente, luego también usamos resina y plásticos"

¿Qué tipo de clientes suele buscar tus servicios o productos?

"Principalmente son personas particulares a los que les gustan los juegos de mesa, aunque también hay empresas que se dedican a vender nuestros productos."

¿Cuál es el proceso de trabajo en tu negocio de impresión 3D?

“Primero investigamos el mercado a ver qué juegos están de moda y qué podemos fabricar, después diseñamos entre mi hermana y yo un boceto de cómo queremos que sea, seguidamente lo pasamos a un programa de diseño, imprimimos varias pruebas y nos quedamos con la que más nos gusta. Después lo lanzamos en la web y en etsy.”

¿Qué tipo de software de diseño utilizas para crear modelos en 3D?

“Usamos varios, pero todos de la familia Adobe, illustrator, Indesign, entre otros, pero todos de la familia de Adobe. Además luego a la hora de imprimir la máquina viene con un software gratuito.”

¿Cuál es el margen aproximado en productos?

“Depende mucho del producto, el producto con más margen es del 200%, y el que menos en torno a un 40, 50%. Todo depende de lo que nos cueste el material, pero los márgenes son muy interesantes.”

¿Cómo te diferencias de otros negocios de impresión 3D en el mercado?

“Nuestros tokens no los hace nadie, tenemos competidores o tokens similares, pero la calidad de nuestro producto es única, siempre intentamos que nuestros clientes estén lo más contentos con nosotros.”

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta tu negocio de impresión 3D?

“Apenas hay promoción de nuestro mercado en España, hacen falta más ferias donde podamos dar visibilidad a nuestro producto. En España nos cuesta vender, actualmente donde más vendemos es fuera de España, donde más a Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea. El mercado en España es lo que es, el dinero de nuestros consumidores españoles no es el mismo de los que consumen fuera. Nuestros clientes fuera de España están dispuestos a pagar la calidad de nuestro producto, en España solo una pequeña parte valora la calidad. ”

¿Cómo te mantienes al día con las últimas tendencias y tecnologías en la impresión 3D?

“Uno de nuestros componentes se dedica a investigar la nueva maquinaria, contacta con proveedores, además nuestros proveedores nos envían catálogos constantemente para enterarnos de lo que está al día.”

¿Cómo te aseguras de que tus clientes estén satisfechos con tus servicios o productos?

“Tenemos una atención al cliente muy preocupada, siempre intentamos estar pendiente de nuestros clientes lo más rápido posible, realizamos pedidos a medida, intentamos que no pasen más de unas horas en responder a los correos, ofrecemos seguimiento de pedidos.”

¿Cuál es tu estrategia de marketing para atraer nuevos clientes?

“En el mercado en el que trabajamos los clientes vienen principalmente del boca a boca, ahora nuestra publicidad viene principalmente de etsy que se encarga por una pequeña comisión en nuestros productos, además intentamos ir a todas las ferias posibles para que las empresas y la gente nos conozcan.”

¿Qué consejos le darías a alguien que quiere empezar un negocio de impresión 3D?

“Es un negocio en el que cuesta empezar, pero a la larga ofrece grandes posibilidades, al final es no tener miedo de empezar a intentarlo.”

¿Qué tipo de proyectos en impresión 3D has realizado que te hayan parecido más interesantes?

“Trabajamos varias veces para el ayuntamiento de Zaragoza, imprimimos réplicas a escala del Pilar para diferentes exposiciones. Ayudamos a diferentes entidades públicas en el covid con diferentes campañas para poner en diferentes lugares públicos. Uno de los más interesantes fue el diseño de nuestras bandejas para un juego de mesa, ya que están gustando mucho a nuestros clientes.”

¿Cómo ves el futuro de la impresión 3D en términos de su evolución y adopción?

“Aunque en España cueste su aceptación, en otros países es una tecnología a la que se le da mucho uso, poco a poco entrará en España y crecerá hasta alcanzar a otros países y todo se ve en que empresas usan esta tecnología.”

¿Cómo planeas hacer crecer tu negocio de impresión 3D en el futuro?

“Las maquetas se han quedado algo de lado y las creamos muy de vez en cuando, pero es algo que nos gusta mucho y no estaría mal tener ese mundo más en cuenta, hemos pensado en diversificar para alcanzar diferentes mercados y no dedicarnos exclusivamente a los juegos de mesa”

¿Cuál es el mayor logro que has alcanzado hasta ahora en tu negocio de impresión 3D?

“He conseguido mucho más de lo que me esperaba, trabajo de algo que a mí me encanta, además de que no tengo problemas a final de mes y espero que esto vaya mejor”

¿Cuáles son los principales desafíos que has enfrentado al iniciar y administrar tu negocio de impresión 3D?

“Los desafíos se plantearon en el inicio, que fabricábamos poco y apenas teníamos pedido, nos costó promocionar la empresa, pero poco salimos adelante, el negocio en sí se administra solo, seguimos los mismos procesos con cada producto. El vender al extranjero nos trajo algo más de trabajo, pero poco a poco se fue solucionando”

¿Cómo aseguras la calidad de los productos o servicios que ofreces en tu negocio de impresión 3D?

“Todos los productos los revisamos varias veces y comprobamos que siguen los estándares que nosotros consideramos apropiados. Además nuestra nueva maquinaria tiene un coste superior para que tenga buenos acabados y la mayor calidad posible.”

¿Cómo manejas los pedidos urgentes y la entrega a tiempo?

“Fabricamos bajo pedido, y el tiempo que se tarda en enviar es el que tarda en fabricarse, como realizamos varios turnos, solemos tardar como mucho uno o dos días en enviar el pedido. Ahora la entrega la lleva a cabo correos, por lo que son empresas externas a la nuestra, el tiempo de entrega no podemos controlarlo.”

¿Qué tipo de proyectos son los que más solicitas en tu negocio de impresión 3D?

“En cuanto a nuestros proyectos, lo que más se solicita son impresiones para maquetas de arquitectura, pero no es algo común. Lo que más vendemos son nuestros productos.”

¿Cuáles son las principales tendencias que has observado en el mercado de la impresión 3D en los últimos años?

“Estos dos últimos años nos hemos dado cuenta de que han entrado al mercado mas competidores usando tecnologías similares, han aparecido más máquinas que permiten imprimir y con mejores calidades, por lo que ha crecido a lo largo de los últimos años.”

¿Cómo piensas que la impresión 3D puede afectar a la industria manufacturera en el futuro?

“La reducción de costes y que apenas necesitas stock ya que apenas tardas en fabricar los productos, pueden ser muy interesantes en este mercado, realmente puede ser una revolución en este mercado, acortar costes, entre otras cosas que trae la impresión 3D.”