



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

**ESTUDIO Y DISEÑO DE PROYECTOS
INNOVADORES EN EL FABLAB DE LA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Autor: D. Álvaro Carracedo Ortiz

Tutor: D. Pedro Sanz Angulo

Tutor: D. Jesús Galindo Melero

**Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de
Mercados**

Valladolid, julio, 2022.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dedicar las primeras líneas a todas las personas que han hecho posible este trabajo gracias a su apoyo y ayuda.

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor, Pedro Sanz Angulo, por su inestimable ayuda, su paciencia y dedicación empleada en este trabajo.

También quiero agradecer a Jesús Galindo Melero, director del FabLab UVa, por su colaboración y sus aportaciones al trabajo.

Además, quiero agradecer a todo el personal del FabLab por abrirme sus puertas, por el buen trato recibido y por estar siempre dispuestos a colaborar para sacar el proyecto adelante.

También, agradecer a todos mis familiares, especialmente a mis padres, Marta y José, por haberme ofrecido todos los recursos que he necesitado; a mi hermano Miguel, que me apoya en todos mis proyectos; y a mis abuelas y abuelos: África, Angelita, Miguel y Pepe, que me brindan todo el cariño para seguir siempre adelante.

Finalmente, quiero agradecer a Marta, mi compañera de viaje; y a mis amigos, que me han apoyado siempre en los buenos y malos momentos.

A todos ellos, muchas gracias.

“Cualquiera que deje de aprender es viejo. Cualquiera persona que sigue aprendiendo se mantiene joven.”

Henry Ford

RESUMEN

Este TFG consta de dos secciones. La primera comienza con una descripción de la red FabLab y del FabLab de la Universidad de Valladolid. También se estudian los proyectos desarrollados en otros FabLabs con el objetivo de seleccionar los proyectos más relevantes para su implantación en el FabLab UValladolid.

En la segunda sección, se realiza una propuesta técnica para la implantación en el FabLab UVa de tres proyectos seleccionados en la etapa anterior. El primer proyecto, denominado *AgroLab*, consiste en la monitorización de los cultivos con tecnología, el diseño de un huerto vertical y la creación de una granja de insectos. El segundo proyecto, llamado *UVa Recicla*, busca la creación de un taller local de reciclado de plástico; su objetivo es transformar los residuos de plástico en objetos. Por último, se realiza la propuesta técnica de un laboratorio textil, denominado *TexLab*. Este proyecto pretende trabajar los *e-textiles*, investigar la creación de moda mediante el uso de herramientas de creación digital y, por último, implantar un bio-laboratorio.

Palabras clave: FabLab, proyecto innovador, implantación, propuesta técnica, creación digital.

ABSTRACT

This final degree project is organized in two sections. The first begins with a comprehensive description of the FabLab network and Valladolid University's FabLab. The projects developed in other FabLabs are also studied, with the aim of selecting the most relevant projects for their implementation in the FabLab UValladolid.

In the second section, a technical proposal is made for the implementation of three projects selected in the previous stage. The first project, *AgroLab*, describes the technological monitorization of crops, the design of a vertical garden and the creation of an insect farm. The second project, called *UVa Recicla*, focuses on the creation of a local plastic recycling workshop, aiming to transform plastics into objects. Finally, a technical proposal for a textile laboratory, named *TexLab*, is presented. This project aims to work on e-textiles, investigate the creation of fashion using digital creation tools and, finally, implementate a biolaboratory.

Keywords: FabLab, innovation project, set up, digital fabrication, technical proposal, digital creation

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes	1
Motivación	2
Objetivo y alcance	3
Organización de la memoria	5
CAPÍTULO 1: FabLab y tecnologías involucradas	7
1.1 Introducción	7
1.2 Definición	7
1.3 Historia	8
1.4 The Fab Charter	9
1.5 La red FabLab	10
1.5.1 <i>FabLab en el mundo</i>	11
1.6 Requisitos para ser un FabLab	13
1.7 Tecnologías en un FabLab	14
1.7.1 <i>Impresión 3D</i>	15
1.7.2 <i>Escáner 3D</i>	24
1.7.3 <i>Láser 2D</i>	26
1.7.4 <i>Mecanizado CNC</i>	26
1.7.5 <i>Plotter de corte</i>	27
CAPÍTULO 2: FabLab UVa	29
2.1 Introducción	29
2.2 Definición	29
2.3 Motivación	30
2.4 Personal FabLab UVa	30
2.5 Equipos disponibles en el FabLab UVa	30
2.5.1 <i>Impresión 3D</i>	31
2.5.2 <i>Escáner 3D</i>	32
2.5.3 <i>Laser 2D</i>	33
2.5.4 <i>Mecanizado CNC</i>	33
2.5.5 <i>Plotter de corte</i>	34
2.6 Proyectos actuales en el FabLab UVa	35
2.6.1 <i>MOAI LABS</i>	36
2.6.2 <i>LIFE</i>	38
2.6.3 <i>STEM Talent Girl</i>	39
2.6.4 <i>Premios Prometeo</i>	40
2.6.5 <i>Máscaras de protección para sanitarios</i>	41

2.6.6	<i>FabLab Itinerante</i>	41
CAPÍTULO 3: Estudio y análisis de proyectos e iniciativas en la red FabLab		43
3.1	Introducción	43
3.2	Proyectos en la comunidad FabLab	44
3.2.1	<i>Proyectos Sociales</i>	44
3.2.2	<i>Proyectos Educativos</i>	46
3.2.3	<i>Proyectos Empresariales</i>	49
3.3	Proyectos destacados	51
3.3.1	<i>FabKids y FabTeen</i>	52
3.3.2	<i>Makers Challenge</i>	53
3.3.3	<i>Guías y Tutoriales</i>	54
3.3.4	<i>Fabricademy</i>	56
3.3.5	<i>Fab Academy</i>	57
3.3.6	<i>Master class de capacitación y talleres para adultos</i>	58
3.3.7	<i>Precious Plastic</i>	59
3.3.8	<i>Reparación de electrodomésticos y electrónicos</i>	60
3.3.9	<i>Espacios de Cultivo</i>	61
3.3.10	<i>Laboratorio Textil</i>	63
3.4	Selección de los proyectos	64
CAPÍTULO 4: AgroLab. Espacios de cultivo. Propuesta del proyecto.		65
4.1	Introducción	65
4.2	Punto de partida	66
4.3	Beneficios para el FabLab UVa	70
4.4	Descripción de la actividad	71
4.4.1	<i>Misión</i>	71
4.4.2	<i>Visión</i>	71
4.4.3	<i>Plan técnico</i>	71
4.5	Stakeholders	76
4.6	Recursos necesarios	76
4.7	Cronograma de implantación	81
CAPÍTULO 5: UVa Recicla. Reciclaje de plástico. Propuesta del proyecto.		83
5.1	Introducción	83
5.2	Punto de partida	84
5.3	Beneficios para el FabLab UVa	87
5.4	Descripción de la actividad	88
5.4.1	<i>Misión</i>	88
5.4.2	<i>Visión</i>	88
5.4.3	<i>Plan técnico</i>	88
5.5	Stakeholders	92

5.6	Recursos necesarios.....	92
5.7	Cronograma de implantación	96
CAPÍTULO 6: TexLab. Laboratorio Textil. Propuesta del proyecto.		99
6.1	Introducción	99
6.2	Punto de partida.....	100
6.3	Beneficios para el FabLab UVa	102
6.4	Descripción de la actividad.....	103
6.4.1	Misión.....	103
6.4.2	Visión	103
6.4.3	Plan técnico.....	103
6.5	Stakeholders	105
6.6	Recursos necesarios.....	108
6.7	Cronograma de implantación	114
CAPÍTULO 7: Estudio económico		117
7.1	Introducción	117
7.2	Profesionales involucrados	117
7.3	Fases del proyecto	119
7.4	Costes del proyecto.....	119
7.4.1	Horas efectivas y retribución horaria de los empleados	120
7.4.2	Coste amortizado.....	121
7.4.3	Coste del material consumible	122
7.4.4	Costes indirectos	122
7.4.5	Trabajo destinado por cada fase del proyecto	123
7.5	Costes para cada fase del proyecto	123
7.5.1	Costes fase II: Etapa de planificación.....	124
7.5.2	Costes fase II: Investigación inicial	124
7.5.3	Costes fase III: Ejecución del proyecto	124
	Costes fase IV: Informe de resultados.....	125
7.6	Coste total del proyecto	125
Conclusiones y líneas futuras		127
	Conclusiones	127
	Líneas futuras.....	133
BIBLIOGRAFÍA.....		137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa mundial de FabLabs (Fablabs.io, 2022).	12
Figura 1.2. Mapa FabLabs Europa (Fablabs.io, 2022).	13
Figura 1.3. Cuota de mercado por tipo de impresora 3D (Grand view research, 2021).	15
Figura 1.4. Esquema de funcionamiento <i>fdm</i> (Fanan3D, 2022).	16
Figura 1.5. Esquemas de impresión 3D mediante estereolitografía inversa y por inmersión (3D Newworld, 2018).	18
Figura 1.6. Esquema impresión 3D mediante procesamiento de luz digital de luz digital (Swiat Druku 3D, 2019).	20
Figura 1.7. Comparativa <i>SLA</i> y <i>DLP</i> (Formlabs, 2017).	21
Figura 1.8. Comparativa <i>FDM</i> y <i>SLA</i> (ArrowTI, 2021).	21
Figura 1.9. Esquema de funcionamiento del escáner de luz estructurada (3dnatives, 2016).	25
Figura 2.1. Impresoras 3D en el FabLab UVa.	32
Figura 2.2. Escáneres 3D en el FabLab UVa.	32
Figura 2.3. Plataforma de láser Universal Laser Systems vls6.60.	33
Figura 2.4. Máquinas de mecanizado CNC FabLab UVa.	34
Figura 2.5. Plotter de corte y planchas de calor.	35
Figura 2.6. Máscaras de protección fabricadas en el FabLab UVa (FabLab UVa, 2019).	41
Figura 2.7. Esquema interno FabLab itinerante (Fab Foundation, 2022).	42
Figura 2.8. Jornada del FabLab itinerante en el Campus de Soria (Cyltv, 2022).	42
Figura 3.1. Sección de pedidos FabLab ETSIDI (FabLab ETSIDI, 2017).	55
Figura 3.2. Mapa nodos Fabricademy (Fabricademy, 2022).	57
Figura 4.1. Top 11 países con mayor cantidad de empresas <i>agrotech</i> (AgroTech España, 2021).	66
Figura 4.2. hidroponía vs aeroponía vs acuaponía (PonicsArea, 2022).	68
Figura 4.3. Interfaz de Azure FarmBeats (Microsoft, 2022).	73
Figura 4.4. Huerto vertical de HECTAR (HECTAR Hydroponics, 2005).	74
Figura 4.5. Cuadro comparativo entre <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Acheta domesticus</i> (Puentes, 2020).	76
Figura 4.6. Diagrama de Gantt AgroLab.	82
Figura 5.1. Espacio de reciclaje (Precious Plastic, 2022).	85
Figura 5.2. Categorización de los plásticos y facilidad de reciclaje (freepik, 2022).	85
Figura 5.3. Trituradora diseñada por precious plastic (Precious Plastic, 2022).	86
Figura 5.4. Productos hechos de plástico reutilizado (Precious Plastic, 2022).	86
Figura 5.5. Espacio de recolección de plástico (Precious Plastic, 2020).	90
Figura 5.6. Espacio de triturado (Precious Plastic, 2020).	91
Figura 5.7. Tecnologías de planchado, inyección y extrusión (Precious Plastic, 2020).	91
Figura 5.8. Extrusor de filamento protocycler+ (ReDeTec, 2022).	92
Figura 5.9. Cronograma de implantación propuesto para UVa Recicla.	97
Figura 6.1. Combinación de textiles con materiales flexibles e impresos en 3D (Berihum, Ahrendt, & Kyosev, 2020).	100
Figura 6.2. Estimación de mercado para los e-textiles, en millones de dólares (Kazini, Lutz, Malik, & Mazari, 2020).	101
Figura 6.3. Parche electrónico en un brazo (Rogers, 2014).	104
Figura 6.4. Zapatilla impresa en 3D hecha de residuos marinos (Adidas, 2022).	104
Figura 6.5. Esquema de las actividades del TexLab.	106
Figura 6.6. Cronograma propuesto para la implementación del proyecto TexLab.	115
Figura 7.1. Esquema jerárquico de los profesionales involucrados en el proyecto.	118
Figura 7.2. Fases del proyecto.	119
Figura 7.3. Distribución del coste total del proyecto por fases.	125
Figura 7.4. Distribución de los costes en función de su tipo.	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Comparativa <i>FDM - SLA - DLP</i> (Formlabs, 2017).	22
Tabla 2.1. Características de las impresoras <i>3D</i> FabLab UVa (FabLab UVa, 2019).	31
Tabla 4.1. Gestión de los interesados proyecto AgroLab.	77
Tabla 4.2. Recursos necesarios para el proyecto AgroTech.	78
Tabla 4.3. Recursos necesarios para el proyecto Huerto Vertical Inteligente.	78
Tabla 4.4. Recursos necesarios para la granja de insectos.	80
Tabla 4.5. <i>Software</i> necesario para el proyecto AgroTech.	81
Tabla 5.1. Gestión de los interesados en el proyecto UVa Recicla.	93
Tabla 5.2. Lista de materiales de los espacios de recogida y los elementos comunes.	94
Tabla 5.3. Lista de materiales del triturador.	94
Tabla 5.4. Lista de materiales de la máquina de inyección.	95
Tabla 6.1. Gestión de los interesados en el proyecto TexLab.	107
Tabla 6.2. Lista de recursos genéricos para TexLab.	108
Tabla 6.3. Lista de materiales <i>e-textil</i>	109
Tabla 6.4. Lista de materiales del <i>bio-laboratorio</i>	111
Tabla 6.5. Lista de <i>software</i> para el proyecto TexLab.	112
Tabla 6.6. Lista de material de consulta y formaciones.	113
Tabla 7.1. Cálculo de horas efectivas del proyecto.	120
Tabla 7.2. Desglose de los costes horarios y semanales asociados a cada trabajador.	121
Tabla 7.3. Costes de amortización de los equipos.	121
Tabla 7.4. Coste del material consumible por persona.	122
Tabla 7.5. Costes indirectos.	122
Tabla 7.6. Desglose de horas totales para cada fase del proyecto.	123
Tabla 7.7. Coste asociados a la etapa de planificación.	124
Tabla 7.8. Coste asociados a la etapa de investigación inicial.	124
Tabla 7.9. Coste asociados a la etapa de ejecución del proyecto.	124
Tabla 7.10. Coste asociados a la etapa de informe de resultados.	125
Tabla 7.11. Resumen de las horas y costes totales del proyecto.	125
Tabla 7.12. Costes totales por tipo de coste.	126

INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Fin de Grado, dirigido a la búsqueda y diseño de proyectos para implementar en el FabLab UVa, surge de la necesidad. El FabLab UVa es un entorno dinámico cuya función es la búsqueda de la innovación y el desarrollo de soluciones mediante el uso de herramientas de creación digital. Esta naturaleza cambiante y en constante evolución requiere de la búsqueda continua de nuevas vías de trabajo.

Por otro lado, la búsqueda e implantación de nuevas alternativas tiene como objetivo aumentar la oferta de opciones a los usuarios y ampliar los campos en los que se pueden trabajar. Además, también se busca ofrecer algo diferente y que el FabLab UVa destaque por su amplia oferta de alternativas y por la calidad de estas.

ANTECEDENTES

Durante la historia, las técnicas de fabricación se han restringido a los diferentes gremios de artesanos como, los carpinteros, alfareros, caldereros o herreros. A partir de la segunda mitad siglo XVIII, con el comienzo de la Primera Revolución Industrial, el rol de la fabricación fue, lentamente, asumido por las fábricas. Con el paso del tiempo la fabricación industrial avanzó introduciendo nuevos métodos y tecnología avanzada.

A medida que la tecnología industrial se fue generalizando, su precio y su disponibilidad también lo hicieron. Más tarde, a finales del siglo XX, algunas universidades e inventores empezaron a hacer uso del diseño asistido por ordenador para imitar las costosas técnicas industriales. Sin embargo, no fue hasta el 2006, con la democratización de la tecnología, que se acuñó el término *maker*. Esta expresión se usa para referirse a las personas que siguen la filosofía *hazlo tú mismo*, centrada en la fabricación personal.

Sin embargo, a menudo, las herramientas de fabricación digital no son del todo asequibles; algunos equipos pueden costar varios miles de euros, lo que complica su amortización para uso personal. El movimiento FabLab nace con el objetivo de hacer accesibles las tecnologías de fabricación digital a cualquier persona con ganas de crear. La red FabLab ofrece, además, la oportunidad de compartir las creaciones y beneficiarse del conocimiento adquirido en otros nodos en cualquier parte del mundo.

El FabLab UVa nace en 2019 con el objetivo de acercar estas herramientas de creación digital a la comunidad local, a la comunidad universitaria de la UVa y a emprendedores con ideas innovadoras que necesiten emplear las herramientas de fabricación digital para materializarlas. No obstante, sus herramientas y recursos son de acceso libre y cualquier persona que los necesite puede utilizarlas.

El FabLab UVa actualmente se financia de forma principal mediante la acogida al Plan de Transferencia de Conocimiento Universidad-Empresa (Plan TCUE), cofinanciado por la Junta de Castilla y León y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Además, de manera continua se buscan nuevas formas de financiación mediante la prestación de servicios a emprendedores y la acogida a otras subvenciones de interés general.

El FabLab Uva cuenta con cinco tecnologías básicas para desempeñar su papel. Estas son la impresión 3D, el escaneado 3D, el láser 2D, el mecanizado CNC y el *plotter* de corte. Entre todas ellas, la impresión 3D es la tecnología más extendida en este laboratorio, sus instalaciones cuentan con más de diez máquinas de este tipo. En lo referente a su campo de actuación, el FabLab UVa trabaja activamente con empresas de diferentes sectores y colabora en varios proyectos como MOAI Labs o varios proyectos dentro del Programa LIFE.

MOTIVACIÓN

Debido al corto recorrido del FabLab UVa, apenas lleva funcionando tres años con la pandemia de COVID-19 de por medio, su actividad aún se encuentra en una etapa de

incubación. Aunque ya se realizan múltiples proyectos, un FabLab es un elemento ‘vivo’ y tiene que ser capaz de actualizarse a las nuevas tecnologías y a adaptarse a las necesidades del entorno.

Es evidente que la tecnología avanza a un paso abrumador y la tarea de un FabLab es estar al corriente de las nuevas tendencias tecnológicas de fabricación digital y, en la medida de lo posible, aprender a utilizarlas e implementarlas en su laboratorio. Lo mismo ocurre con las necesidades del entorno. Se trata de un factor cambiante al que también hay que adaptarse.

A lo largo de la historia, las necesidades de la humanidad han ido cambiando; incluso en el mismo marco temporal las necesidades también son diferentes. Por ejemplo, las necesidades de un ciudadano español no son iguales que las de una persona que habita en una tribu del Amazonas.

Por este motivo, es importante que un FabLab busque de manera continua su rol dentro del contexto social y trate de adaptar sus recursos para dar respuesta a las necesidades. Además, esto es de vital importancia en una fase temprana, como es la del FabLab Uva; su actuación a corto plazo definirá su futuro.

La búsqueda e implantación de nuevos proyectos que funcionen de forma paralela a la actividad normal del FabLab traerá beneficios directos como son la concesión de nuevos proyectos, colaboraciones con más empresas y FabLabs; y una mayor variedad de vías de trabajo para los usuarios del FabLab y la comunidad universitaria.

Además, debido a que los proyectos que se desarrollan en un FabLab a menudo tratan de solucionar problemas de la sociedad; la comunidad local también se verá beneficiada de estos proyectos innovadores.

OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es estudiar los proyectos más prominentes e innovadores ya implantados en otros FabLabs y entidades de naturaleza similar. Además, basándose en los proyectos más interesantes, se busca diseñar tres propuestas de proyectos propios para implementarlos en el FabLab Uva.

Para conseguir estos objetivos se partirá de una contextualización de la situación actual, dando a conocer la red FabLab y sus fundamentos. Después se detallará la situación actual del FabLab Uva, las herramientas con las que cuenta y los proyectos más importantes de la entidad.

INTRODUCCIÓN

A continuación, se buscará inspiración en los proyectos más prominentes de otros FabLabs y entidades de una naturaleza similar. De esta manera se podrá obtener una visión general de las capacidades del FabLab, de las tendencias y de los proyectos que pueden ser de interés para el marco contextual del FabLab UVa.

Una vez se conozcan estos proyectos, se seleccionarán los más viables para su implementación en el FabLab UVa y se detallarán sus actividades principales con el fin de poder elegir los tres proyectos con mayor valor para su implantación en el FabLab UVa. Finalmente, se redactará una propuesta técnica de cada proyecto.

Para la búsqueda de información inicial se recurrirá a artículos, informes y estudios de fuentes fiables cuando estén disponibles. Cuando no sea posible, se priorizará obtener la información de fuentes directas, como páginas *web* y otros medios oficiales.

Para obtener los detalles sobre los proyectos en los que trabajan otros FabLabs se consultarán las páginas *web*, redes sociales y otros medios de publicación electrónica pertenecientes al propio FabLab o al proyecto.

El alcance sirve para definir el contenido que se quiere incluir y establecer los límites del TFG. A continuación, se define el alcance del presente Trabajo de Fin de Grado. El trabajo parte del estado actual del FabLab, esto incluye al personal, la maquinaria y los proyectos actuales.

La búsqueda de proyectos iniciales abarcará los proyectos educativos, empresariales y sociales. Los *proyectos destacados* se seleccionarán de forma que se prioricen los proyectos innovadores, con capacidad de aportar valor añadido al FabLab y susceptibles de implementarse en el FabLab UVa.

Para elegir los proyectos a desarrollar se establecerán unos criterios orientados a que el proyecto elegido favorezca al FabLab UVa, a sus usuarios y a la comunidad universitaria. Finalmente, se realizará una propuesta técnica para cada proyecto fundamentada en las técnicas empleadas en otros FabLabs y adaptada a las necesidades del FabLab UVa. En este punto se priorizará el uso de diseños de código abierto y el empleo de las herramientas de fabricación digital cuando sea posible.

Las propuestas técnicas tendrán la finalidad de orientar y ayudar a la directiva del FabLab UVa a elegir los proyectos a implantar. Si se quisiese implantar un proyecto, se tendrían que realizar un plan de proyecto detallado, lo cual queda fuera del alcance de este trabajo.

ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA

La memoria del proyecto recoge la investigación y el estudio realizado durante varios meses para el Trabajo de Fin de Grado. Su objetivo es destacar los proyectos más relevantes susceptibles de ser implementados en el FabLab UVa y la redacción de una propuesta técnica de tres de estos proyectos.

Para ello, la memoria se ha estructurado en siete capítulos. Los dos primeros sirven para entender el contexto de la red FabLab y del FabLab UVa. En el tercer capítulo se investigan los diferentes proyectos que existen en la red FabLab y se eligen tres proyectos a desarrollar.

El cuarto, quinto y sexto capítulo desarrollan la propuesta técnica para cada uno de los proyectos elegidos. En el capítulo final se ha realiza el estudio económico del proyecto. A continuación, se detalla el contenido de cada capítulo.

La memoria comienza con una *introducción* que pretende dar a conocer el tema del trabajo. En ella se contextualiza el tema a tratar, se explican los motivos de su elaboración, se expone el objetivo a conseguir y el alcance del trabajo. Por último, se explica brevemente la estructura del TFG.

El primer capítulo, *FabLab y tecnologías involucradas*, consiste en una introducción a la Red FabLab. Para ello, primero se describe la organización, se resume la historia del movimiento *maker* y los orígenes del movimiento FabLab.

Después se explica el Fab Charter, que son las normas básicas de convivencia dentro de la red; la distribución de FabLabs en el mundo y los requisitos para fundar un FabLab. Por último, se describen las tecnologías más empleadas en los FabLabs.

El segundo capítulo, *FabLab UVa*, sirve para dar a conocer el FabLab de la Universidad de Valladolid. Para ello se explica el contexto del FabLab, el motivo de su creación y se expone la estructura de trabajadores que lo componen. Finalmente, se detallan las tecnologías existentes en el FabLab y los modelos de máquinas disponibles.

El tercer capítulo, *Estudio y análisis de proyectos e iniciativas en la red FabLab*, es parte del cuerpo principal del trabajo. En este apartado se explican las principales clases de proyectos que existen en la Red FabLab. Después, para cada clase, se explican brevemente los proyectos encontrados durante el estudio.

A continuación, se realiza un análisis más detallado de los proyectos más viables para su implementación en el FabLab UVa. Por último, se establecen unos criterios de selección mediante los que se eligen los tres proyectos sobre los que realizar la propuesta técnica.

En el capítulo cuatro, *AgroLab. Espacios de cultivo. Propuesta del proyecto.*, se introduce el primer proyecto sobre el que se realiza la propuesta técnica. Este capítulo comienza con una explicación de los métodos y herramientas agro-tecnológicas y se dan nociones de los conceptos más importantes del tema. Además, se detallan la misión, la visión, el plan técnico, los *stakeholders*, los recursos necesarios y el cronograma propuesto de implantación del proyecto.

El capítulo cinco, *UVa Recicla. Reciclaje de plástico. Propuesta del proyecto.*, consiste en la propuesta técnica de un espacio de reciclaje de plástico local. El capítulo comienza con una introducción al problema de reciclaje de residuos plásticos e investiga las posibles vías de actuación para dar una solución local al problema. El capítulo continúa con la descripción de la actividad, donde se especifican la misión y la visión, el plan técnico, la gestión de los interesados, los recursos necesarios y el cronograma propuesto de implantación.

En el capítulo seis, *TexLab. Laboratorio Textil. Propuesta del proyecto.*, se detalla la propuesta técnica para la implementación de un laboratorio textil y de un bio-laboratorio en el FabLab UVa. El laboratorio textil consta, a su vez, de una sección para trabajar los *e-textiles* y otra que estudiará la combinación de diseño digital tridimensional con los textiles. El capítulo comienza con la contextualización del proyecto, donde se repasan las tendencias del sector. A continuación, se describe la actividad, detallando la misión, la visión y el plan técnico. El capítulo termina con la gestión de los interesados, los recursos necesarios y con una propuesta de cronograma de implantación.

El séptimo capítulo, *Estudio económico*, es el último capítulo de este TFG; en él se hace un análisis económico del presente *Trabajo de Fin de Grado*. Para ello se definen los trabajadores que van a intervenir en el proyecto y se detallan las actividades en las que se divide el proyecto. Después, se desglosan los costes procedentes de los trabajadores, de la amortización de material, del material consumible y los costes indirectos; en este punto también se reparten las horas de trabajo entre los trabajadores para cada actividad. En la última sección del capítulo se calcula el coste total del proyecto.

A continuación, se exponen las conclusiones, donde se expone la opinión del autor sobre el resultado del proyecto; y las líneas futuras, que aportan ideas y proponen nuevas vías de trabajo sobre aspectos que no se han incluido en el trabajo. Por último, se incluye la bibliografía; en ella se recopilan todas las fuentes de donde se ha obtenido la información.

CAPÍTULO 1: FabLab y tecnologías involucradas

1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se explica qué es un FabLab (*Fabrication Laboratory*, laboratorio de fabricación digital) y su diferencia frente a otros *makerspaces* (espacios de creación digital). Asimismo, se resume el origen de este movimiento y la historia de su nacimiento en el seno del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). A continuación, se expone la “Carta FabLab” que es la carta de presentación para explicar qué es un FabLab a las personas que no conocen el movimiento. Por último, se presenta la red FabLab y se ve cómo están repartidos los cerca de dos mil FabLabs a lo largo de los cinco continentes.

1.2 DEFINICIÓN

El fenómeno FabLab es un movimiento contemporáneo fundamentado en la filosofía ‘hazlo tú mismo’ (*DIY, Do It Yourself*). Gracias a los avances tecnológicos, con especial mención al CAD (*Computer Assisted Design*, diseño asistido por ordenador) y a la proliferación de las impresoras 3D, cualquier persona con la formación adecuada puede aprender a diseñar

un prototipo y convertirlo en realidad fácilmente. Precisamente uno de los objetivos de este movimiento es que cualquier persona pueda pasar de ser un espectador en el proceso de fabricación a ser el diseñador y creador de estas invenciones (Gershenfeld, 2005).

Lo que hace diferente a los FabLabs respecto a los *makerspace* es la red FabLab, que permite compartir información, proyectos y conocimiento con otras entidades dentro de la red mundial. En este capítulo se verá la historia del movimiento FabLab, su organización y los requisitos que se deben cumplir para crear un FabLab (Julia & Corinne, 2013).

1.3 HISTORIA

El origen de los FabLabs es bastante reciente; de hecho, el concepto surge por primera vez en 2001. Sin embargo, previamente ya existían varios movimientos que han supuesto los pilares para poder llegar hasta lo que hoy en día se conoce como FabLab.

Con el inicio de la primera revolución industrial, los oficios tradicionales, en los que generaciones de artesanos aprendían la profesión para fabricar lenta y costosamente fueron relegados a un segundo plano, cayendo cada vez más en el olvido a medida que se fueron industrializando más oficios (Hobsbawm, 1988).

Como respuesta a este suceso a principios del siglo XX, en el año 1919, el arquitecto Walter Gropius funda la *Bauhaus* (casa de la construcción) en Weimar. El propósito de esta escuela era el de fusionar la tecnología derivada de las revoluciones industriales con la artesanía. La *Bauhaus* es el resultado de la unión de la *Kunstgewerbeschule* (escuela de artesanía) de Weimar y la *Hochschule für Bildende Kunst* (escuela de bellas artes) de Weimar (Atamirano, 2013).

En la *Bahaus* surgieron los principios fundamentales y las bases académicas del diseño industrial y del diseño gráfico actuales. El principal objetivo de Gropius era el de unificar las bellas artes y las artes aplicadas con la férrea convicción de que la base del arte estaba en el trabajo manual, por lo que las clases eran dirigidas por artesanos y artistas pertenecientes a distintas ramas.

Como respuesta global durante las siguientes décadas surgieron programas académicos como la *New Bauhaus* de Chicago (1937-49) o el *Black Mountain Collage* en Carolina del Norte (1933-56). Posteriormente, estas escuelas fueron dando paso a grupos de investigación y experimentación en las universidades más avanzadas en conocimientos tecnológicos y científicos, como el *Harvard Lab CGSA* (1965), el *MIT Arch Mac* (1967),

el *SCI-ARC* (1972) o el *MIT MediaLab* (1985) entre otros grupos de investigación (Atamirano, 2013).

Esta revolución fue auspiciada por tres avances fundamentales, que serán también la base de los FabLabs: el primero es la expansión del ordenador personal; el segundo avance son los programas CAD; y en tercer lugar la proliferación del internet mundial y la *World Wide Web* (www). Es precisamente dentro del MIT MediaLab donde se encuentra el *Center for bits and Atoms* (CBA), cuyo director, Neil Gershenfeld acuñó el término FabLab (Arias, 2021).

Gershenfeld era el profesor de una asignatura llamada “Como hacer (casi) cualquier cosa”, ampliamente demandada por estudiantes procedentes de variadas titulaciones en el campus del MIT. En esta asignatura Gershenfeld enseñaba a los alumnos a diseñar diferentes objetos, pero para Gershenfeld había un problema, los alumnos no podían fabricar estos objetos por sus propios medios.

Finalmente, en 2001, gracias a una beca de la NSF (*National Science Foundation*), Gershenfeld crea un laboratorio de fabricación digital, que hoy se conoce como el primer FabLab, en este laboratorio sus alumnos podían convertir sus diseños en realidad. Un año después, en 2002, se creará el segundo FabLab del mundo, el *Vigyan Ashram* en la India, al que seguirán otros FabLabs en Costa Rica, Noruega, Boston y Ghana, convirtiéndose rápidamente en un fenómeno mundial (Arias, 2021).

1.4 THE FAB CHARTER

El *Fab Charter* es la carta de presentación para cualquier persona que no conoce la red FabLab. A continuación, se recoge su contenido (Fab Foundation, 2022).

¿Qué es un FabLab?

Un FabLab es una red global de laboratorios locales que permite la invención mediante el acceso a herramientas de fabricación digital.

¿Qué hay en un FabLab?

Un FabLab ofrece un inventario de herramientas común que es actualizado continuamente, con máquinas y métodos para fabricar casi cualquier objeto. Mediante la red se comparten procedimientos y métodos. Gracias a que las herramientas son las mismas, cualquier usuario podrá fabricar el mismo producto en cualquier FabLab.

CAPÍTULO 1:

¿Qué ofrece la red de FabLabs?

La red, además de ofrecer todos los medios disponibles en el laboratorio, también ofrece asistencias operativa, educativa, técnica, financiera y logística.

¿Quién puede usar un FabLab?

Los FabLabs están abiertos al público, por lo que cualquier individuo puede acudir y llevar a cabo su proyecto.

¿Cuáles son tus responsabilidades?

Seguridad: no herir a personas ni romper las máquinas.

Funcionamiento: ayudar con la limpieza, el mantenimiento y la mejora continua del laboratorio.

Conocimiento: contribuir con documentación y enseñar a quien lo necesite.

¿A quién le pertenecen las invenciones en un FabLab?

Los diseños y procesos desarrollados en un FabLab pueden ser protegidos y vendidos como quiera el inventor, pero tienen que estar disponibles para que los usuarios de la red puedan usarlos y aprender de ellos.

¿Cómo pueden las empresas usar un FabLab?

Los productos comerciales pueden realizarse en un FabLab durante su fase de prototipado, siempre que no entren en conflicto con los otros usos del FabLab. Sin embargo, la fase de desarrollo y crecimiento del proyecto-producto no pueden llevarse a cabo dentro de la red. Además, los investigadores, laboratorios y redes que hayan contribuido al éxito deberán verse beneficiados y debidamente reconocidos.

1.5 LA RED FABLAB

La Red FabLab es una comunidad abierta y creativa de fabricantes, artistas, científicos, ingenieros, arquitectos, profesores, estudiantes, aficionados y profesionales, de todas las edades, repartida en 149 países en casi dos mil FabLabs (Fab Foundation, 2022). Estos FabLab comparten la meta de democratizar el acceso a herramientas de creación digital, diseños, conocimientos y métodos.

En esta amplia red podemos encontrar desde centros de uso comunitario a verdaderos centros de investigación. Los laboratorios, a su vez, son una red de creación, un campus colaborativo de educación técnica y una comunidad de investigación cooperativa en la que se trata de reinventar la próxima generación de fabricación personal.

1.5.1 FABLAB EN EL MUNDO

El movimiento FabLab se ha expandido muy rápidamente desde su nacimiento en 2002. Hoy en día hay 1964 FabLabs registrados en el mapa de FabLabs de fablab.io, repartidos en su gran mayoría por Europa, América y Asia ([Fablabs.io](http://fablab.io), 2022). Pese a que el movimiento tiene sus orígenes en Estados Unidos, la mayoría de estos laboratorios se encuentran en Europa, con 856 laboratorios registrados; en segundo lugar. En Asia hay 432 FabLabs repartidos en 32 países.

América del sur y centro América cuentan con 291 FabLabs repartidos en diecisiete países. Muy cerca se encuentran EEUU y Canadá, donde encontramos un total de 284 FabLabs en total. Finalmente, África y Oceanía cuentan con una menor proliferación de FabLabs con 88 y 13 laboratorios registrados respectivamente. En la Figura 1.1 cada ‘globo’ representa un FabLab de la red y justo debajo del mapa se representa en un gráfico el número de FabLabs en cada región.

En Europa, el país con mayor cantidad de FabLabs es Francia, con 242. Esto se debe, en gran medida, a que desde la fundación del primer FabLab en Tolouse en 2009 las instituciones públicas de este país han demostrado un gran apoyo económico y político, resultando en una rápida expansión de la red. El segundo país con más proliferación de FabLabs es Italia, con 177, país en el que los FabLabs han tenido una gran aceptación.

Finalmente, en tercer lugar y con una cantidad significativamente menor de FabLabs, se encuentra España, con 77 laboratorios repartidos por el territorio ([Fablabs.io](http://fablab.io), 2022). En la Figura 1.2 se presenta un aumento del mapa en Europa en el que se aprecia cómo se reparten los FabLabs en Europa, en la parte inferior de la imagen se representa, en un gráfico de barras, la cantidad de FabLabs en los países mencionados.



FIGURA 1.1. MAPA MUNDIAL DE FABLABS (FABLABS.IO, 2022).

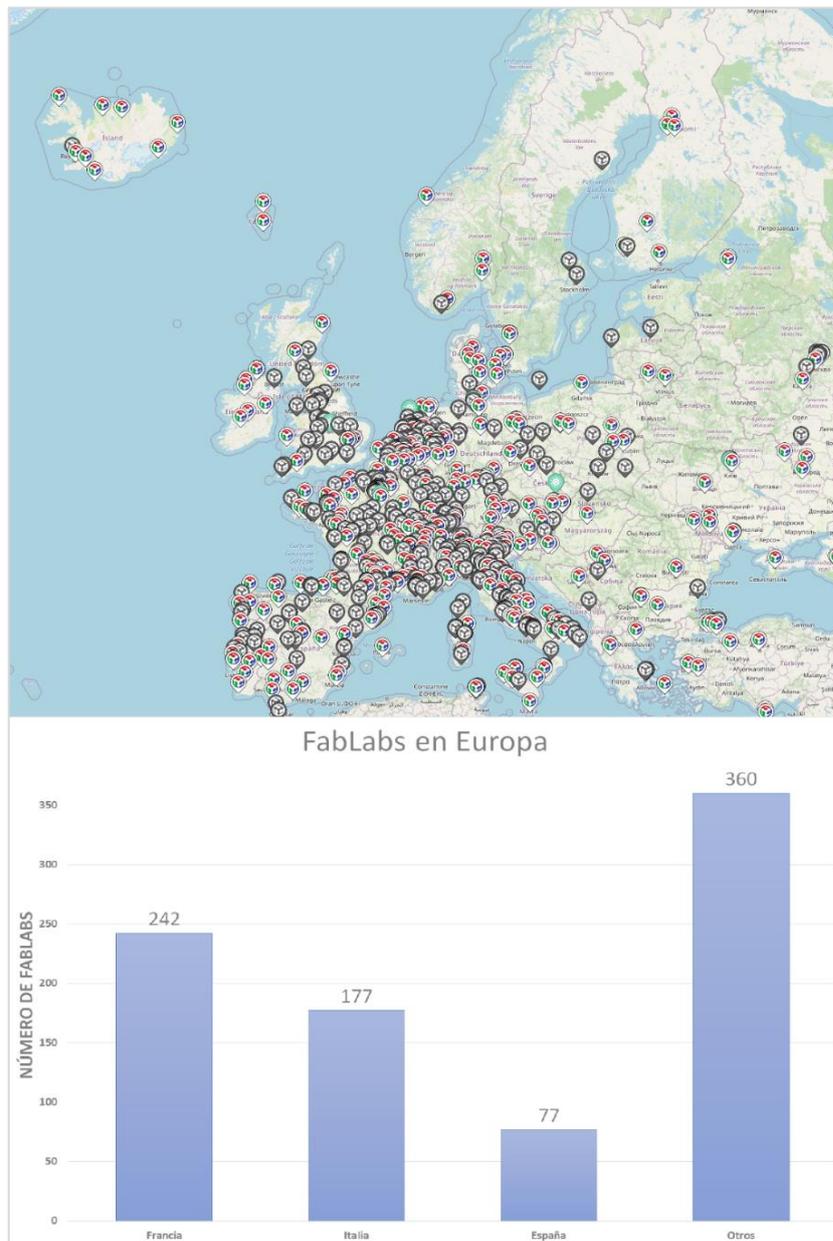


FIGURA 1.2. MAPA FABLABS EUROPA (FABLABS.IO, 2022).

1.6 REQUISITOS PARA SER UN FABLAB

Existen cuatro requisitos básicos (The FabLab Foundation, 2022) para que un entorno de fabricación digital pueda optar a formar parte de la red FabLab. El primer criterio es el acceso público al FabLab; la esencia de un FabLab es la democratización del acceso a las herramientas de creación e invención digital. Por esta razón, un FabLab debe ser de acceso

libre al público de manera gratuita o por un precio equiparable al coste de los servicios ofrecidos, al menos una parte del tiempo por semana.

El segundo criterio es apoyar la red FabLab y suscribir el *Fab Charter* explicado en la sección anterior. En tercer lugar, todos los FabLab han de compartir una serie de herramientas y procesos preestablecidos. La idea es que los FabLabs puedan compartir conocimientos, diseños y colaborar de manera internacional entre FabLabs. Así, si diseñamos una invención en el FabLab UVa, este diseño podrá ser reproducido en cualquier FabLab de la red, ya sea en Moscú, Delhi, Ámsterdam o Boston.

Los elementos más relevantes a la hora de compartir procesos de creación son las herramientas, máquinas y los programas de ordenador. Por eso, el Centro de Bits y Átomos del MIT recoge en un catálogo las herramientas, máquinas y software de código abierto (MIT Center for Bits and Atoms, 2008) que debemos usar para ser parte de la red FabLab.

Las herramientas más básicas son: una cortadora láser capaz de cortar en dos y tres dimensiones; una o varias impresoras 3D, una fresadora de control numérico capaz de hacer placas para circuitos; piezas de precisión y moldes para fundición; un enrutador de madera de gran tamaño para hacer muebles y mobiliario; y un conjunto de componentes electrónicos y herramientas de programación de microcontroladores de alta velocidad y bajo coste para el prototipado rápido de circuitos.

Finalmente, el cuarto requisito que ha de cumplir un FabLab es la obligación de participar en la gran red global de FabLab. Esto significa que un FabLab no se puede aislar del resto y actuar de manera totalmente independiente; al contrario, un FabLab debe compartir sus avances y mantener la relación con otros centros mediante videollamadas, acudiendo al congreso anual de FabLabs, colaborando con otros FabLab en talleres, retos o proyectos, o participando en el programa *Fab Academy* (The FabLab Foundation, 2022).

1.7 TECNOLOGÍAS EN UN FABLAB

Como se ha visto en el apartado anterior es fundamental disponer de tecnologías de creación digital para la creación de un FabLab. En esta sección se explica el funcionamiento de las tecnologías más comunes en cualquier FabLab. Dichas tecnologías son: impresión 3D, escáner en 2D, cortadora láser, mecanizado CNC (*Computer Numerical Control*, control numérico por ordenador) y *plotter* de corte.

1.7.1 IMPRESIÓN 3D

A pesar de que la impresión 3D haya cobrado una gran importancia durante la última década, la primera mención del proceso de impresión 3D actual fue descrito hace más de 70 años. En 1945, Murray Leinster describió el proceso en una corta historia, “*Things Pass By*” (Leinster, 1945), en la que se puede leer cómo hablaba de una máquina que inyectaba, a través de un brazo móvil, plástico fundido que después se solidificaba para crear un ‘dibujo’ en 3 dimensiones. Pero no fue hasta 1971 cuando se registra la primera patente (Gottwald, 1969). Hoy en día existen una gran variedad de tipos de impresión 3D que nos permiten crear diseños en diferentes termoplásticos, resinas o hasta en metal.

En la Figura 1.3 se puede observar la cuota de mercado en función del tipo de impresora utilizada, siendo la estereolitografía la tecnología más extendida, con una cuota de mercado del 11% en 2020 (Grand view research, 2021), seguida del modelado por deposición fundida y el sinterizado láser. Las tres tecnologías más extendidas en la red FabLab son: modelado por deposición fundida (*FDM, Fused Deposition Modeling*), tecnología de procesamiento de luz digital (*DLP, Digital Light Processing*) y estereolitografía (*SLA, Stereolithography apparatus*) que se detallarán a lo largo de este apartado.

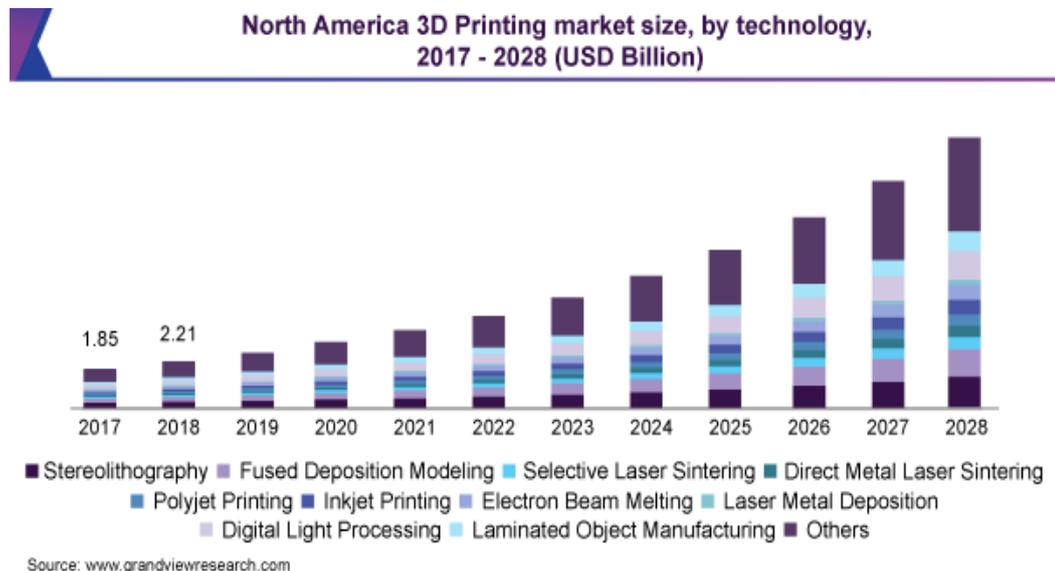


FIGURA 1.3. CUOTA DE MERCADO POR TIPO DE IMPRESORA 3D (GRAND VIEW RESEARCH, 2021).

MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA (FDM)

El modelado por deposición fundida, también conocida como *FDM* por sus siglas en inglés, se trata de la tecnología de impresión 3D más conocida debido a que es la más accesible de todas, ya que los modelos de impresoras de este tipo suelen ser más asequibles y fáciles de

utilizar que el resto de las tecnologías disponibles. La impresión *FDM* consiste en calentar un filamento de algún material termoplástico, generalmente *ABS* (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*, Acrilonitrilo Butadieno Estireno), *PLA* (*Polylactid Acid*, Ácido poliláctico) o *PETG* (*Polyethylene erephthalate glycol-modified*, Poliéster de glicol), hasta unos 20° o 30° por encima de la temperatura de fusión del termoplástico correspondiente, para así poder extruir el material en finas capas que acabarán componiendo la pieza final (Cano Vicent & Serrano Aroca, 2021).

En la Figura 1.4 se pueden ver esquematizadas las partes de una impresora *3D* de modelado por deposición fundida. Las partes más relevantes de la impresora son: el extrusor, la base de impresión, también llamada cama, y la estructura sobre la que se desplazan los ejes *x* e *y*, donde, dependiendo del modelo de la impresora, también se puede situar el eje *z*. En el esquema el movimiento del eje *Z* se consigue desplazando la pieza junto a la cama mediante un tornillo sin fin; otra alternativa muy común es mover el propio extrusor en este eje. Estos factores dependerán del modelo de la impresora y afectarán directamente a la calidad y a la velocidad de impresión (Cano Vicent & Serrano Aroca, 2021).

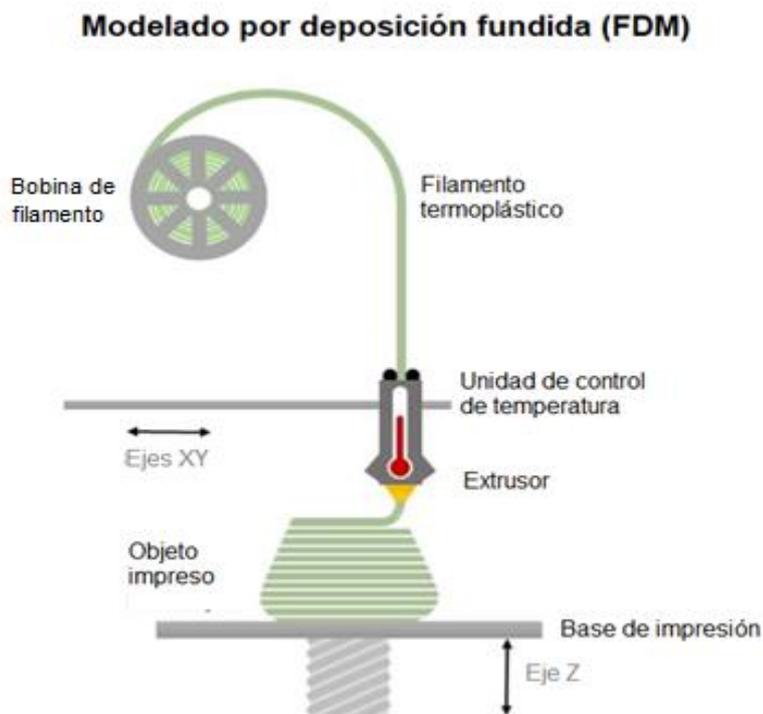


FIGURA 1.4. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO *FDM* (FANAN3D, 2022).

Las impresoras tipo *FDM* son las más conocidas por el público generalista ya que, como se ha mencionado, son más accesibles y fáciles de preparar para la impresión. Industrialmente, como muestra el estudio de Grand View Research (Grand view research, 2021), el modelado por deposición fundida es la segunda tecnología de impresión *3D* más usada. A continuación, se resumen las principales características a considerar cuando se elige el modelado por deposición fundida. Su característica principal es la gran polivalencia que ofrece; este tipo de impresoras permiten imprimir piezas de tamaños muy variados con una resolución que varía dependiendo del tamaño del extrusor.

Por otro lado, se pueden fabricar impresoras de este tipo capaces hasta de “imprimir” un edificio de dos plantas como el que se construyó en Heyuan, China, en 2019 (Imprimalia3D, 2019). Otra característica destacada es su capacidad para conseguir propiedades mecánicas y químicas muy ventajosas; por ejemplo, con la introducción de pequeñas fibras de policarbonato o de carbono en el termoplástico se pueden fabricar piezas con elevada resistencia, ligeras, de estructura estable o flexibles. Esta tecnología, junto a un material adecuado, suele ser la elegida para fabricar piezas de bajo peso que necesiten de una resistencia mecánica elevada.

Al contrario, la mayor desventaja de esta tecnología de impresión en *3D* tiene que ver con su precisión, ya que existe una limitación física en cuanto al tamaño de boquilla y la distancia mínima entre capa y capa, limitada por el sistema de movimiento en el eje z. El tamaño estándar de las boquillas en el extrusor suele ser de 0,6 mm, pudiendo llegar hasta los 0,1 mm si la impresora y el tipo de material que se quiera utilizar lo permiten (Mitchell, 2021).

De elegir una precisión mayor, el tiempo de impresión también aumentará, dado que el área de extrusión será menor y también lo será el tamaño de la capa; la altura de la capa suele ser de la mitad del tamaño del diámetro de la boquilla. Por lo tanto, la decisión final de estos parámetros tendrá que responder a nuestras necesidades de calidad, velocidad de producción detalles, resistencia mecánica o prestaciones de la impresora, entre otras (Mitchell, 2021).

ESTEREOLITOGRAFÍA (SLA)

La estereolitografía se trata de una técnica de impresión *3D* en la que se usan resinas líquidas fotosensibles susceptibles a su endurecimiento mediante rayos ultravioleta. En este caso, no existe un extrusor como tal, ya que la pieza se forma solidificando una resina que inicialmente se encuentra en estado líquido en un depósito sobre la cama de impresión. Como se aprecia en la Figura 1.5, se pueden diferenciar dos tipos de impresión por estereolitografía: por inmersión e inversa (3D Newworld, 2018).

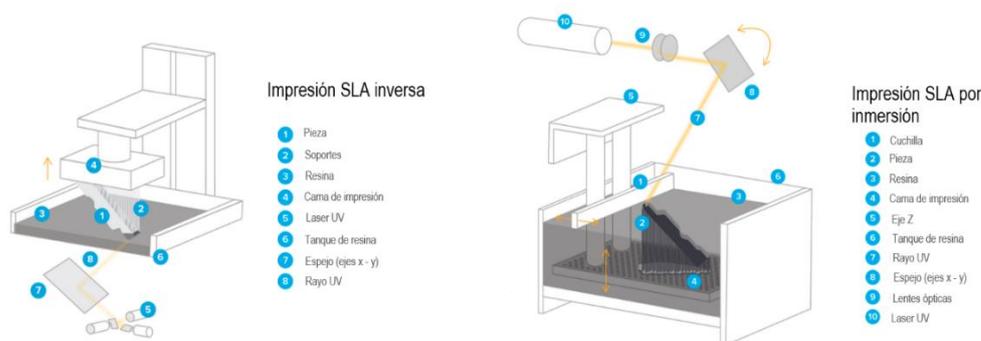


FIGURA 1.5. ESQUEMAS DE IMPRESIÓN 3D MEDIANTE ESTEREOLITOGRAFÍA INVERSA Y POR INMERSIÓN (3D NEWORLD, 2018).

Los dos tipos de impresión son similares. La diferencia más significativa es que en la impresión por inmersión se utiliza una cuchilla para aplanar la superficie entre capa y capa. Sin embargo, los principios de funcionamiento de los dos tipos de impresión es esencialmente el mismo, salvo que en la impresión *SLA* inversa la pieza se extrae de la resina líquida a medida que se solidifica mientras que en la impresión por inmersión la cama y la pieza se sumergen.

Como en los demás tipos de impresión, se parte de un modelo realizado mediante diseño asistido por ordenador, *CAD*, que posteriormente pasa por un software, llamado *slicer*, donde el modelo de la pieza se subdivide en capas del mismo grosor que las capas de impresión. En este software también se añaden los soportes de ser necesarios (3D Newworld, 2018).

Una vez el diseño está listo para poder cargarlo, la impresora se pone en funcionamiento. Tanto en la impresión *SLA* inversa como en la impresión por inmersión, la cama de impresión se sitúa al ras del nivel de la resina y el láser comienza a solidificar la resina adyacente a la cama, ahora, con la resina adherida a la cama se realiza este proceso capa por capa hasta terminar la pieza completa.

Finalmente, para limpiar el exceso de resina no solidificada, hay que quitar los soportes, limpiar y curar la pieza. Para limpiar la pieza se sumerge en algún disolvente, generalmente alcohol isopropílico o isopropanol. El curado es necesario para endurecer la pieza y conseguir las mejores propiedades mecánicas del material. Para la curación hay que introducir la pieza en un horno ultravioleta durante un tiempo que dependerá de la naturaleza de la resina utilizada (3D Newworld, 2018).

A continuación, se describen las principales características a tener en cuenta cuando se elige el modelado por estereolitografía. Su principal característica es la alta resolución de impresión, en una impresora de *SLA* la resolución de impresión la da el láser ultravioleta que solidifica el polímero, lo que supone que se pueden conseguir impresiones con una precisión de hasta 25 micrómetros. Por ello este tipo de impresión se suele utilizar para realizar diseños conceptuales, estructuras orgánicas y piezas de diseño complejo (MarkForged, 2020).

Otra ventaja que ofrece la impresión *3D* por *SLA* es una mayor precisión a la hora de ajustarse a las dimensiones reales del modelo, esto se debe a que no existe expansión térmica de la pieza durante el curado, lo que permite conseguir unas tolerancias mínimas que hacen que este tipo de impresión sea también muy conveniente para realizar prototipos de joyería, implantes médicos, diseños arquitectónicos complejos y otro tipo de piezas pequeñas (MarkForged, 2020).

La impresión *3D* por estereolitografía también cuenta con algunas desventajas, entre las que destacan; una resistencia mecánica más baja que en el modelado por deposición fundida (MarkForged, 2020). Además, la resina es más cara y rinde menos por unidad volumétrica que sus homólogos termoplásticos usados en la impresión mediante *FDM*. Por último, el tamaño de las piezas impresas mediante *SLA* es generalmente más reducido dado que si quisiésemos imprimir una gran pieza el tamaño del tanque de resina líquida incrementaría exponencialmente, por lo cual, hoy en día la mayoría de las impresoras *SLA* son de tamaño reducido.

TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LUZ DIGITAL (DLP)

En la impresión mediante procesamiento de luz digital, como en la impresión mediante estereolitografía, se utilizan resinas fotosensibles que se endurecen al ser expuestas a radiación ultravioleta. En la impresión mediante procesamiento de luz digital, el curado se realiza mediante un proyector (Figura 1.6) que polimeriza una capa entera cada proyección, lo cual se traduce en una velocidad de impresión significativamente mayor que en la impresión *SLA*. Primero se proyecta una capa entera, tras esto la cama sube, generalmente 50 micras, y se continua con la proyección de la siguiente capa.

Una vez finalizada la impresión el proceso de postcurado es el mismo que en el caso de la impresión *SLA*: primero se eliminan los soportes, a continuación, se limpia el exceso de resina con disolvente y, finalmente, se deja curar la pieza en un horno ultravioleta o al sol. Así, la diferencia más significativa entre la impresión *DLP* y la impresión *SLA*, es que en la primera la pieza se solidifica capa a capa, mientras que en la segunda un láser barre la superficie ‘punto a punto’ para cada capa (3dsourced, 2021).

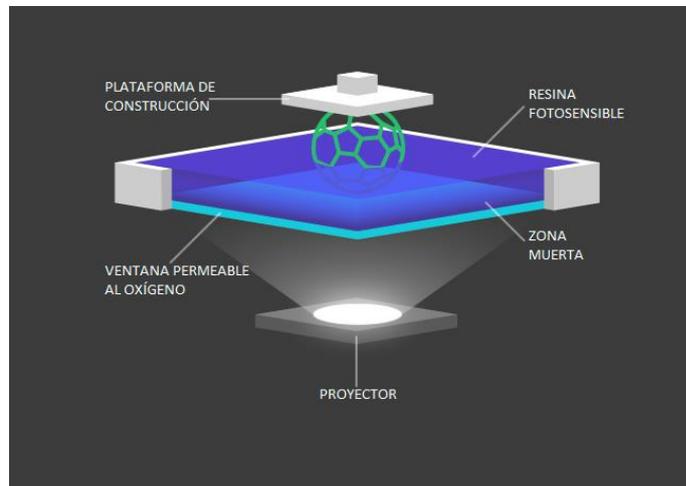


FIGURA 1.6. ESQUEMA IMPRESIÓN 3D MEDIANTE PROCESAMIENTO DE LUZ DIGITAL DE LUZ DIGITAL (SWIAT DRUKU 3D, 2019).

A continuación, se describen las ventajas más notables de la impresión mediante *DLP*. La primera ventaja es su mayor rapidez respecto a la impresión *SLA*, esto, como ya se ha descrito, se debe a que la impresión se realiza por capas en lugar de punto a punto. Otra ventaja respecto a la impresión *FDM* es la capacidad de imprimir diseños más complejos y con geometrías más intrincadas (3dsourced, 2021).

Respecto a desventajas más relevantes de esta tecnología caben destacar su menor resolución respecto a la impresión mediante *SLA*, en este caso la precisión viene limitada por la resolución del proyector; piezas con una menor resistencia mecánica que en el caso de la impresión *FDM* y una baja resistencia química de las piezas impresas debido al uso de resinas fotosensibles (3dsourced, 2021). Este tipo de impresión se suele emplea en los mismos casos que la impresión *SLA*, generalmente cuando se requiere una mayor rapidez de impresión y la resolución del modelo final no es muy exigente.

COMPARATIVA DE LAS TECNOLOGÍAS

En la Tabla 1.1 se resume esquemáticamente una comparación entre las tres tecnologías de impresión 3D disponibles en el FabLab UVa. Las características cuantitativas se miden del uno al cinco, cuantas más estrellas mejores son las características en ese apartado. La resolución es la capacidad de dibujar estructuras pequeñas con éxito. La velocidad consiste en el tiempo para tener una pieza terminada, se incluye en esa velocidad el tiempo de preparación y de postprocesado de la pieza.

La precisión es la mínima distancia entre un punto y otro adyacente que puede conseguir el cabezal o láser de la impresora. El acabado de la superficie es la rugosidad final de la superficie de la pieza, cuanto mejor es la calificación más ‘fino’ será el acabado. Diseños complejos cuantifica la capacidad del tipo de impresión para materializar piezas con geometrías complejas. Finalmente, la facilidad de uso se refiere a la sencillez de iniciar una impresión, sus preparativos y el tratamiento final de la pieza para una persona con pocos conocimientos técnicos en la materia.

En la Figura 1.7 y la Figura 1.8 se aprecian las diferencias en el resultado superficial final según el tipo de impresión utilizado. Se aprecia que el mejor resultado se consigue con la impresión *SLA*; con resultados un poco más nítidos y definidos que con la impresión de procesamiento de luz digital. El resultado final conseguido con la impresión *3D* mediante modelado por deposición fundida tiene un peor acabado superficial ya que pueden diferenciarse las capas a simple vista y los detalles son menos finos.



FIGURA 1.7. COMPARATIVA *SLA* Y *DLP* (FORMLABS, 2017).



FIGURA 1.8. COMPARATIVA *FDM* Y *SLA* (ARROWTI, 2021).

TABLA 1.1. COMPARATIVA *FDM - SLA – DLP* (FORMLABS, 2017).

	<i>FDM</i>	<i>SLA</i>	<i>DLP</i>
Resolución	★ ★ ☆ ☆ ☆	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ☆
Velocidad	★ ★ ★ ★ ☆	★ ★ ★ ☆ ☆	★ ★ ☆ ☆ ☆
Precisión	★ ★ ★ ★ ☆	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Acabado superficial	★ ★ ☆ ☆ ☆	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ☆
Diseños complejos	★ ★ ★ ☆ ☆	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ☆
Facilidad de uso	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ☆ ☆	★ ★ ★ ☆ ☆
Ventajas	Rapidez. Máquinas y materiales de bajo coste. Impresiones con elevada resistencia mecánica. Capacidad de usar varios materiales en una pieza.	Excelente relación calidad-precio. Alta precisión. Acabado de la superficie liso. Variedad de aplicaciones funcionales.	Excelente relación calidad-precio. Alta precisión. Acabado de la superficie liso.
Inconvenientes	Baja precisión. Bajo nivel de detalle. Compatibilidad de diseño limitada. Acabado de la superficie rugoso.	Sensibilidad a una exposición prolongada a la luz UV. Opciones limitadas de materiales.	Sensibilidad a una exposición prolongada a la luz UV. Acabado de la superficie ligeramente rugoso. Opciones limitadas de materiales.

Aplicaciones	Creación rápida de prototipos de bajo coste. Modelos básicos de prueba de concepto. Piezas sometidas a resistencia mecánica.	Creación de prototipos funcionales. Patrones, moldes y utillaje. Aplicaciones dentales. Creación de prototipos y fundición para joyería. Fabricación de modelos.	Creación de prototipos funcionales. Fabricación limitada, personalizada o rápida de productos.
Volumen de impresión	Hasta 200 x 200 x 300 mm (impresoras 3D de escritorio)	Hasta 300 x 335 x 200 mm (impresoras 3D de escritorio y de trabajo)	Hasta 300 x 335 x 200 mm (impresoras 3D de escritorio y de trabajo)
Materiales	Termoplásticos estándar, como el ABS, el PLA y sus diversas mezclas.	Variedades de resina (plásticos termoendurecibles). Resinas estándar, para ingeniería (similares al ABS y al polipropileno, flexibles, resistentes a la temperatura), para aplicaciones de fundición, dentales y médicas (biocompatibles).	Variedades de resina (plásticos termoendurecibles). Resinas estándar, para ingeniería (similares al ABS y al polipropileno, flexibles, resistentes a la temperatura), para aplicaciones de fundición, dentales y médicas (biocompatibles).
Formación	Formación básica sobre la configuración de impresiones, el uso de la máquina y el acabado. Formación media sobre mantenimiento y calibración.	Enchufar y usar. Formación básica sobre la configuración de impresiones, el uso de la máquina y el acabado.	Enchufar y usar. Formación básica sobre la configuración de impresiones, el uso de la máquina y el acabado.
Requisitos de las instalaciones	Entorno con aire acondicionado o preferiblemente ventilación a medida para máquinas de escritorio.	Las máquinas de escritorio son adecuadas para un entorno de oficina.	Las máquinas de escritorio son adecuadas para un entorno de oficina.
Equipo auxiliar	Sistema de eliminación de soportes para máquinas con soportes solubles (que esté automatizado es opcional), herramientas de acabado.	Estación de postcurado, estación de lavado (que esté automatizada es opcional), herramientas de acabado.	Estación de postcurado, estación de lavado (que esté automatizada es opcional), herramientas de acabado.

APLICACIONES DE LA IMPRESIÓN 3D

Los usos y aplicaciones de las impresoras 3D son muchos y muy variados, sus aplicaciones abarcan campos muy diversos, como la educación, la medicina o el diseño de prototipos tecnológicos. En un FabLab las impresoras 3D son un pilar básico (no obstante, se requieren más herramientas de creación digital para que un laboratorio de creación pueda denominarse FabLab), ya que esta tecnología implementa la filosofía fundamental de ‘cómo hacer casi cualquier cosa’, gracias a las impresoras 3D se pueden materializar la gran mayoría de diseños en plástico o resina en un FabLab.

La medicina es uno de los campos donde más provecho se saca de la impresión 3D, por ejemplo, en algunos procesos quirúrgicos complejos se imprimen réplicas perfectas de los órganos y huesos para preparar al cirujano antes de la operación y así anticipar posibles contratiempos (Chya-Yan Liaw, 2017). También se utiliza la impresión 3D para realizar moldes a medida para sustituir escayolas, además es posible realizar prótesis impresas en 3D, que además de beneficiarse de la precisión de las impresoras 3D, también reducen costes y tiempos (Ustáriz, 2021).

La impresión de instrumentos médicos también está proliferando, ya que, gracias a la impresión 3D se pueden crear útiles específicos para cada tipo de intervención. Por último, cabe destacar el uso de la impresión 3D en la ingeniería de tejidos, conocida como bio-impresión 3D, la cual fabrica estructuras tridimensionales compuestas por una combinación de células y biomateriales (Ustáriz, 2021).

La impresión 3D también se usa en arquitectura, donde se pueden imprimir modelos con un alto nivel de detalle de los diseños realizados mediante CAD. En ingeniería la impresión 3D se usa a menudo para la realización rápida de prototipos, por ejemplo, en la industria del automóvil las marcas pueden imprimir un diseño preliminar del coche para realizar pruebas aerodinámicas. Además, en algunas industrias también se imprimen piezas de repuesto ya que, a veces, es más rápido y barato que pedírselas al proveedor. Otro uso muy extendido tanto en ingeniería como en joyería es la creación de moldes mediante el uso de resinas castables para después realizar fundición a la cera perdida.

1.7.2 ESCÁNER 3D

FUNCIONAMIENTO

Como su propio nombre indica, un escáner 3D sirve para crear una representación digital a partir de un objeto real. Las dos tecnologías más extendidas son el escáner láser y el

escáner de luz estructurada, en este apartado se explicará el funcionamiento del último tipo de escáner ya que es la tecnología disponible en el FabLab Uva.

El objetivo de estos dispositivos es trasladar un objeto de la realidad a un software de diseño que posteriormente podrá ser usado y modificado. En el caso del escáner de luz estructurada se dispone una fuente de luz y dos cámaras, la fuente de luz emite un patrón de luces bidimensionales que son captadas por las dos cámaras; que, mediante triangulación y un software de ordenador crean una nube de puntos del objeto en base a los diferentes valores de brillo del patrón. Este funcionamiento se esquematiza en la Figura 1.9. Si se dispone del equipo adecuado y la técnica se realiza correctamente, el resultado es una digitalización perfecta del objeto escaneado. Además, en caso de querer modificar el modelo escaneado, se puede procesar posteriormente como si se tratase de un diseño creado mediante *CAD* (Contreras, 2016).

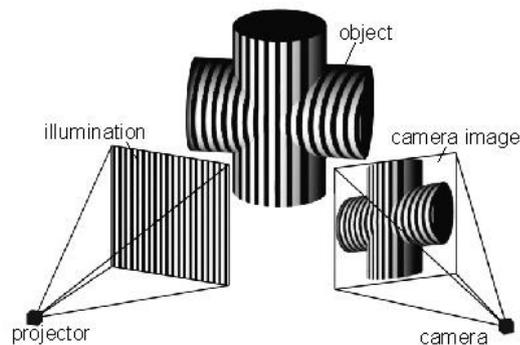


FIGURA 1.9. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL ESCÁNER DE LUZ ESTRUCTURADA (3DNATIVES, 2016).

APLICACIONES ESCÁNER 3D

Esta tecnología cuenta con una gran variedad de posibilidades, en medicina se usa actualmente para la creación de prótesis, cabe destacar su uso en odontología para crear prótesis dentales y para realizar estudios odontológicos. En ingeniería se usa el escaneado *3D* para realizar controles dimensionales, controles de calidad y para hacer ingeniería inversa de piezas. El escaneado en tres dimensiones también se usa para la recreación y conservación de obras de arte y para la reconstrucción de piezas en yacimientos arqueológicos (León Robles, Reinoso Gordo, & Mataix Sanjuán, 2018).

1.7.3 LÁSER 2D

FUNCIONAMIENTO

La tecnología de láser 2D permite cortar y grabar diferentes superficies mediante el empleo de un láser de alta potencia. Se caracteriza por su alta precisión y sus excelentes acabados superficiales. Se suelen emplear tres tipos de láser: de CO₂, adecuado para corte, taladrado y grabado; láser de neodimio (Nd) se usa en trabajos de perforación que requieren una alta energía; y, finalmente, el láser de neodimio itrio-aluminio-granate (Nd:YAG) se usa en trabajos de corte que requieren una energía muy alta, los tres tipos de láser también se pueden usar para soldar (Trumpf, 2021).

En el FabLab Uva ninguno de los láseres disponibles puede cortar metal, debido a que el láser de alta potencia se trata de una tecnología peligrosa que requiere de unas instalaciones y de personal altamente cualificado. Las tecnologías disponibles son capaces de trabajar en papel, madera, plástico cuero y goma.

APLICACIONES LÁSER 2D

Existen múltiples usos de empleo de la tecnología de corte y grabado láser, estas tecnologías se pueden aplicar por separado o en conjunto; a continuación, se verán las posibilidades del grabado láser 2D. Los usos más extendidos del grabado láser son los grabados para publicidad y el marcado y cortado de placas industriales en metal o plásticos para la identificación de productos y mercancía.

Asimismo, la tecnología permite recortar e imprimir placas y carteles de señalización o placas de identificación en materiales de doble capa, plásticos o maderas. Otra utilidad del corte láser es la creación de sellos corporativos en caucho o goma gracias a su capacidad para replicar logos y diseños complejos. El corte láser 2D también sirve para la creación de modelos o maquetas en múltiples capas, que posteriormente se unen para crear una pieza tridimensional (Bachs, Cuesta, & Carles, 1988).

1.7.4 MECANIZADO CNC

FUNCIONAMIENTO

CNC significa *Computer Numerical Control*, que traducido al español es “control numérico por ordenador”, si se juntan el concepto de mecanizado y el de control numérico entonces se obtiene el mecanizado CNC, que consiste en conformado de piezas mediante el control

de las herramientas a través de un software de control numérico previamente programado en un ordenador que manda las coordenadas de corte con elevada precisión.

APLICACIONES MECANIZADO CNC

El mecanizado *CNC* tiene una gran cantidad de posibilidades, en la industria se utiliza el mecanizado *CNC* para elaborar moldes; para corte poligonal, mediante el cual se consiguen cabezas hexagonales para tornillos. También se utiliza para el brochado interno y externo de piezas. Otro uso muy extendido del mecanizado por *CNC* es el roscado.

En el FabLab UValladolid las máquinas de mecanizado solamente son capaces de trabajar con algunos metales blandos, por lo que las aplicaciones de esta tecnología en el laboratorio son diferentes a las aplicaciones industriales, entre los usos que se le dan son el corte de piezas en madera y la creación de moldes de diseño complejo para metales ligeros.

1.7.5 PLOTTER DE CORTE

FUNCIONAMIENTO

Un *plotter* de corte consiste en una ‘impresora’ de gran formato que en lugar de usar tinta sirve para recortar dibujos vectoriales, también existen plotters de corte que son capaces de dibujar y recortar en dos etapas. El objetivo final de esta herramienta suele ser realizar una forma en vinilo para posteriormente estamparla. El funcionamiento de la herramienta es bastante básico si se compara con las tecnologías anteriormente descritas. Un *plotter* de corte cuenta con un eje *y*, compuesto de dos rodillos que hacen pasar la lámina a cortar, y un eje *x*, compuesto por el cabezal donde se aloja la cuchilla que realiza el corte.

Con la ayuda de un *software* se programa la figura a cortar y después el *plotter* corta la figura mediante control numérico (Esparza Vela & Esparza Vela, 2013). En esta sección también se encuentran dos prensas de calor que se utilizan a menudo en conjunto con el *plotter* de corte; primero se realiza el diseño en el *plotter* de corte y posteriormente se estampa sobre algún objeto mediante la prensa térmica.

APLICACIONES PLOTTER DE CORTE

Entre las aplicaciones del *plotter* de corte caben destacar su uso para recortar vinilos que posteriormente pueden ser usados como logos en escaparates, decoración en vehículos, crear pegatinas o para decoración en paredes e interiores, entre otras ideas. Si se usa el *plotter* de corte en conjunto con la prensa de calor también se pueden estampar diseños personalizados en productos textiles, *souvenirs*; o tazas y botellas.

CAPÍTULO 2: FabLab UVa

2.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo se centra en el FabLab UValladolid, de la Fundación General de la Universidad de Valladolid. El capítulo comienza contextualizando el laboratorio, exponiendo su función en el seno de la comunidad universitaria y presentando al personal del laboratorio. A continuación, se analizan las tecnologías instauradas en el laboratorio y se especifican las principales características técnicas de cada modelo disponible en el FabLab UVa. Al final del capítulo se resumen los proyectos en los que el FabLab UVa participa.

2.2 DEFINICIÓN

El laboratorio de fabricación digital FabLab UValladolid es parte del Departamento de Innovación de la FUNGE (Fundación General de la Universidad de Valladolid). Es un servicio dirigido principalmente a la comunidad universitaria de la UVa, especialmente a estudiantes, profesores y grupos de investigación, aunque cualquier persona puede acceder a los servicios que ofrece el FabLab UVa si lo desea. Gracias a sus herramientas de creación

digital sus usuarios pueden materializar casi cualquier diseño de una manera fácil y rápida. Además, el equipo técnico del FabLab UVa asesora y guía a los usuarios durante todo el proceso de diseño y creación, servicio de especial utilidad para los usuarios con menos experiencia en la creación digital.

2.3 MOTIVACIÓN

El FabLab de la Universidad de Valladolid se crea con el objetivo de apoyar y estimular el desarrollo de proyectos y a materializar resultados de investigación de trabajos de fin de grado, máster o tesis doctorales. Además, se busca incentivar la creatividad, la innovación y el emprendimiento al dar soporte a cualquier persona con ideas y ganas de emprender. También, el FabLab UVa busca emprender y mantenerse a la vanguardia de la innovación con la búsqueda y desarrollo de nuevos proyectos propios (FabLab UVa, 2019).

2.4 PERSONAL FABLAB UVA

Actualmente, el FabLab UVa cuenta con cuatro personas encargadas de los diversos aspectos relacionados con la gestión del FabLab. En primer lugar, Jesús Galindo, Ingeniero Industrial y director del Área de Innovación y Transferencia en la Fundación General de la UVa, es el encargado de la gestión administrativa y de la toma de decisiones a alto nivel. Miguel Mateo es el técnico FabLab que se encarga de la gestión operativa del centro, del asesoramiento técnico a usuarios, así como de la puesta a punto y mantenimiento de las máquinas.

Además, encontramos a Ruth Espina y Susana Núñez. Ambas son técnicas de innovación y se encargan de asegurar la transferencia de conocimiento entre el FabLab UVa, los grupos de investigación y las empresas; así como de la preparación y gestión de las propuestas de proyectos vinculados a fondos públicos y privados. También dan apoyo en diversos campos, como la gestión de la propiedad intelectual o de las estrategias de internacionalización durante el desarrollo de los proyectos.

2.5 EQUIPOS DISPONIBLES EN EL FABLAB UVA

En la sección 1.7 se han explicado el funcionamiento y las aplicaciones de las herramientas de creación digital. En este apartado se especifican los modelos y las principales características de los equipos disponibles en el FabLab UVa para cada tipo de tecnología.

2.5.1 IMPRESIÓN 3D

En la Tabla 2.1 se recogen los siete modelos de impresoras 3D disponibles en el FabLab UVA y sus principales características. En la columna de la izquierda se detalla el modelo de la impresora, mientras que en la segunda columna se indica la tecnología de impresión que utiliza. El volumen de impresión, que se recoge en la tercera columna, es el tamaño máximo de pieza que se puede imprimir. Las columnas cuarta y quinta recogen la velocidad de impresión, es decir la cantidad de diseño que se puede materializar por cada segundo; y, la precisión de impresión, es decir, la mínima tolerancia que se puede conseguir con esa impresora. Por último, el precio se puntúa del uno al cinco, siendo uno para la impresora más asequible y un cinco para la impresora de precio más elevado. Además, en la Figura 2.1 se muestran algunos modelos presentes en el FabLab UVA.

TABLA 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS IMPRESORAS 3D FABLAB UVA (FABLAB UVA, 2019).

Características Modelo	Tecnología	Volumen de impresión	Velocidad de impresión	Precisión de impresión	Precio
Creality Ender 3	<i>FDM</i>	220 x 220 x 250 mm	30-60 mm/s	± 0,1 mm	€
Creality CR10S	<i>FDM</i>	300 x 300 x 400 mm	30-60 mm/s	± 0,1 mm	€€€
BCN3D Sigma r19	<i>FDM</i> doble cabezal	420 x 297 x 210 mm	30-100 mm/s	± 0,05 mm	€€€€
Ultimaker 3	<i>FDM</i> extrusión doble	215 x 215 x 200 mm	30-60 mm/s	± 0,02 mm	€€€€
FORMLABS Form 2	<i>SLA</i>	145 x 145 x 175 mm	-	± 0,025 mm	€€€€
DLP Anycubic Photon	<i>DLP</i>	115 x 65 x 155mm	20mm/h	± 0,05 mm	€€
Delta WASP 4070	<i>FDM</i>	400 x 400 x 700 mm	200 mm/s	± 0,1 mm	€€€€€

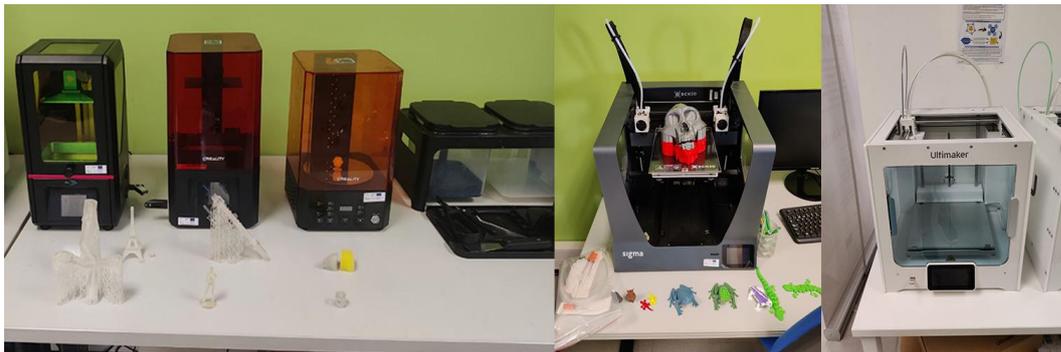


FIGURA 2.1. IMPRESORAS 3D EN EL FABLAB UVA.

2.5.2 ESCÁNER 3D

EINSCAN PRO

El EinScan Pro (a la izquierda de la Figura 2.2) se trata de un escáner de luz estructurada que utiliza *LED* de luz blanca. Posee cuatro modos de escaneado: escaneo de mano en alta definición, escaneo rápido de mano, escaneo automático y escaneo fijo. La máxima definición la consigue en el modo de escaneo fijo y es de 0,16 mm entre puntos. Se trata de una herramienta semiprofesional de un precio elevado (FabLab UVa, 2020).

3DSYSTEMS 3D SENSE 2

Este escáner tridimensional también utiliza luz estructurada para generar el diseño digital del objeto escaneado. Se trata de un escáner más asequible en detrimento de su precisión, en este caso la máxima resolución del escáner es de 0,9 mm entre puntos (FabLab UVa, 2020). Se muestra a la derecha en la Figura 2.2.



FIGURA 2.2. ESCÁNERES 3D EN EL FABLAB UVA.

2.5.3 LASER 2D

KKMOON AUTOMATIC K5

La Automatic K5 de la marca KKmoon es una grabadora y cortadora láser de bolsillo. Cuenta con una superficie de grabado de 80x80 mm y una resolución de 1070x1070 píxeles. Posee un láser de 3000 vatios capaz de grabar en madera, plástico goma y cuero (FabLab UVA, 2020).

UNIVERSAL LASER SYSTEMS VLS6.60

La universal CLS6.75 (Figura 2.3) es una plataforma de láser de corte y grabado compatible con una fuente láser de CO₂ de 10,6 μ (10 a 75 vatios) o de 9,3 μ (30, 50 o 75 vatios). Cuenta con una superficie de trabajo de 813x457x229 mm. Además de poder cortar y grabar piezas de madera, cuero, plástico y goma, también es capaz de realizar grabados en aluminio anodizado y algunos metales blandos (FabLab UVA, 2020).



FIGURA 2.3. PLATAFORMA DE LÁSER UNIVERSAL LASER SYSTEMS VLS6.60.

2.5.4 MECANIZADO CNC

XINRUI TECHNOLOGY CNC 2418 ER11DE

La CNC 2418 ER11 se trata de una pequeña máquina de mecanizado de escritorio en 3 ejes, es capaz de cortar y grabar madera, acrílicos, PVC (*Polyvinyl chloride*, cloruro de polivinilo) y circuitos impresos. Su superficie de trabajo es de 240x180x40 mm, perfecta para realizar pequeños proyectos de mecanizado (FabLab UVA, 2020).

ROLAND MDX-40A

La fresadora Roland MDX-40^a (a la izquierda en la Figura 2.4) se trata de una herramienta semiprofesional de escritorio con un área de trabajo de 305x305x105 mm. Entre sus características cabe destacar la posibilidad de usar el eje rotatorio, que permite fresar piezas

CAPÍTULO 2:

en cuatro superficies. Entre los más de sesenta materiales que la MDX-40A puede trabajar se encuentran el *ABS* (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*, Acrilonitrilo butadieno estireno), fibra de carbono, *nylon*, policarbonato y algunos metales blandos como la plata. Además, esta fresadora permite la instalación de un cabezal de escaneado *3D* para realizar ingeniería inversa (FabLab UVa, 2020).

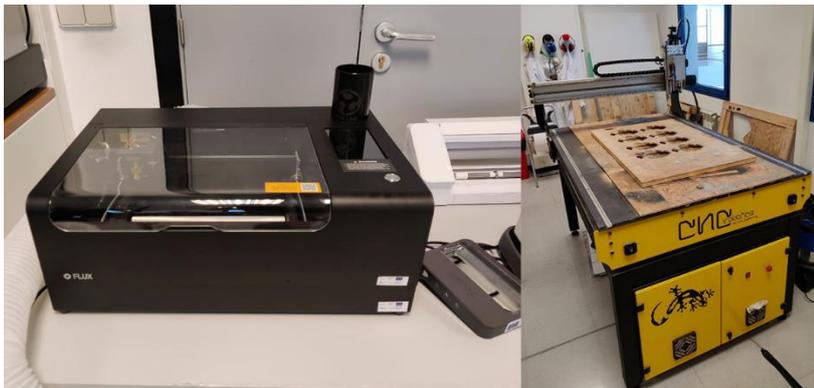


FIGURA 2.4. MÁQUINAS DE MECANIZADO CNC FABLAB UVa.

CNC INDUSTRIAL SANTANDER

La fresadora marca *CNC* modelo Santander (a la derecha en la Figura 2.4) es una mesa de mecanizado con una superficie de trabajo de 1400x1000 mm permite realizar trabajos de grandes dimensiones en metal, maderas o plásticos. Cuenta también con una opción de añadir un cuarto eje para poder trabajar en cuatro caras. Se trata de una herramienta de uso profesional con una gran variedad de posibilidades (FabLab UVa, 2020).

2.5.5 PLOTTER DE CORTE

ROLAND CAMM-1 GS-24

El Roland CAMM-1 GS-24 (zona superior de la Figura 2.5) es un *plotter* de corte semiprofesional capaz de cortar cualquier tipo de vinilo o de material de transfer de hasta 548 mm de ancho y veinticinco metros de longitud (FabLab UVa, 2020).

PRENSA MANUAL DE CALOR

Con esta prensa se pueden realizar impresiones de vinilo en prendas de textil de una manera sencilla y eficaz. Se usa el *plotter* para cortar los diseños y la prensa de calor para llevarlos a la ropa (FabLab UVa, 2020).



FIGURA 2.5. PLOTTER DE CORTE Y PLANCHAS DE CALOR.

PLANCHA BRILDOR BT-T5.1

Se trata de una plancha diseñada para personalizar tazas y rígidos mediante sublimación y papel transfer específico para rígidos. Lleva incorporada resistencia especial para tazas de 7,5 a 8,5 cm diámetro x 11 cm alto (FabLab UVa, 2020).

2.6 Proyectos actuales en el FabLab UVA

El FabLab UVa, nacido en 2019, surgió con un enfoque dirigido a la ingeniería y la arquitectura; pero en los últimos años, y, gracias a las personas que se han implicado en sacar provecho de las instalaciones; el laboratorio ha adquirido un carácter más social que se ve reflejado en sus principales proyectos.

El FabLab UVa está disponible para el uso de todos los alumnos de la comunidad UVa, y en él se realizan talleres y laboratorios relacionados con asignaturas de todo tipo de manera frecuente. Estas asignaturas comprenden ramas muy variadas, desde talleres de arquitectura e ingeniería, pasando por la medicina y la odontología, hasta los talleres sociales, donde la facultad de Educación y Trabajo Social ayudan a impulsar el FabLab UVa promoviendo multitud de iniciativas y proyectos.

Además de los proyectos independientes y talleres que surgen en el FabLab, también hay empresas que acuden al FabLab con intención de materializar sus prototipos. Desafortunadamente para este trabajo la gran parte de proyectos empresariales tienen un carácter confidencial por lo que no se entrará en más detalle sobre ellos. Por último, en el FabLab UVa se llevan a cabo iniciativas y proyectos muy ambiciosos que son los que

decantarán en un futuro la dirección y desarrollo del FabLab. Los proyectos más destacados se detallan a continuación.

2.6.1 MOAI LABS

En las últimas décadas, debido a múltiples factores, como el éxodo rural, la migración de personas a ciudades grandes en búsqueda de oportunidades laborales o la brecha tecnológica; la población más envejecida ha ido sufriendo un abandono paulatino por parte de la sociedad. Según datos de Eurostat, en 2017 un 24,1% de las personas españolas de más de 65 años vivían solas (Eurostat, 2017).

Además, a causa de la pandemia global del COVID-19 esta situación solo ha ido a peor debido a la vulnerabilidad de este colectivo. MOAI LABS surge como respuesta a este fenómeno de abandono, el proyecto trata de revertir este proceso a través de la adaptación de la tecnología a personas mayores y mediante la creación de soluciones innovadoras. Se trata de una iniciativa internacional, en la que colaboran varios FabLabs de España, Portugal y Francia.

El objetivo del proyecto es promover la inversión empresarial mediante la investigación e innovación de soluciones creativas para combatir el aislamiento y la soledad en personas mayores. La duración del proyecto es de veintisiete meses a partir del uno de enero del 2020 (Moai Labs, 2022). El proyecto involucra a tres actores principales. El primer grupo son personas mayores que sufren soledad no deseada o aislamiento social, estas personas representan a los usuarios finales del proyecto Moai Labs, conocidos como expertos por experiencia, *EEG* de sus siglas en inglés (Moai Labs, 2022).

El segundo grupo es el denominado grupo de demanda temprana, cuyas siglas en inglés son *EDG*. Son empresas, centros de investigación, asociaciones, centros de referencia y organizaciones sociosanitaria. El tercer grupo son los nueve socios cofundadores del proyecto MOAI LABS; aportan su experiencia en métodos y procedimientos para abordar la soledad de las personas mayores. Esta soledad puede provocar un riesgo de muerte prematura, empeoramiento de la salud, deterioro físico y cognitivo, enfermedades mentales y reducción de la calidad de vida (Moai Labs, 2022).

El proyecto está diseñado utilizando un modelo centrado en la persona a través de un enfoque basado en la participación y la innovación. El modelo está basado en diferentes metodologías, como en *Design Thinking*, *Lean-Start-Up* y *Agile* para diseño Iterativo. El objetivo de este modelo es identificar y atender las necesidades de las personas mayores, además de organizar, consultar e interactuar con los tres grupos complementarios para así

desarrollar, evaluar e implementar soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades identificadas de las personas mayores.

Esta metodología de participación comunitaria y co-creación se ha diseñado en nueve etapas: la primera busca una comprensión del aislamiento social y la soledad en cada territorio (regional y nacional), analizando el estado de la situación y capitalizando experiencias previas de personas mayores que experimentan soledad no deseada o aislamiento social (Moai Labs, 2022).

En la segunda etapa de este modelo, MOAI LABS organizará sesiones de inteligencia colectiva con personas mayores que han experimentado la soledad o el aislamiento social para así definir mejor sus necesidades. En la tercera etapa, una vez identificadas las necesidades, se organizarán sesiones de codesarrollo para así desarrollar una herramienta gamificada y dar respuesta a los retos MOAI. Estos retos son los campos a abordar a través de una tecnología innovadora para combatir la soledad, definida a través de las necesidades de las personas que la padecen (Moai Labs, 2022).

La cuarta etapa desarrollará una estrategia adaptada a las necesidades identificadas a través de la colaboración entre los tres actores clave. A partir de la quinta etapa, los tres grupos de interés del proyecto (expertos por experiencia, demanda temprana y socios) trabajarán juntos de forma regular. La sexta etapa evaluará y probará las soluciones propuestas en la etapa anterior. En esta fase del modelo MOAI LABS, el objetivo es testar prototipos. Estas pruebas permitirán mejorar los diseños y proporcionarán información sobre la experiencia del usuario y el impacto en la salud y el bienestar de las personas mayores (Moai Labs, 2022).

Basándose en los comentarios y sugerencias de los usuarios, la séptima etapa permitirá realizar ajustes en las soluciones innovadoras para proporcionar unas soluciones verdaderamente adecuadas a las necesidades de las personas mayores. La octava etapa buscará la validación por parte de todos los actores clave antes de la implementación a largo plazo de la solución. Además, la Comunidad de Regiones Procura, que ha elaborado un libro verde de soluciones innovadoras en el ámbito socio-sanitario, incorporará las recomendaciones y resultados obtenidos por MOAI LABS (Moai Labs, 2022).

Gracias a las recomendaciones y experiencias de los grupos de expertos por experiencia y de demanda temprana ayudarán a anticipar la demanda y motivará a las organizaciones a involucrarse como potenciales compradores. La última etapa del modelo ofrecerá la oportunidad de probar la solución a los usuarios finales. Esto se materializará a través de una serie de acciones de sensibilización denominadas “Filosofía MOAI” (Moai Labs, 2022).

2.6.2 LIFE

El programa LIFE es un instrumento financiero de la Unión Europea dedicado, exclusivamente, al medio ambiente y a la acción por el clima. El programa está dirigido a empresas grandes y pequeñas, tanto públicas como privadas, establecidas en Europa. Los ámbitos que abarca el programa son: naturaleza y biodiversidad, economía circular y calidad de vida, mitigación y adaptación al cambio climático y la transición hacia las energías limpias.

En la convocatoria del año 2019 fueron seleccionados veintinueve proyectos LIFE en España. Dieciséis se tratan de proyectos medioambientales y de uso eficiente de recursos, tres proyectos de naturaleza y biodiversidad, cuatro proyectos de adaptación al cambio climático y cinco de mitigación del cambio climático (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2018).

El FabLab UVa participa en varios proyectos adheridos a este programa. Por ejemplo, LIFE Ammonia es un proyecto liderado por la Universidad de Valladolid dirigido a la reducción y tratamiento de las emisiones de amoníaco en las granjas porcinas de Castilla y León y de Lisboa (Comisión Europea, 2021).

Otro proyecto en el que se colabora es LIFE Rebollo (LIFE +REB, 2022), cuya motivación es la búsqueda de una “silvicultura climáticamente inteligente” (Madera Sostenible, 2021). Entre sus objetivos también se busca la innovación en el desarrollo de nuevos productos de madera que puedan introducirse en el mercado para sustituir a otros materiales fósiles, productos que impliquen un mayor tiempo de almacenaje de carbono en productos de madera y que, además, estarán certificados bajo los estándares PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*, Programa para el Reconocimiento de Certificación Forestal) y FSC (*Forest Stewardship Council, Consejo de Administración Forestal*)” (Madera Sostenible, 2021).

El FabLab UVa también participa a través de la Funge en el proyecto LIFE SMART Agromobility (LIFE SMART Agromobility, 2022). Un proyecto que pretende demostrar la viabilidad del uso de los vertidos de origen pecuario, mediante tratamiento y uso posterior (Gasnam, 2020).

El proyecto LIFE Soria Forest Adapt (Soria Forest Adapt, 2020) pretende la adaptación y protección de los bosques europeos al cambio climático. El proyecto inicial busca actualizar los planes forestales para 200 881 hectáreas de bosques en Soria, y extender el proyecto al resto de Castilla y León y al sur de Europa de manera gradual.

2.6.3 STEM TALENT GIRL

Según el Instituto de la Mujer, solo el 31,4% de los matriculados en carreras STEM (carreras relacionadas con la ciencia, tecnología, las ingenierías y las matemáticas) fueron mujeres durante el 2020 (Organización de las Naciones Unidas, 2020). Esta cifra es especialmente preocupante porque, según *Datos y cifras del sistema Universitario Español, 2019-2020 del Ministerio de Universidades* (Ministerio de Universidades, 2020), en el curso 2019-2020 el sistema universitario español contaba con 1 595 039 estudiantes, de los cuales un 59% eran mujeres. Si se desglosa este número por ramas, se encuentra que en ciencias las mujeres son mayoría, pero en ingeniería y arquitectura este número se reduce al 24,8%.

Según varios estudios, como el publicado en la revista *Science*, el origen de esta brecha comienza cuando las mujeres tienen en torno a los seis años; en esta etapa las niñas comienzan a pensar que los niños son más aptos que ellas en los ámbitos tecnológicos. Esta predisposición supone que cuando llegan a la adolescencia y tienen que elegir qué estudiar, confían menos en sí mismas que sus compañeros varones. Finalmente, debido a las dificultades inherentes de las carreras STEM, pocas mujeres se ven con aptitudes suficientes para tomar este camino laboral y académico.

Esto, además, contrasta con la realidad ya que, aunque las niñas se ven menos capaces que sus compañeros, según este estudio los resultados académicos de las chicas son más brillantes que los de ellos (Cimpian, Kim, & Mcdermott, 2020). Por último, cabe destacar que, aunque los varones son mayoría en estas carreras, la tasa de abandono de las mujeres es menor, lo que significa que el porcentaje de egresados para las mujeres es del 28,8% para arquitectura e ingeniería y del 54,5% para ciencias.

STEM Talent Girl nace con el objetivo de cerrar esta brecha mediante el desarrollo del talento y el fomento de vocaciones social-tecnológicas de las mujeres. El proyecto busca inspirar y empoderar a niñas y adolescentes para que prosigan brillantes carreras STEM; mentorizadas por mujeres que desarrollan actividades profesionales en el ámbito de la ciencia y la tecnología.

Este proyecto educativo está orientado a niñas a partir de los 14 años y tiene cinco objetivos fundamentales: fomentar las vocaciones STEM entre la población femenina; incrementar la identificación del talento femenino y su participación en programas de desarrollo de talento; plantear el atractivo de las carreras STEM y sensibilizar a las alumnas mediante experiencias reales en colaboración con investigadoras, científicas, ingenieras y profesionales STEM en el entorno; favorecer el emprendimiento femenino; y, por último,

se busca involucrar a las empresas e instituciones a través de su responsabilidad social corporativa en el desarrollo del talento femenino (STEM Talent Girl, 2022).

2.6.4 PREMIOS PROMETEO

La Fundación General de la UVa organiza, junto al FabLab de la Universidad de Valladolid, el programa PROMETEO para el desarrollo de prototipos orientados al mercado. En este programa pueden participar solo estudiantes de la UVa y está principalmente orientado a estudiantes de últimos cursos, estudiantes de máster, alumnos de doctorado o exalumnos de reciente titulación que mantengan una colaboración proactiva y demostrable con algún grupo de investigación de la UVa.

Las candidaturas pueden ser individuales o en grupos de hasta cuatro participantes de cualquier departamento o titulación. El principal propósito de este programa es el fomento de la innovación y la creatividad dentro del seno de la comunidad educativa, así como promover la aplicación del conocimiento.

Entre los objetivos principales del programa se encuentran: el desarrollo de prototipos orientados al mercado y a solucionar necesidades específicas gracias a los resultados obtenidos de los proyectos, mejorar la visibilidad del sistema de innovación regional, fomentar y dar a conocer la protección de resultados de investigaciones innovadoras y desarrollos de software con el apoyo de la Universidad de Valladolid; y contribuir al incremento de la empleabilidad y de las posibilidades profesionales de los alumnos de la UVa gracias al valor añadido que aporta haber participado en el programa (FUNGE, 2021).

Además, existen unos requisitos que el proyecto debe cumplir para poder presentarlo: el proyecto ha de consistir en una nueva invención que suponga una novedad sustancial y el producto ha de tener una aplicación industrial que resuelva necesidades del mercado. Los proyectos también pueden ser sobre el desarrollo de software como programas de ordenador o aplicaciones móviles.

Entre los criterios de calificación, se valora con dos puntos la posibilidad de materializar el proyecto dentro de las instalaciones del FabLab. Finalmente, y como premio a los proyectos ganadores, se ofrece la posibilidad de implementar y desarrollar el prototipo objeto del proyecto PROMETEO en las instalaciones del FabLab de la Universidad de Valladolid (FUNGE, 2021).

2.6.5 MÁSCARAS DE PROTECCIÓN PARA SANITARIOS

El FabLab de la Fundación General de la UVA lanzó un llamamiento a la comunidad *maker* pidiendo la colaboración para conseguir material para la elaboración de máscaras protectoras. Además, desde el FabLab se coordinaron varias farmacias para la recogida de máscaras fabricadas por voluntarios mediante impresoras 3D. Mientras tanto, los miembros del FabLab trabajaron activamente para optimizar los procesos de impresión para cada uno de los cinco tipos de impresoras disponibles en el FabLab UVA.

En la fase final, se ensambló el marco de PLA junto a la goma elástica y la pantalla de acetato en el FabLab UVA. Estas máscaras ya terminadas se desinfectaron y empaquetaron para ser posteriormente distribuidas por los diferentes hospitales de España. La Guardia Civil colaboró en la parte logística del proceso para la recogida de material y mascarillas. En la Figura 2.6 se ve uno de los lotes de máscaras de protección producidas en el FabLab UVA (FabLab UVA, 2019).



FIGURA 2.6. MÁSCARAS DE PROTECCIÓN FABRICADAS EN EL FABLAB UVA (FABLAB UVA, 2019).

2.6.6 FABLAB ITINERANTE

Un FabLab itinerante consiste en un laboratorio que se puede transportar a cualquier lugar donde sea interesante hacer una formación, un taller o donde se requieran los servicios que ofrece un FabLab. La idea tras este concepto es dar acceso a diferentes públicos que de otro modo no podrían beneficiarse de la iniciativa FabLab, como localidades remotas, centros de personas mayores o centros de personas con necesidades especiales.

Un FabLab itinerante debería contar con los mismos medios y herramientas que un FabLab presencial; sin embargo, las limitaciones de tamaño y peso de las máquinas más voluminosas dificulta contar con la totalidad de los equipos.

Respecto al material recomendable, desde fabfoundation.org (Fab Foundation, 2022) aconsejan que un FabLab itinerante cuente con una o varias máquinas de impresión 3D, una cortadora láser, una cortadora de CNC, una mini fresadora de control numérico,

ordenadores con software, un banco de electrónica, herramientas de documentación (cámara y micrófono), cables de alimentación y de internet, material variado de creación digital y, por último, un transporte donde situar todas las máquinas. Según se plantea desde la página oficial de fabfoundation.org (Fab Foundation, 2022), el tamaño ideal de un FabLab itinerante es un furgón de nueve metros de largo y 2,4 metros de ancho, siguiendo un esquema similar al de la Figura 2.7.

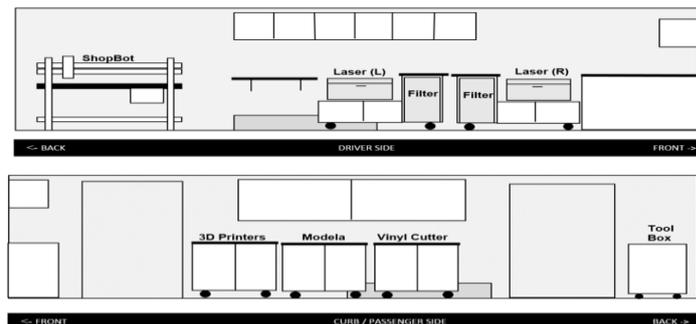


FIGURA 2.7. ESQUEMA INTERNO FABLAB ITINERANTE (FAB FOUNDATION, 2022).

Con esa filosofía, el pasado 4 de mayo de 2022 el FabLab itinerante de la UVa realizó una prueba piloto en el Campus de Soria (Figura 2.8). Las tecnologías elegidas para el taller fueron la impresión 3D, corte láser, escáner 3D, cortadora de vinilo y CNC. La actividad, enmarcada en el Plan TCUE 2021-2023, consistió en una visita guiada al FabLab itinerante por grupos y una presentación sobre STEAM para fomentar las competencias tecnológicas, romper estereotipos y aunar las ciencias con la innovación entorno al FabLab (Universidad de Valladolid, 2022).

Se prevé que el FabLab itinerante UVa vuelva al Campus de Soria durante el próximo mes de julio. También existen otros planes para llevar el FabLab UVa al resto de campus universitarios pertenecientes a la UVa y la realización de diferentes actividades en centros lúdicos, colegios y municipios para fomentar el conocimiento STEAM.



FIGURA 2.8. JORNADA DEL FABLAB ITINERANTE EN EL CAMPUS DE SORIA (CYLTV, 2022).

CAPÍTULO 3: Estudio y análisis de proyectos e iniciativas en la red FabLab

3.1 INTRODUCCIÓN

El tercer capítulo consta de dos partes. En la primera (apartado 3.2) se expone, a grandes rasgos, los proyectos que se están desarrollando dentro de la red mundial de FabLabs en función del área de aplicación de los proyectos e iniciativas. Como se verá, las principales áreas de aplicación son los proyectos sociales, los proyectos educativos y los proyectos industriales. En segunda parte del capítulo (apartado 3.3) se hace una selección de los proyectos susceptibles a ser implementados en el FabLab UVa en un futuro próximo; para cada proyecto se explica en qué consiste y sus puntos clave. Por último, en el apartado 3.4 se seleccionan tres proyectos de los destacados en el apartado 3.3; sobre ellos se desarrollará la propuesta de implantación en los siguientes capítulos.

3.2 PROYECTOS EN LA COMUNIDAD FABLAB

Dentro de la comunidad FabLab y del movimiento *maker* existen una innumerable cantidad de proyectos interesantes relacionados con una variedad de campos como psicología, sociología, ecología, educación y, por supuesto, ciencia, medicina, arquitectura, ingeniería y nuevas tecnologías. Este apartado explora estos proyectos desglosados por campo de aplicación; aunque existen más, el alcance de este trabajo se centrará en las iniciativas sociales, educativas e industriales.

3.2.1 PROYECTOS SOCIALES

Se considera un proyecto social a los orientados a mejorar algún aspecto de la sociedad. Estos proyectos pueden ir dirigidos a diferentes públicos como, por ejemplo, MOAI Labs (MOAI Labs, 2021), dirigido a personas ancianas, o LIFE (Comisión Europea, 2021), dirigido a la mejora del medio ambiente. Cada FabLab elige los proyectos más adecuados a su público, su naturaleza y a su comunidad. Estos proyectos, además, difieren entre sí notoriamente en cada continente y país junto a los cambios culturales de cada región.

Una de las ramas de proyectos sociales con más acogida en los últimos años son los proyectos sostenibles y medioambientales. Estos proyectos surgen como respuesta a diferentes problemas ecológicos como el calentamiento global, la alta polución de las grandes urbes o a la sobreproducción de materiales que a menudo se desechan sin ser reciclados.

Una iniciativa que ha tenido gran acogida en este campo es la iniciativa Precious Plastic (Precious Plastic, 2015). Consiste en el reciclaje de plástico mediante una trituradora; posteriormente, este plástico se puede usar en la creación de objetos gracias a las herramientas de creación digital disponibles en el FabLab (FabLab BCN, 2022). Esta iniciativa se lleva a cabo en varios FabLabs, entre los que caben destacar el FabLab BCN (Barcelona), OPO – LAB (Oporto) (Opo-Lab, 2017) y el FabLab Cuenca (FabLab Cuenca, 2017). En la actualidad, hay cuarenta y nueve espacios en la península ibérica colaboradores en el proyecto Precious Plastic, ninguno de ellos en Castilla y León.

Smart Citizen (Smart Citizen, 2012) es otra iniciativa social, esta vez del FabLab Barcelona. Consiste en el empleo de tecnología y sensores para la monitorización y análisis de diferentes elementos como la calidad del aire o la actividad de las abejas en diferentes colonias, como hace el proyecto Beehive (FabLab BCN, 2020). El objetivo del proyecto es generar datos en tiempo real para crear conciencia sobre los problemas medioambientales y que los miembros de la comunidad puedan buscar soluciones.

Desde el FabLab de León (FabLab León, 2021), y como respuesta a la obsolescencia programada, proponen un taller de reparación de electrodomésticos. Con la premisa de que arreglar un electrodoméstico no siempre es difícil, el FabLab León trata de ofrecer las herramientas y el conocimiento para que las personas puedan dar una nueva vida a sus electrodomésticos; en una gran parte de los casos, cuando la garantía expira, es más barato comprar uno nuevo que arreglarlo en el servicio oficial. De esta manera, se pretende minimizar los residuos de electrodomésticos que a menudo podrían haber tenido una nueva vida; además, cuando estos residuos se tratan de dispositivos electrónicos contienen sustancias y materiales químicos peligrosos para el medio ambiente (FabLab León, 2017).

Durante la pandemia de la COVID-19 surgieron multitud de iniciativas sociales para suplir la falta de material sanitario. Cobraron especial relevancia mediática la creación de máscaras de protección individual para los sanitarios, mediante la difusión de diseños de código abierto multitud de FabLabs se sumaron a la producción de estos EPI. Además, en la etapa con más hospitalizados graves por la COVID diversos FabLabs, como el FabLab Sant Cugat junto a la empresa Protofy.xyz (FabLab Sant Cugat, 2020), se lanzaron a producir respiradores *DIY* (*Do It Yourself*, Hazlo tú mismo).

La Fab Foundation (Fab Foundation Ireland, 2018) de Irlanda llevó a cabo un proyecto piloto en 2016 para llevar la experiencia FabLab a la cárcel de Burren House, programa que también se reprodujo en la cárcel de Maghaberry en 2017. Este programa está orientado a prisioneros y a personas salidas de la cárcel recientemente. El propósito de la iniciativa es formar a los reclusos en las técnicas de creación digital para que, una vez en la calle, puedan usar estas habilidades en su futuro laboral.

Otro ejemplo del uso de la tecnología para la ayuda social fuera de la red FabLab se trata de Ayúdame3D (Ayúdame3D, 2018), una iniciativa de Guillermo Martínez, que actualmente ofrece prótesis en 3D con capacidad para cerrar los dedos destinadas a personas sin recursos en más de cincuenta y cinco países. Estas prótesis; creación de Ayúdame3D, las denominan *trésdesis*, resultado del juego de palabras entre 3D y prótesis.

El objetivo de la iniciativa es mejorar la calidad de vida de las personas amputadas en países en vías de desarrollo. Desde Ayúdame3D han diseñado tres tipos de prótesis para personas con muñeca, con codo y con hombro. Las prótesis parten de diseños pensados para la impresión 3D en el plástico más accesible, el PLA. Además, Ayúdame3D utiliza la filosofía de conocimiento compartido que también se emplea en los FabLabs, por lo que cualquier persona con acceso a una impresora 3D puede cooperar imprimiendo los diseños en colaboración con Ayúdame3D (Torrado, 2021).

FoodShift 2030 (FoodSHIFT 2030, 2022) nace debido a la producción insostenible de alimentos. Se estima que alrededor de un 40% de la superficie del planeta se usa para el cultivo de alimentos, mientras que 3,2 billones de hectáreas se emplean para criar ganado (Owen, 2005). El riesgo no es que se acaben los alimentos, si no que la tierra fértil deje de ser productiva. El objetivo del proyecto FoodShift 2030 es transformar el sistema alimentario europeo mediante el impulso ciudadano, la búsqueda de nuevas tecnologías agrícolas y la transición hacia una economía agroalimentaria circular.

Romi Robotics (ROMI Robotics for Microfarms, 2021) para micro granjas se trata de otro proyecto orientado a la economía circular y sostenible. Romi es un proyecto de investigación de cuatro años de duración financiado por la Unión Europea mediante el cual se persigue promover una agricultura sostenible, local y no masificada. La plataforma ROMI está constituida por herramientas robotizadas, investigación, datos e información compartida. Gracias a esto se busca ayudar a las comunidades de pequeños agricultores a mejorar su producción y sus condiciones de trabajo mientras se promueve la agricultura sostenible.

FabCity (FabCity Foundation, 2011) se trata de una red de ciudades con el compromiso de producir todo lo que consumen en el 2054. El objetivo es que las ciudades sean capaces de autoabastecerse de energía, comida y materiales de tal manera que se reduzca su huella medioambiental en el planeta. Además, gracias a la red abierta también se pretende la difusión de buenas prácticas para que otras ciudades puedan inspirarse y compartir la misma meta.

GROW Observatory (GROW Observatory, 2020) es un proyecto orientado a cualquier persona con un pequeño huerto o a agricultores profesionales. El objetivo es que los ciudadanos obtengan sus *kits* (Smart Citizen, 2012) de sensores de bajo coste para monitorizar las condiciones de la tierra y que, mediante las herramientas de código abierto, compartan información dentro de la plataforma. Todo esto se apoya mediante una colaboración con Future Learn (Future Learn, 2018), donde se dispone de una serie de cursos *online* gratuitos mediante los que las personas pueden aprender y llevar a cabo sus propios experimentos.

3.2.2 PROYECTOS EDUCATIVOS

Los proyectos educativos dentro de la red FabLab existen en diferentes formas. Existen proyectos orientados a la formación sobre los métodos y técnicas dentro del FabLab. Otros tienen como finalidad la formación en otras áreas, como la arquitectura, la medicina o la industria textil, con la ayuda de las herramientas de creación digital. Generalmente, los

proyectos formativos y educativos dentro de la red FabLab se caracterizan por aplicar la metodología *learn by doing* (aprender haciendo), en la que los implicados aprenden mientras practican.

El primer proyecto que se va a mencionar en este apartado es FabKids y FabTeens (FabLab Kids, 2022), una iniciativa educativa que consiste en talleres semanales para niños y adolescentes, desde los ocho hasta los dieciséis años. Estos cursos se adaptan en función de la edad de los alumnos: así, para los alumnos más jóvenes se proponen talleres fáciles y lúdicos, y a medida que los alumnos crecen se les introduce en tecnologías más complejas y avanzadas con una orientación más formativa encaminada a desarrollar competencias de trabajo en equipo, creatividad y manejo de las herramientas de creación digital.

Otro proyecto educativo con gran acogida en la red FabLab es Makers Challenge. Se trata de un reto para creadores, usuarios del FabLab y cualquier persona con inquietud por aprender y por desarrollar su creatividad. Estos retos se proponen de diferentes maneras; por ejemplo, un reto puede ser buscar una solución a algún problema propuesto, o bien el diseño y creación de un objeto, de diseño innovador o ya existente; además, generalmente hay que cumplir unas restricciones y requisitos establecidos.

El Makers Challenge también puede ser un reto individual o en equipo. En definitiva, los retos pueden ser muy variados; e independientemente del resultado final, los participantes consiguen mejorar su creatividad, fomentar su capacidad de innovación y desarrollar otras competencias transversales; como el trabajo en equipo o la habilidad para exponer y defender sus proyectos frente a compañeros y un jurado. Este reto se lleva a cabo en varios FabLab, como el de Cleveland (Cleveland Metropolitan School District Fab Lab, 2020) o el FabLab Sant Cugat (Fab Lab Sant Cugat, 2021).

Un FabLab puede ser intimidante y complejo de entender para el público más generalista. Las tecnologías de diseño y creación digital se suelen asociar a personas con experiencia previa en *CAD* o una base de ingeniería o arquitectura. Por esta razón y para ayudar y guiar a los usuarios, varios FabLabs (Harvard GSD Fabrication Lab, 2022) tienen en sus páginas *web* guías y tutoriales en los que explican diversos aspectos sobre el FabLab.

Las guías más básicas dan consejos sobre cómo preparar los archivos digitales para llevarlos a imprimir al FabLab. Los tutoriales más avanzados, por su parte, incluyen tutoriales para emplear las herramientas de creación e incluso existen talleres *online* paso a paso que permiten aprender de manera autodidacta para, finalmente, llevarlo a la práctica en el FabLab.

CAPÍTULO 3:

La propia Fab Foundation (Fab Foundation, 2016) ha diseñado dos cursos orientados a la formación de graduados. Estos cursos son FabAcademy (FabAcademy, 2012) y Fabricademy (Fabricademy, 2017). FabAcademy es un curso multidisciplinar en el que los alumnos aprenden a diseñar modelos digitales y a emplear las diferentes tecnologías disponibles en un FabLab mediante proyectos intensivos semanales durante los seis meses de duración del proyecto.

Fabricademy es un proyecto orientado a la creación de prendas y materiales textiles mediante el empleo de nuevas tecnologías, desde el mundo de la moda hasta el mercado de los dispositivos personales *wereables*. Fabricademy nace con el objetivo de buscar maneras de emplear la tecnología al mundo textil para convertir esta industria en una más sostenible (Fabricademy, 2017).

Algunos FabLab, como el de Cuenca (FabLab Cuenca, 2020), el de León (FabLab León, 2020), el de Sevilla (FabLab Sevilla, 2021) y el de Barcelona (Poblenou Urban District, 2015), ofrecen cursos de formación y capacitación para adultos. Este proyecto tiene como objetivo la formación de adultos, poniendo especial énfasis en las personas desempleadas o en riesgo de ver su trabajo sustituido por el empleo de la tecnología en la industria. En estos cursos los alumnos se instruyen en el uso de las diferentes tecnologías disponibles en el FabLab para aplicarlas en un entorno laboral en el futuro.

Por otro lado, el FabLab Cuenca también ofrece una alternativa a estos cursos (FabLab Cuenca, 2020). En este caso, están orientados a profesores que tengan inquietud por aprender a aplicar las tecnologías de creación digital en el aula. Asimismo, FabLabs, como el de León, el de Milano o el de Chicago entre muchos otros, aprovechan las vacaciones de verano para ofrecer campamentos centrados en la divulgación del conocimiento *STEM* entre los más jóvenes. Estos campamentos existen en varias modalidades para niños de todas las edades, los grupos de edad más comunes son de ocho a once años y de doce a dieciséis años.

La duración de los campamentos es variable; por ejemplo, el FabLab León empezó la iniciativa en el año 2020 con una duración de cinco días y en el año 2021 la duración fue de dos semanas naturales (Vélez, 2020). Otros campamentos, como el organizado por la universidad de Illinois, tienen una duración de hasta un mes (CU Community FabLab, 2020). Los talleres realizados consisten en diferentes proyectos en los que se usan las tecnologías de fabricación digital como la iniciación en diseño *CAD*, la impresión *3D*, el corte láser, programación en Arduino o programación en Python.

Una rama de investigación que viene a responder a una tierra con cada vez más población es el desarrollo de espacios de cultivo para el futuro, como pueden ser huertos inteligentes,

huertos verticales, granjas de insectos o el cultivo de algas. En el GreenLab de Londres (GreenLab, 2021) cuentan con un equipo dedicado a los espacios de cultivo y además ofrecen sus instalaciones y su biblioteca a investigadores particulares.

Una de las direcciones de investigación del FabLab Green Lab, en Londres, es la creación de una *Material Lab* (Laboratorio de materiales) en el que se dedican a la investigación de biomateriales. Ofrecen este espacio a cualquier persona interesada en la investigación de este tipo de materiales y, además, cuentan con una amplia biblioteca para aprender de esta materia (GreenLab, 2021).

AgriLab, el FabLab de la escuela politécnica de UniLasalle, ofrece otro enfoque para acercar las tecnologías de fabricación digital a la agricultura. AgriLab se trata de un FabLab que se dedica mayormente a la creación de proyectos que se puedan implementar en la agricultura. Las instalaciones de AgriLab se encuentran situadas junto a tierras de cultivos y en la proximidad de una granja con más de doscientos animales. Entre sus proyectos cuentan con un robot autónomo y capaz de cargar cien kilogramos, una aplicación para controlar los cultivos mediante *IoT* (*Internet of Things*, Internet de las cosas) o un brazo robótico para cosechar lechuga (AgriLab UniLaSalle, 2021).

Digital FabLab es un proyecto educativo mediante el que se pretende crear herramientas gratuitas en *AR* (*Augmented Reality*, realidad aumentada) para profesores, colegios y estudiantes. En Digital FabLab se centran en la enseñanza de la producción de calzado a través del diseño en *CAD* y las herramientas de creación digital. Su propósito es crear un curso digital mediante el que los alumnos puedan desarrollar habilidades prácticas en el sector del calzado (Digital FabLab, 2021).

3.2.3 PROYECTOS EMPRESARIALES

Uno de los objetivos principales de los FabLabs es el fomento de la creatividad, de la innovación y del emprendimiento de sus usuarios. Además, por sus características, un FabLab es un lugar idóneo para cultivar y desarrollar nuevas invenciones. Asimismo, empresas ya consolidadas pueden acudir a un FabLab en busca de asesoramiento sobre como comercializar y proteger intelectualmente su producto. En los siguientes párrafos se verán algunos de los proyectos empresariales e industriales dentro de la red FabLab y de la comunidad *maker*.

Winemakers (FabLab BCN, 2020) se trata de una iniciativa que empezó en el FabLab de Barcelona. Es un proyecto que podría ser considerado educativo, pero que se ha situado en el apartado de proyectos industriales debido a la gran tradición vitícola que existe en la

región de Castilla y León. La propuesta del FabLab Barcelona es proporcionar una alternativa a los métodos de producción en masa a través de la fabricación digital.

El proyecto consiste en charlas, talleres y cursos sobre fabricación de vino y sobre cómo aplicar y combinar las técnicas de fabricación digital al proceso tradicional de producción de vino. Winemakers mezcla lo tradicional con los métodos de fabricación digital. Por ello, es de especial importancia la comunidad Winemakers, compuesta por personas aficionadas, profesionales e individuos que aprenden e innovan a través de los métodos empleados en la comunidad de FabLab como el aprender haciendo, el aprovechamiento del *IOT* y el conocimiento compartido (Comunidad Winemakers, 2022).

Raquel Serrano, madrileña, Ingeniera en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y fundadora de Fiixit, encontró en la fabricación digital una manera de revolucionar el mundo de la ortopedia. Fiixit empezó en sus orígenes con el diseño de escayolas *3D*: primero se escanean mediante un escáner *3D* y posteriormente son impresas en *3D*. Gracias a estos diseños la escayola es más ligera, se puede adaptar a las pérdidas de musculatura, y la zona escayolada queda más accesible para su limpieza y mayor comodidad del paciente. A medida que Fiixit ha crecido, también lo ha hecho su gama de productos, y ya ofrecen máscaras, férulas de protección y asientos posturales para niños entre otros diseños (Uhrig, 2022).

La red de FabLab de América Latina, conocida como FabLat (FabLat, 2020), inició en 2017 la *3D Fashion Week*, una iniciativa que promueve los proyectos de moda vinculados a la tecnología y a la ciencia como; biomateriales, corte láser, impresión *3D*, *wereables*, ..., entre otros. Cada evento se plantea con una temática, con el reto de que los diseñadores de cada país hagan uso de las tecnologías de fabricación digital para realizar los diseños al mismo tiempo que ponen en valor la ética en el diseño y en los procesos (*3D Fashion Week*, 2021). Gracias a esta iniciativa los diseñadores pueden dar a conocer sus innovaciones e incluso beneficiarse de las tecnologías disponibles en el FabLab para materializar sus diseños.

Algunos FabLab, como el de Furuflaten, en Noruega, aprovechan los clústeres locales para compartir el conocimiento (Gjengedal, 2006). De esta manera, se crea una triple alianza de colaboración entre las empresas, las universidades y las instituciones gubernamentales que se benefician mutuamente de esta cooperación. Por un lado, las grandes empresas se benefician de personal altamente cualificado, mientras las pequeñas empresas, con menor capacidad de innovación, se benefician de poder usar los recursos del FabLab para poder materializar sus diseños gracias a las herramientas de creación digital y al apoyo de los expertos del laboratorio.

Por otro lado, las universidades y el FabLab se benefician de los recursos materiales y económicos que las empresas aportan. Finalmente, las instituciones tienen un retorno de inversión gracias a que se genera empleo y nuevas empresas que retribuyen directamente en la cantidad de contribuyentes y en la cantidad de tributos locales recaudados. Cabe destacar que algunas empresas pueden ser reacias a emplear un FabLab como fuente de innovación debido a factores como el desconocimiento de la iniciativa o el miedo a compartir sus innovaciones.

Otra iniciativa empresarial del FabLab de Barcelona se trata de *Bridging the creativity gap* (Zanjando la brecha de creatividad) (FabLab BCN, 2021), una iniciativa que busca crear un vínculo entre la futura generación de talentos y los requerimientos de la industria creativa. Para ello, primero se identifican las necesidades del sector y después se forma a los docentes en estas áreas para poder transmitir estos conocimientos a los alumnos. Como la industria está en constante cambio, la organización se reúne de manera periódica con las diferentes empresas para evaluar cómo han cambiado las necesidades y adaptar el contenido.

La filosofía de un FabLab es compartir todo el conocimiento generado durante el diseño y la creación de una invención, esto puede desincentivar a los inventores a colaborar con un FabLab. Por ello, se ofrece asesoramiento para poder proteger y comercializar los productos desarrollados en el FabLab. Entre las herramientas que se usan en un FabLab para proteger las invenciones se encuentran las licencias *Creative Commons*, que permiten el uso de la obra original con diferentes restricciones en función de los intereses del creador. De este modo, la reproducción de una creación puede restringirse para su uso comercial, podrá ser de uso libre o su uso estará sujeto al debido reconocimiento del autor original (Wolf, Troxler, Kocher, Harboe, & Gaudenz, 2014).

3.3 PROYECTOS DESTACADOS

En este apartado se resumen algunos proyectos susceptibles de poder ser implementados en el FabLab de la Universidad de Valladolid en un futuro. Para la selección se ha tenido en cuenta la predisposición de medios en el FabLab UValladolid, así como la viabilidad técnica y operativa del proyecto. Además, se tratará de mantener, en la medida de lo posible, el carácter social y educativo que este FabLab ha adquirido durante el inicio de su actividad. Sin embargo, en este apartado se contemplarán iniciativas sociales, educativas e industriales.

3.3.1 FABKIDS Y FABTEEN

FabKids y FabTeen (FabLab Kids, 2022) son dos iniciativas que pueden tratarse de manera conjunta, ya que FabTeen es la continuación de FabKids; en el caso de FabKids, el público objetivo son niños y niñas de edades comprendidas entre los ocho y once años, mientras que FabTeen continua el programa, está pensado para adolescentes desde los doce hasta los dieciséis años. El propósito de estos talleres es que los niños puedan aplicar el conocimiento teórico de una manera más práctica mediante la metodología *learn by doing*. Esta modalidad de aprendizaje, cada vez más extendida y que se aplica incluso en multinacionales como Amazon, potencia el interés de los niños, ya que se divierten y entretienen mientras aprenden.

La propuesta es plantear a los más jóvenes retos en forma de juegos en un inicio e ir adaptando estos retos a medida que los niños crecen; el objetivo final es que los niños adquieran la inquietud de proponer y resolver sus propios retos. Estos retos ayudan a desarrollar la creatividad, la imaginación y la resolución de problemas. En cada proyecto de FabLab Kids primeramente se plantea un reto o invención y se trata de situarlo dentro de un marco teórico en una serie de *workshops* (talleres de creación) en el laboratorio.

Posteriormente, se desarrolla un prototipo a partir del cual los niños trabajan y plantean sus ideas para mejorar la invención inicial. A partir de ahí esta metodología puede ser estudiada y probada para poder ser trabajada posteriormente en grupos más extensos (Burneo, 2017). Lo ideal es que las actividades estén compuestas por un 20% de teoría y un 80% de práctica. En FabLab Teen se sigue un esquema muy similar en el que a medida que los jóvenes aprenden tienen acceso a las tecnologías más complejas. Además, los adolescentes pueden proponer y materializar sus propias invenciones.

Gracias a este programa los niños adquieren, a una edad muy temprana, conocimientos en programación *web*, diseño y fabricación en *2D* y *3D*; diseño y fabricación de circuitos electrónicos; y programación de microcontroladores. Al final de este programa los alumnos son capaces de arreglar sus propios juguetes o equipos electrónicos, por lo que se fomenta la cultura del autoconsumo en detrimento del consumismo. Asimismo, los participantes del programa, además de trabajar la inteligencia, también desarrollan otra multitud de habilidades blandas como son: la creatividad, la imaginación, el pensamiento reflexivo, analítico y crítico, el trabajo en equipo o la resolución de problemas.

Este programa también supone un gran valor añadido para el *curriculum* de los alumnos, ya que se trata de una gran experiencia previa en el mundo del diseño y creación de productos. Los alumnos también aprenden y pierden el miedo a expresarse en público, ya

que tienen que defender su proyecto frente a sus compañeros y/o la comunidad del FabLab (FabLab León, 2021). Este programa se realiza ya en diversos FabLabs de España como el FabLab de León (FabLab León, 2021), el de Barcelona (FabLab Barcelona, 2020) o el de Córdoba (FabLab Córdoba, 2018).

3.3.2 MAKERS CHALLENGE

Existen diferentes versiones del Makers Challenge, como el de Makers Challenge Central (Makers Challenge Central, 2021), el del Imperial College de Londres (London Imperial College, 2018) o el del FabLab itinerante de Cleveland (Cleveland Metropolitan School District Fab Lab, 2020); sin embargo, su esencia es siempre la misma. En primer lugar, se plantea una idea, propia o propuesta por el creador del taller, dependerá de la naturaleza del reto. A continuación, mediante una serie de talleres, se lleva la idea a la realidad empleando técnicas de diseño y creación digital. La última parte del reto es la defensa del proyecto ante otros participantes e incluso ante un jurado en los retos con connotaciones más serias. Existen una infinidad de retos y pueden tener enfoque educativo, social, industrial, educativo o creativo. Estos retos pueden ser realizados por adultos o niños, lo cual condicionará la dificultad de las tareas.

Por ejemplo, desde el FabLab itinerante de Cleveland proponen tres retos para que los niños puedan hacer en casa; en este caso no se necesitan herramientas específicas de FabLab y los retos se pueden realizar con material básico de oficina. El primero de los retos consiste en la construcción de una Torre Eiffel usando solo papel y cinta adhesiva. El segundo reto que proponen es el diseño y construcción de diferentes aviones de papel usando un folio A4, donde se valora la velocidad y la distancia recorrida. El tercer, y último, reto es un proyecto de arte en el que se trata el teorema de los cuatro colores, figuras geométricas ‘imposibles’ y fractales. Estos retos tienen en común la metodología de cuatro pasos empleada para afrontarlos.

La primera fase consiste en aprender e investigar sobre la tarea a realizar y sobre los fundamentos teóricos de lo que se va a realizar. Por ejemplo, en el reto de los aviones de papel se guía a los alumnos para que investiguen sobre la gravedad, las fuerzas de rozamiento, el empuje y el equilibrio de fuerzas. La segunda fase del reto consiste en diseñar un prototipo basado en el fundamento teórico.

En la tercera fase se construye el proyecto, se realizan pruebas y se ajusta el prototipo para mejorar los puntos débiles. Esta etapa es fundamental ya que se busca que los estudiantes puedan equivocarse en el proceso de creación con la finalidad de aprender de los errores. El paso final del reto es compartir; se pide a los estudiantes que documenten sus proyectos

con fotos y respuestas a preguntas que forman parte del reto; con el fin de lograr que los alumnos se acostumbren a documentar el avance científico.

Para el público adolescente y adulto existen retos más complejos y prolongados en el tiempo; estos retos pueden durar desde un día a varios meses. Estos retos pueden ser de elección libre, en los que el participante propone un proyecto innovador, o temáticos, en los que la entidad organizadora elige un tema o problema para que los candidatos presenten sus soluciones.

Generalmente, la metodología empleada es la misma que en los talleres para niños: se comienza por una etapa de investigación en la que se recopila información sobre el proyecto; a continuación, se pasa a la fase de diseño, en la que se aplica todo el conocimiento adquirido en la etapa anterior para diseñar un prototipo; por último, se trabaja en la creación y mejora de prototipos. Además, durante todo el reto los participantes deben documentar el proceso de diseño y creación para exponerlo ante los otros participantes y la comunidad del FabLab en la fase final de defensa del proyecto (Universidad de Colorado, 2022).

3.3.3 GUÍAS Y TUTORIALES

En una sociedad en la que el consumo de contenidos en línea bajo demanda crece día a día, el ámbito educativo y formativo también evoluciona en esa dirección. Con una simple búsqueda en Google se puede encontrar contenido de cualquier tema o materia de la que se desee aprender, fenómeno que también conlleva riesgos, ya que a veces es difícil comprobar el rigor científico de la información. Sin embargo, existen muchas fuentes fiables de divulgación científica que ayudan a diseminar conocimiento de una manera amena y rigurosa. Sin ir más lejos, la educación tradicional tomó un rumbo sin precedentes debido a la pandemia de la COVID-19 durante los años 2020 y 2021, cuando la gran mayoría de las clases fueron de carácter telemático.

Es por ello que algunos FabLabs, como el de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) (FabLab ETSIDI, 2017) de la UPM (Universidad Politécnica de Madrid) (FabLab ETSAM, 2019) o el FabLab Valencia (FabLab Valencia, 2019) disponen de guías detalladas sobre cómo preparar los diseños para posteriormente fabricarlos en las herramientas de creación digital. La Figura 3.1 corresponde a un extracto de lo que se puede encontrar en la sección de pedidos y tutoriales de la página web del FabLab ETSIDI. En esta sección se explica, en dos tutoriales, diferentes consejos sobre cómo optimizar los archivos de los diseños realizados en *CAD*. En estos vídeos se indica cómo tratar las tolerancias, las diferentes capas a emplear en función de si el patrón se debe

cortar o grabar, se dan consejos sobre cómo cerrar las formas y, en definitiva, información relevante para poder emplear las máquinas del FabLab minimizando los errores y, por tanto, minimizando el tiempo y el material derrochado.

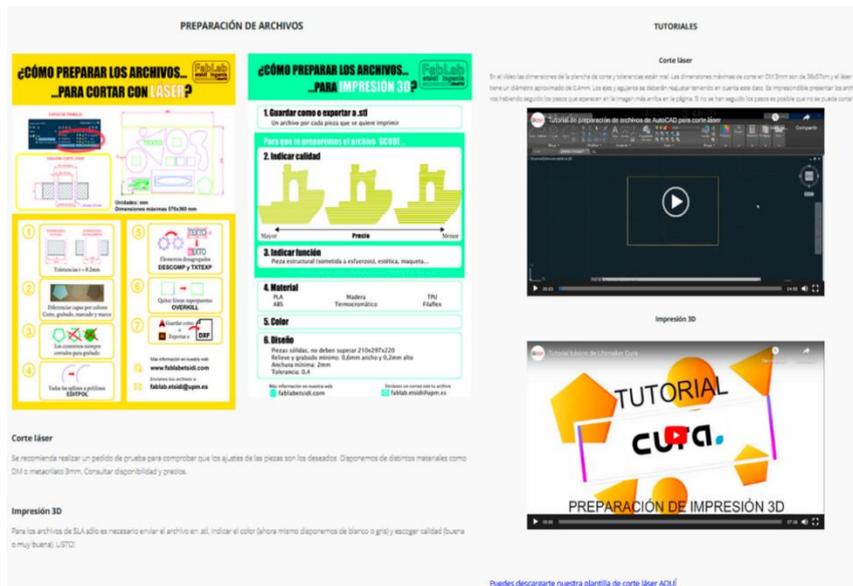


FIGURA 3.1. SECCIÓN DE PEDIDOS FABLAB ETSIDI (FABLAB ETSIDI, 2017).

Estos tutoriales existen en otros FabLabs, como el de Lovaina en Bélgica (FabLab Leuven, 2019), el de West Contra Costa (West Contra Costa, 2020) o el de Harvard (Harvard GSD Fabrication Lab, 2022). Los tutoriales más completos incluyen todos los pasos a seguir para optimizar el fichero de impresión en los formatos compatibles (generalmente RHINO y AutoCad), cómo enviar el archivo a la máquina y cómo preparar la máquina. En la página de tutoriales del laboratorio de fabricación de Harvard también se encuentran plantillas adaptadas a cada máquina para facilitar la tarea a los usuarios.

Mediante estas guías y tutoriales se fomenta el correcto uso del material y herramientas del FabLab. Además, puede servir como material de iniciación para las personas novatas en la fabricación digital. Este material también sirve como guía para los usuarios experimentados en fabricación digital que no conozcan el manejo de todos los modelos de herramientas disponibles en el laboratorio. Finalmente, este repositorio de guías es de ayuda a cualquier persona que necesite ese conocimiento para cualquier otro fin, dado que estas guías son de acceso libre a través de la web.

3.3.4 FABRICADEMY

La industria de la moda es de las más tradicionales y contaminantes del mundo. Hoy en día, un 20% de la contaminación del agua y un 10% de las emisiones de dióxido de carbono se deben a esta industria. Además, durante 2014 se gastaron 1,7 billones de dólares americanos, a nivel mundial, en prendas, de las cuales se estima que un 70% nunca llegan a reciclarse. Por otro lado, las grandes cadenas de moda provocan situaciones sociales devastadoras debido a las condiciones de producción en los países donde sitúan las fábricas textiles, como China, Bangladesh o Taiwán (Cline, 2016).

Fabricademy (Fabricademy, 2017) es un curso multidisciplinar que busca el aprendizaje sobre el desarrollo de las nuevas tecnologías aplicadas a la industria textil, cubriendo todos los campos, desde la industria de la moda hasta el mercado de los dispositivos conectados como los relojes inteligentes y otros *wereables*. Fabricademy nace como respuesta a los problemas de esta industria con el objetivo de explorar y empezar a aplicar sistemas de producción más viables y sostenibles con el medio ambiente. El programa se centra en las realidades menos éticas y contaminantes de la industria, a la vez que combina el conocimiento tradicional y moderno para buscar nuevas maneras de diseñar, realizar prototipos y producir en la industria textil.

Fabricademy está orientado a cualquier estudiante o profesional de cualquier rama de conocimiento con interés de ampliar sus conocimientos en el sector del nuevo textil. Debido a la naturaleza híbrida, que combina las clases telemáticas y presenciales, se exige a los alumnos un nivel básico de inglés y se recomiendan conocimientos básicos de diseño por ordenador, electrónica, diseño web y programación.

El programa consta de dos fases, con una duración total de seis meses: los tres primeros meses consisten en seminarios y en módulos de aprendizaje, y en los tres últimos se promueve el desarrollo de un proyecto personal con aplicación en alguno de los campos previamente estudiados. Los contenidos que se incluyen en el programa de Fabricademy son: los cuerpos digitales, la moda circular y abierta, *biocromas*, *e-textiles*, materiales *biofabricados*, alta costura computacional, estructuras de materiales textiles, *wereables*, robótica blanda y electrónica en la piel.

En cuanto a los requerimientos técnicos para convertirse en nodo de Fabricademy, además de todo el material base con el que debe contar un FabLab, también se requiere: un biolaboratorio básico, máquinas de coser industriales y digitales; una remalladora, una máquina de tejer, materiales *e-textil* (hilos conductores, motores de mini vibración...) y material tradicional de costura (Fabricademy, 2022). Cada símbolo en la Figura 3.2

representa un nodo de Fabricademy; existen un total de treinta y dos nodos en todo el mundo.



FIGURA 3.2. MAPA NODOS FABRICADEMY (FABRICADEMY, 2022)

3.3.5 FAB ACADEMY

Fab Academy (FabAcademy, 2012) puede considerarse como la prolongación del curso ‘Como hacer (casi) cualquier cosa’ impartido por Neil Gershenfeld (también director del programa FabAcademy) en el Center for bits and Atoms, aunque el curso como tal no tiene ningún vínculo directo con el MIT. Se trata de un curso de postgrado, con una duración de seis meses, en la que se enseña a crear prototipos mediante diferentes técnicas de fabricación digital.

El curso enseña el prototipado rápido mediante el diseño y ejecución de un proyecto cada semana durante los seis meses de duración del curso. Según el programa, los cursos se ofrecen de manera ‘distribuida’, lo que significa que los estudiantes aprenden en grupos locales con sus compañeros, mentores y máquinas. Además, cada grupo local está en conexión con el resto de los nodos que imparten el programa FabAcademy para compartir contenidos y hacer clases interactivas (FabLab León, 2020).

Este programa se imparte en más de setenta FabLab a más de 250 estudiantes cada año. Cursar y acabar cada todos los certificados del curso otorga el Fab Diploma de reconocimiento internacional. Cada estudiante elabora un portafolio que servirá para documentar cada una de las habilidades de manera individual. Este portafolio es revisado *a posteriori* por los mentores locales y calificado por los evaluadores del programa a nivel

global, asegurando que se cumplen los requisitos del programa y asegurando la evolución de las buenas prácticas en el seno del curso.

El contenido tratado en este curso consta de veinte certificados, entre los que destacan: gestión de proyectos, diseño asistido por ordenador, corte asistido por ordenador, producción y diseño de electrónicos, conformado mediante ordenador, fundido y forjado, materiales compuestos, programación embebida, escaneado e impresión 3D, programación de aplicaciones y nociones sobre la protección de invenciones y sobre la propiedad intelectual. El programa completo se puede consultar en fabacademy.org (FabAcademy, 2012).

3.3.6 MASTER CLASS DE CAPACITACIÓN Y TALLERES PARA ADULTOS

Según Frey y Osborne (Frey & Osborne, 2013), en 2013 hasta un 47% de los empleos de los EE.UU. estaban en riesgo de desaparecer en las próximas dos décadas como consecuencia del avance de la tecnología. Ante la proliferación de nuevas técnicas de producción y la irrupción de la robótica en la industria, los FabLabs pueden ayudar a capacitar y formar a las personas, favoreciendo así la transición hacia otros empleos con una orientación más técnica basada en la programación y mantenimiento de estas herramientas de creación digital.

Algunos FabLab, como el de Cuenca (FabLab Cuenca, 2020), el de León (FabLab León, 2020) o el de Barcelona (FabLab Barcelona, 2020) ya ofrecen cursos de diferentes duraciones para capacitar a adultos con o sin experiencia previa en las técnicas de diseño y creación digital. Estos cursos pueden ser orientados a estudiantes, profesionales, profesores, desempleados o cualquier clase de público que pueda verse beneficiado de las técnicas de innovación y creación digital.

Una de las propuestas del FabLab Cuenca, en conjunto a la embajada de EE.UU., es STEAM Teacher (FabLab Cuenca, 2020), un curso orientado a educar a los profesores en nuevos métodos docentes aprovechando técnicas de creación digital aplicadas al currículo. Gracias a esta formación los docentes serán capaces de obtener conocimientos en diseño CAD e impresión 3D y sobre cómo aplicar este *curriculum* formativo en el aula. También se trabaja en potenciar métodos docentes para trabajar la creatividad e innovación de los alumnos. Gracias a esta formación se pretende poder aplicar el *learn by doing* en el aula y fomentar las carreras STEM en una etapa temprana.

Desde el FabLab Cuenca también se ofrecen diferentes talleres cortos que sirven de introducción a diferentes técnicas de creación digital como: escaneado e impresión 3D,

fabricación digital y serigrafía, grabado láser y creación de vinilos decorativos. La duración de estos talleres suele ser de dos horas en grupos de seis a diez participantes, no se requiere experiencia previa en diseño o creación digital, puesto que estos cursos son de nociones básicas e introducción al *software* libre con trucos y consejos para un resultado óptimo. Finalmente, en todos los talleres, menos en el de impresión 3D, los participantes pueden llevarse sus diseños personalizados a casa (FabLab Cuenca, 2016).

3.3.7 PRECIOUS PLASTIC

Desde el descubrimiento del plástico, en 1950, y su potencial como material barato, ligero y de fácil manufactura, su uso ha ido en aumento año tras año (Andrady & Neal, Applications and societal benefits of plastics, 2009). Pero debido a la resistencia a la descomposición de los plásticos (Andrady, 2015), su uso masivo ha desembocado en un gran problema de gestión de residuos. En datos, se han producido más de 7800 millones de toneladas de resinas y fibras plásticas desde 1950; sin embargo, más de la mitad de ese plástico fue fabricado entre 2004 y 2017 (Geyer, Jambeck, & Law, 2017). En 2015 la producción mundial de plástico alcanzó al total del peso de la población humana en su conjunto.

En 2016 se estimó que había 150 millones de toneladas de desechos plásticos en los océanos (World Economic Forum, 2016). Algunos expertos aseguran que el 10% de los desechos de plástico acabarán en el océano (Thompson, 2006) y que la cantidad de masa de plástico en él será mayor que el total del peso de todos los peces (World Economic Forum, 2016). Los plásticos en el océano destruyen el hábitat de algunas especies, enredan a los animales marinos y pueden crear problemas en el sistema digestivo cuando los micro plásticos son ingeridos por los peces.

Precious Plastic (Precious Plastic, 2015) nace en 2013 como respuesta a este gran problema. Su fundador, Dave Hakkens comenzó a trabajar en Precious Plastic como parte de sus estudios en la Design Academy de Eindhoven. La primera versión de la máquina de Precious Plastic fue presentada en 2013. Dos años más tarde, y después de ver el interés despertado por su proyecto en otras comunidades, Dave Hakkens y un equipo de otras cinco personas deciden ponerse manos a la obra para mejorar el diseño, lo que llevará al lanzamiento de la versión dos de la máquina de reciclaje de plástico Precious Plastic en el año 2016.

Durante varios años el proyecto evolucionó, haciéndose cada vez más conocido. En 2017 se lanza la tercera versión de la máquina Precious Plastic y en enero de 2020 se lanza al público el Universo Precious Plastic, con el objetivo de convertirse en una iniciativa global

de actuación local para revolucionar la manera en la que se recicla el plástico (Precious Plastic, 2015).

La comunidad Precious Plastic se trata de un ecosistema constituido por diferentes partes que desempeñan papeles diferentes. Este ecosistema está compuesto por: puntos de recolección, donde se recoge el plástico del que se alimenta Precious Plastic; taller de triturado, lugar donde se convierte el plástico en pequeños trozos; por último, existen los talleres de prensado, extrusión e inyección donde se convierte el plástico triturado en el producto final (Precious Plastic, 2022).

Estos productos abarcan un rango infinito de posibilidades, más aún si se combina con las herramientas disponibles en un FabLab. Algunos ejemplos de productos creados y vendidos por la comunidad son: sillas, bancos, todo tipo de muebles, collares, mosquetones, ladrillos, estructuras modulares y casi cualquier tipo de creación que se pueda hacer con otro tipo de plástico (Precious Plastic, 2017).

El resultado de esta iniciativa es el reciclaje de más de 370 000 toneladas de plástico al año, es decir, un promedio de 835 kilogramos al año por taller. Los plásticos más reciclados fueron el polietileno de alta densidad y el polipropileno. En cuanto a la inversión promedio por espacio de trabajo se sitúa en torno a los 11 000 euros, aunque solo un 10% de los espacios saca beneficio; mientras un 21% son económicamente sostenibles con la venta de productos, máquinas y servicios (Precious Plastic, 2015).

Respecto a la estructura legal de los espacios de trabajos, la gran mayoría (58,3%) son empresas, compañías u organizaciones sin ánimo de lucro; en torno al 11,4% de los espacios son colegios o universidades y menos del 9% se trata de empresas con fines sociales. Por último, el cómputo de espacios de trabajo en España se sitúa en veintiuno; los espacios comunitarios de Precious Plastic son solo dos; y existe una tienda de maquinaria en Cataluña. En Castilla y León no existe aún ningún espacio de trabajo de cualquier tipo (Precious Plastic, 2017).

3.3.8 REPARACIÓN DE ELECTRODOMÉSTICOS Y ELECTRÓNICOS

Debido a la creciente demanda de productos eléctricos y electrónicos en el ámbito internacional, cada vez se generan más desperdicios electrónicos (Cole, Gnanaprasam, Cooper, & Singh, 2019). Estos desechos son una mezcla de plástico, metal y elementos compuestos; muchos de ellos tóxicos. En datos, la basura electrónica generada en el año 2019 fue de 54,6 millones de toneladas, lo que supone 7,3 kg por persona.

Además, aunque el flujo de basura electrónica no se sigue de una manera rigurosa, se estima que hasta el 20% de los residuos se exportan a otros países donde la legislación es menos estricta con el reciclaje de estos productos. Se espera que el consumo de elementos electrónicos crezca a un ritmo de 2,5 millones de toneladas anuales (Forti, Balde, Kuehr, & Bel, 2020). Además, muchas veces la reparación de los aparatos electrónicos resulta tan costosa como la adquisición de uno nuevo con mejores prestaciones. Si a esto se le añade que algunas piezas, a veces son imposibles de adquirir, las personas suelen optar por desechar los dispositivos de forma prematura.

Como respuesta a este fenómeno, desde algunos FabLabs y otras entidades están surgiendo actividades que enseñan y educan a las personas sobre cómo reutilizar electrodomésticos, dispositivos electrónicos y diferentes objetos a los que se les puede dar una nueva vida; por ejemplo, en el FabLab Cuenca tienen un taller llamado WeRepair (MAS Castilla la Mancha, 2022). En Europa cada vez es más común la proliferación de los *Repair Café* (Cafés de reparación) y en Bélgica el FabLab de Genk tiene un taller similar desde el año 2016 (Repair Together, 2020).

En cualquiera de los casos, la filosofía del proyecto es la misma: que las personas lleven electrodomésticos, dispositivos electrónicos, cafeteras, tostadoras o incluso bicicletas para aprender sobre su funcionamiento y, si es posible, cómo repararlos. En estas sesiones se pone a disposición de los usuarios el conocimiento de los miembros del FabLab y las diversas herramientas disponibles en un FabLab.

Dentro de esta iniciativa existen diferentes variantes para dar nueva vida a los diferentes aparatos. El FabLab de Genk (FabLab Genk, 2012) propone reutilizar los diferentes electrónicos y electrodomésticos mediante la reutilización de sus piezas (motores, resistencias, controladores, bombas, ...) para la elaboración de nuevos proyectos (Dressen, Schepers, & Danny, 2016). En el FabLab Cuenca aprovechan el FabLab itinerante para acercar esta iniciativa a los diferentes municipios de la región (La Tribuna de Cuenca, 2022).

El objetivo final de este proyecto consiste en fomentar la economía circular, dar a conocer otros métodos de reciclaje para los viejos electrodomésticos y tratar de reducir los residuos mientras se lucha contra la obsolescencia programada y el consumismo.

3.3.9 ESPACIOS DE CULTIVO

Según datos de las Naciones Unidas, hoy en día hay 7300 millones de personas en la tierra, se espera que la población mundial llegue a los 8600 millones de personas en el año 2030

y a los 11 200 millones en el año 2100 (United Nations, 2017). Este crecimiento, junto al creciente poder de adquisición en los países desarrollados (que provoca cambios alimentarios, como mayor ingesta de proteína y carne), está generando que la demanda de comida se incremente (Alexandratos & Bruinsma, 2012).

Se espera que la demanda de alimentos crezca entre un 59% y un 98% para el año 2050 (Valin, Sands, Nelson, & Ahammad, 2013). Esto exige una revolución de la agricultura en todos sus ámbitos. Los agricultores necesitarán incrementar las cosechas, ya sea mediante el aumento de la superficie de tierra cultivada o del rendimiento de la tierra gracias a nuevas técnicas de cultivo. Sin embargo, las exigencias medioambientales y técnicas de producción ecológicas están haciendo que la producción de alimentos crezca demasiado despacio y no se espera llegar a cumplir con la demanda de alimentos en un futuro (Ray, Muller, West, & Foley, 2013).

Existen multitud de iniciativas orientadas a buscar soluciones para este problema, como *Grow Observatory* (Grow Observatory, 2022), *ROOMI Robotics* (ROMI Robotics for Microfarms, 2021) o *FoodShift 2030* (FoodSHIFT 2030, 2022), los tres proyectos del FabLab Barcelona. En GreenLab en Londres llevan ya más de diez años trabajando en esta dirección y cuentan con instalaciones de cultivo interior en las que tienen granjas de insectos, cultivos verticales, cultivos de algas y de micelios.

Todas las iniciativas tienen en común la búsqueda de nuevos métodos de producción para el futuro. Existen multitud de áreas de investigación en este ámbito, y gracias a las tecnologías de fabricación digital y a la red FabLab se puede obtener información y colaborar con otras investigaciones alrededor del mundo. Por otro lado, gracias a las granjas de insectos se están elaborando alimentos libres de alérgenos, como pueden ser las harinas sin gluten y ricas en proteínas. Se cree que, en un futuro, esta puede ser una fuente real de alimento, ya que el cultivo de insectos es una práctica altamente rentable porque su cultivo requiere de poco tiempo y se pueden obtener grandes cantidades en espacios reducidos.

Es evidente que una iniciativa de este carácter sería de gran interés en el FabLab UVa, ya que se encuentra en Castilla y León, donde el sector agroalimentario es vital y de especial importancia. En datos, existen un total de 3152 industrias agroalimentarias en la región, lo que supone un 10,1% del total nacional, solo por detrás de Andalucía y Cataluña, con un 18% y 12,5% respectivamente. Además, este sector recoge a un 29,8% del total de empleo en el sector industrial (Ministro de agricultura, pesca y alimentación, 2022).

Además, la mayoría de estas empresas cuentan con menos de 10 trabajadores, es decir, 2503 empresas (el 79,4% del total) (Ministro de agricultura, pesca y alimentación, 2022) son *micropymes* (empresas con menos de diez trabajadores). Por ello, las soluciones

llevadas a cabo desde un FabLab pueden ser de gran interés en este tipo de empresas que normalmente no pueden verse beneficiadas de las economías de escala.

3.3.10 LABORATORIO TEXTIL

Como ya se ha visto en el apartado 3.3.4, una de las direcciones en las que trabaja Fab Foundation (Fab Foundation, 2016) con los cursos que imparte en diversos FabLabs es el curso Fabricademy (Fabricademy, 2022). En el curso se estudia el mundo textil desde un punto de vista innovador y sostenible con una perspectiva a largo plazo.

Es evidente que la industria textil tiene gran cabida dentro del mundo de la fabricación digital. Por esta razón, algunos FabLabs incluyen en sus inventarios herramientas de creación digital orientadas a la fabricación textil. Además, como ya se ha visto, es realmente interesante la aplicación de la filosofía FabLab en este sector ya que, a menudo, esta industria se localiza en países donde la mano de obra es barata y las restricciones medioambientales más laxas.

Algunos ejemplos de laboratorios textiles en FabLabs son: el FabLab de Barcelona (FabLab BCN, 2020), FabLab de León (FabLab León, 2020), Textile Lab en Lyon (Textile Lab Lyon, 2020), Basque Bio Design Center en Bilbao (Basque Bio Design Center, 2021), FabLab Medialab en Madrid (Matadero MediaLab, 2021) o Reimagine Textile (Reimagine Textile, 2022) en Barcelona. Algunos de estos laboratorios ofertan el programa Fabricademy, otros se dedican íntegramente a la investigación textil y otros se tratan de FabLabs que cuentan con un laboratorio textil como parte de sus instalaciones.

Las herramientas básicas para constituir un laboratorio textil son: una máquina de coser digital de escritorio, una plancha de calor, elementos textiles inteligentes (hilos conductores, actuadores, sensores blandos...), tijeras y material genérico de costura y grandes mesas de diseño. Las herramientas opcionales dentro de un laboratorio textil son: una máquina de coser industrial *overlock*, una máquina de coser industrial normal, una máquina de tejer, un taller de *Tufting* y una impresora de transferencia de sublimación. Además, algunos FabLabs incluyen un biolaboratorio como añadido al laboratorio textil (Fabricademy, 2017).

Existen una infinidad de posibilidades en un laboratorio textil dentro de un FabLab. A pesar de que la implementación de la electricidad y de dispositivos electrónicos en la ropa se lleva haciendo desde hace varias décadas, el diseño y la creación digital han abierto una gran cantidad de posibilidades para los diseñadores más creativos. Algunos proyectos

realizados dentro de la red FabLab incluyen: zapatos anatómicos impresos en 3D, sombreros inteligentes, ropa que genera energía o tejidos biodegradables.

3.4 SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS

En este apartado se hace una selección de tres proyectos, sobre los que se realizará una propuesta técnica de implantación en FabLab UVa en los próximos capítulos. Con motivo de elegir los proyectos, es deseable que cumplan las características descritas a continuación. La primera es que el proyecto no excluya a los usuarios del FabLab, bien sea por la exigencia técnica o porque se trate de una iniciativa de pago como Fabricademy y FabAcademy. En segundo lugar, ya que el FabLab UVa es parte de la estructura de la Universidad de Valladolid, es deseable que el proyecto posea un carácter educativo.

Terceramente, es deseable que el proyecto tenga aplicación empresarial y permita el fomento de la transferencia de conocimiento universidad-empresa. En cuarto lugar, dado que el FabLab es también un centro de innovación, el proyecto seleccionado tiene que ser innovador y aportar al FabLab UVa nuevas vías de colaboración con la red FabLab, con sus usuarios y con las empresas. Finalmente, ya que el FabLab UVa se adhiere al programa LIFE (apartado 2.6.2) se valorará que el proyecto sea sostenible con el medio ambiente.

Para la selección de los proyectos se parte de los descritos en el apartado 3.3. En primer lugar, se pueden descartar Fabricademy y FabAcademy, ya que ambas tienen un coste para el usuario de más de 5000 \$ (FabAcademy, 2022). En el caso de las ‘guías y tutoriales’ y las ‘master class de capacitación y talleres para adultos’, si bien son iniciativas interesantes para una futura aplicación en el FabLab UVa, la ausencia del factor innovación y la falta de aplicación empresarial hace que no sean las adecuadas para este trabajo.

Makers Challenge se puede descartar, dada su similitud con los Premios Prometeo. La última alternativa descartada se trata de FabKids y FabTeen. Se trata de una iniciativa de gran interés público, pero que carece del factor valor añadido para impulsar y hacer crecer al FabLab UVa. Por lo tanto, los proyectos seleccionados para desarrollar una propuesta técnica son los siguientes: Precious Plastic, Espacios de Cultivo y Laboratorio Textil.

CAPÍTULO 4: AgroLab. Espacios de cultivo. Propuesta del proyecto.

4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo se centra en la creación de un entorno de cultivos inteligentes, denominado *AgroLab*. El proyecto se ha dividido en tres subproyectos: *AgroTech*, Huerto Vertical Inteligente y Granja de Insectos. Por este motivo, el capítulo comienza con una explicación de los tres subproyectos y las principales tendencias de la industria (apartado 4.2). A continuación; en el apartado 4.3, se detallan los beneficios que reportaría la implantación de un proyecto de estas características en el FabLab UVa.

En la sección 4.4, se describe la actividad, estableciendo la misión y la visión del proyecto, y se expone el plan técnico, donde se explican los detalles del proyecto. También se definen los *stakeholders*, el plan de gestión y los recursos necesarios. El capítulo finaliza con un posible cronograma de implantación donde se dividen los proyectos en subactividades y se reparten los recursos de trabajo (apartado 4.7).

4.2 PUNTO DE PARTIDA

Los espacios de cultivo que se plantean en este capítulo se pueden dividir en tres áreas de trabajo: empleo de nuevas tecnologías aplicadas a la agricultura local, diseño e implementación de huertos verticales y, por último, creación de granjas de insectos.

El primer ámbito se puede subdividir en captación y análisis de datos y en el empleo de tecnología para la automatización de la cosecha y para el aumento de la productividad. Dentro del primer grupo se encuentran las llamadas *agrotech*, empresas encargadas de la recopilación y/o el análisis de datos como herramienta de ayuda a la decisión. Estos datos permiten realizar un análisis de situaciones pasadas para predecir los escenarios futuros, y así reducir la incertidumbre a la hora de tomar decisiones (AgroTech España, 2021).

España se sitúa en el top 3 de países con un mayor número de empresas *agrotech*, con 752, solo por detrás de EE.UU. y de la India, con 2896 y 1338 empresas *agrotech* respectivamente (AgroTech España, 2021). Estos datos sitúan a España como el país con una ratio más elevada de *agrotech* por habitante en el mundo y como referente a nivel europeo. En la Figura 4.1 se ha representado el reparto de empresas *agrotech* en once países.



FIGURA 4.1. TOP 11 PAÍSES CON MAYOR CANTIDAD DE EMPRESAS AGROTECH (AGROTECH ESPAÑA, 2021).

Las herramientas *agrotech* se dividen entre las que captan datos y las que analizan datos. Dentro de las encargadas de captar datos se encuentran diferentes apps, sensores, satélites, mapas, *ERP* (*Enterprise Resource Planning*, sistema de planificación de recursos empresariales), drones, *AgRobots* (robots agrícolas), *IoT* y más tecnologías empleadas en otras industrias. En la parte del análisis de datos se encuentran el *BigData* (datos a gran

escala), *MachineLearning* (aprendizaje automático), *DeepLearning* (aprendizaje profundo), *Business Intelligence (BI)*, inteligencia empresarial), Inteligencia Artificial, Realidad Virtual y Realidad Aumentada (AgroTech España, 2021).

Los objetivos de la implementación de la tecnología en la agricultura es enfrentarse al reto de aumentar la productividad de las tierras a la vez que se apuesta por la sostenibilidad medioambiental y se busca la rentabilidad del negocio. Además, el sector *agrotech* se trata de un sector en pleno crecimiento. El 49% de las empresas en este sector cuentan con menos de cinco empleados, aunque un 84% prevé aumentar su plantilla durante el año 2022 (AgroTech España, 2021).

En la red FabLab existen varios laboratorios que trabajan en proyectos relacionados en este ámbito. AgriLab (AgriLAB UniLaSalle, 2021), mencionado en la sección 3.3.9 se trata de un FabLab totalmente orientado a la búsqueda de soluciones agrícolas mediante el empleo de técnicas de fabricación digital. Entre sus proyectos se encuentran el desarrollo de sensores de lluvia, temperatura y luz; creación de un robot de carga capaz de seguir a una persona; creación de un sistema de autoguiado de código abierto para tractores o un robot capaz de recolectar lechugas.

El FabLab Barcelona trabaja en algunos proyectos *Agrotech* como: *GROW Observatory* (Grow Observatory, 2022), *ROMI – Robotics for Microfarms* (ROMI Robotics for Microfarms, 2021), o *FoodShift 2030* (FoodSHIFT 2030, 2022). Otros FabLabs como el FabLab ESAN en Perú (FabLab ESAN, 2018); los FabLab FabFarm en Algarve (Portugal) (Algarve FabFarm, 2020) y Dusseldorf (Alemania) (Dusseldorf FabFarm, 2017); o el FabLab de San José (Costa Rica) (IICA, 2019) se especializan en la creación de soluciones agro-tecnológicas.

El segundo campo que se pretende abarcar en este capítulo es la investigación en el ámbito de los huertos verticales. Este tipo de plantaciones pretenden ahorrar espacio usando una estructura apilada de plantaciones. Existen una gran multitud de huertos verticales de diferentes formas y tamaños, sin embargo, existen cuatro técnicas comúnmente empleadas para cultivar en huertos verticales.

La primera técnica consiste en usar tierra para plantar los vegetales. La segunda técnica se trata de la hidroponía, en este caso las raíces de las plantas obtienen los nutrientes del agua que es enriquecida con disoluciones minerales. La tercera técnica se trata de la acuaponía, una variante de la hidroponía en la que se mezclan la acuicultura y la hidroponía; en este caso, el agua se enriquece gracias a los desechos generados por los peces que posteriormente se convierten en fertilizante líquido. Por último, se encuentra la aeroponía, una técnica que usa agua pulverizada para hacer llegar los nutrientes a las plantas

(PonicsArea, 2022). En la Figura 4.2 se representan las técnicas de cultivo por hidroponía, por aeroponía y por acuaponía.

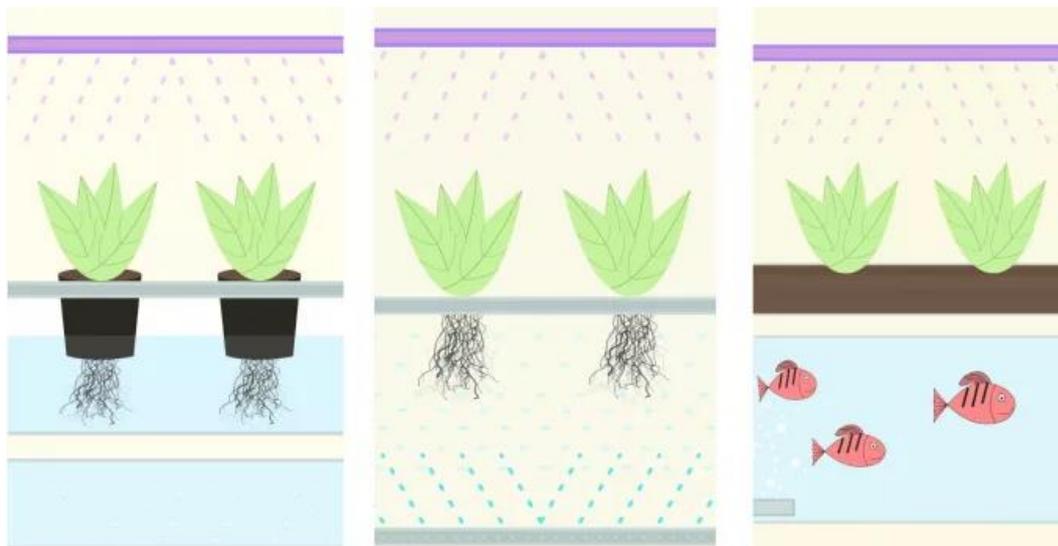


FIGURA 4.2. HIDROPONÍA VS AEROPONÍA VS ACUAPONÍA (PONICSAREA, 2022)

El motivo principal de este tipo de agricultura es responder a la creciente demanda de alimentos debido al aumento de población urbana que, además, tiende hacia el consumo de alimentos ecológicos y de producción local (Vega Zamora, Parras Rosa, & Torres Ruíz, 2007). Se espera que el mercado de huertos verticales crezca de 5,5 a 15,7 miles de millones de dólares entre 2019 y 2025 respectivamente (Shahbandeh, 2022).

La agricultura vertical presenta grandes beneficios más allá del evidente ahorro de espacio de cultivo. Entre estos beneficios se encuentran: menor consumo de agua y fertilizantes ya que la planta solo utilizará la cantidad necesaria, mayores cosechas, mayor facilidad para controlar la producción gracias al empleo de sensores y actuadores en un entorno controlado, mayor control sanitario de los alimentos, no se necesitan pesticidas, menor tiempo de cultivo o la capacidad de producir cualquier cultivo independientemente de la región y de la época del año (Hanif Md Saad & Maisarah Hamdan, 2021).

Aunque los primeros jardines verticales, Los Jardines Colgantes de Babilonia, datan del siglo IV antes de Cristo, no ha sido hasta este siglo cuando la agricultura vertical ha empezado a cobrar importancia. La presencia de herramientas *agrotech* tiene un papel importante en los huertos verticales, ya que se necesitan emplear sensores y actuadores para monitorizar y ajustar los niveles de humedad, riego, nutrientes y horas de luz entre otras variables.

Se trata de un sector en crecimiento y lejos de su fase de maduración. En España, el Grupo Alimentario Foodiverse (Foodiverse, 2020), interproveedor de Mercadona, ya ha invertido 1,3 millones de euros para la construcción de un invernadero hidropónico con capacidad para 10 millones de plantas (Vázquez, 2017). El sector está encabezado por los avances de Estados Unidos y Corea del Sur. Entre las empresas más destacadas podemos encontrar: Signify Holdings (PHILIPS), Aerofarms, Sky Greens, Everlight Electronics, American Hydroponics y Future Crops (Mordor Intelligence , 2022).

El último campo abordado en este capítulo consiste en el cultivo de insectos. Se trata de una fuente de proteína más sostenible que la procedente de las fuentes tradicionales. Los insectos son muy eficientes a la hora de transformar sus alimentos en masa corporal; por ejemplo, para aumentar un kilogramo de masa corporal un insecto necesita dos kilogramos de alimento; en el caso de una vaca esa cantidad asciende hasta ocho (Madau, Arru, Furesi, & Pulina, 2020).

También producen menos gases de efecto invernadero y requieren menos agua que el ganado tradicional. Además, pueden alimentarse de residuos biológicos para transformarlos en proteínas de gran calidad. Asimismo, se puede criar una gran cantidad de insectos en un espacio reducido gracias a técnicas de cultivo vertical (Madau, Arru, Furesi, & Pulina, 2020).

Dado que es evidente que el cultivo de insectos puede ser efectivo para abordar problemas futuros como la sobrepoblación o la escasez de tierra fértil, la Unión Europea aprobó el 4 de mayo de 2021 el uso de insectos como alimento (Europa Press, 2021). Los insectos aprobados para el consumo humano en la Unión Europea son los gusanos de la harina, los saltamontes y los grillos (Mendoza, 2022).

Aunque el consumo de insectos es, común en algunos países como México, Tailandia, Japón y países del sur de África; se trata de un mercado con una difícil aceptación en los países donde el “factor asco” actúa como barrera de entrada. Por ello, las empresas que se dedican al cultivo y manufactura de insectos están explorando diferentes vías para comercializar sus productos en los países europeos.

Actualmente los insectos se utilizan en diferentes industrias. La quitina de los exoesqueletos sirve para la industria cosmética. La harina rica en proteínas se utiliza para elaborar productos para consumo humano, como barritas energéticas o tortillas de maíz, y también se utiliza para la elaboración de piensos para ganado y para peces. Además, se está estudiando el uso de los insectos para el reciclaje de residuos orgánicos. Finalmente, los excrementos de los insectos son un fertilizante excelente (FAO, 2021).

4.3 BENEFICIOS PARA EL FABLAB UVA

En una región como Castilla y León donde la agricultura y la viticultura tienen un papel fundamental, es de gran interés un FabLab, con capacidad para desarrollar proyectos vanguardistas en el ámbito de la agrotecnología, los huertos verticales y en el cultivo de insectos.

En primer lugar, la Universidad de Valladolid ofrece algunos grados (Universidad de Valladolid, 2022) que pueden verse directamente beneficiados del proyecto, estos grados son: Grado en Ingeniería Agrícola, el Grado en Ingeniería Agraria, el Grado en Industrias Agrarias y Alimentarias, el grado en Nutrición Humana y Dietética y el grado en Enología. Además, dada la alta oferta de grados en la Universidad de Valladolid es seguro que surjan ideas innovadoras para su aplicación en otros ámbitos por descubrir.

Contar con espacios de cultivo puede atraer la innovación local. De esta manera, los emprendedores locales pueden acudir con sus ideas al FabLab UVa en búsqueda de soluciones. Por otro lado, los usuarios locales del FabLab se pueden beneficiar de los diseños y métodos para fabricar huertos de cultivo vertical y aprender a programar sus propios dispositivos para el control inteligente de sus huertos.

Poseer un laboratorio de cultivo ofrece al FabLab UVa la oportunidad de poder colaborar en proyectos con otros FabLabs de la red. Algunos ejemplos son: Grow Observatory (FabLab BCN, 2020), FabCity (Fab City, 2022), o Beehives (FabLab BCN, 2020). Se trata de una gran oportunidad para aprovechar el ‘saber hacer’ de otros FabLabs con más experiencia en este ámbito y, a su vez, aportar a la red con los avances y descubrimientos propios.

AgroLab, además, se puede integrar con otros proyectos, como el FabLab itinerante. De esta manera se podrá difundir el conocimiento agro-tecnológico por la comunidad e impactar directamente en las zonas rurales. Asimismo, surge la oportunidad de implementar huertos verticales e inteligentes en los colegios de la provincia para que los alumnos puedan aprender agricultura y tecnología de una manera dinámica y colaborativa.

Crear una granja de insectos en un FabLab se trata de una iniciativa novedosa, tanto dentro como fuera de la red FabLab. Es una buena oportunidad ya que el cultivo de insectos aún está en una fase muy temprana en la Unión Europea y eso permitiría al FabLab UVa estar a la vanguardia en este sector. Además, pueden surgir diferentes oportunidades para colaborar con personas o empresas interesadas en este ámbito.

Finalmente, como ya se ha explicado en el apartado 2.6.2, el FabLab UVa colabora en el programa LIFE de la Unión Europea, muy en línea con esta propuesta de proyecto, por lo que el FabLab UValladolid podría tratar de integrar este proyecto en su solicitud para la convocatoria del año 2023. De esta manera, se podría conseguir una financiación para poner en marcha el proyecto sin la necesidad de una gran inversión.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

4.4.1 MISIÓN

Lograr un conocimiento avanzado de las diferentes técnicas de cultivo vertical, soluciones agro-tecnológicas y cultivo de insectos. Mediante este conocimiento se pretende contribuir a la difusión de técnicas agrarias innovadoras dentro de la comunidad, la colaboración con proyectos de naturaleza similar dentro de la red FabLab, la creación de proyectos propios y servir como entidad de apoyo a emprendedores.

4.4.2 VISIÓN

Convertirse en un FabLab referencia en el uso de soluciones agro-tecnológicas, en el diseño de huertos verticales y en el cultivo de insectos.

4.4.3 PLAN TÉCNICO

El proyecto AgroLab se divide en tres subproyectos a desarrollar en paralelo. Primero, es importante elegir la base de sensores, actuadores y ordenadores que se emplearán para la solución agro-tecnológica, llamada *AgroTech*. Por otro lado, se creará un espacio de cultivo vertical automatizado. Finalmente, se diseñará una mini granja de insectos para la cría de gusanos de harina.

Aprovechando la tecnología de fabricación digital disponible en el FabLab UVa y la filosofía FabLab se intentará emplear diseños y *software* de código abierto para los proyectos iniciales. A medida que el proyecto avance estos diseños se irán mejorando gracias al aprendizaje obtenido de la experiencia y a la solución de problemas encontrados durante el proceso.

AGROTECH

La agro-tecnología está formada por los diferentes sensores, actuadores y herramientas de gestión enfocadas al control activo y pasivo de la producción agrícola. Estas herramientas ayudan a determinar y controlar las diferentes variables de cultivo. También, es fundamental la combinación del hardware con el *software*, herramientas avanzadas de procesamiento de datos, y con programas de ayuda a la toma de decisiones basados en *Deep Learning* o *Machine Learning*.

Para la selección del ecosistema de sensores, actuadores y *software* se ha observado que varios FabLabs con propuestas similares, como GROW Observatory (FabLab BCN, 2020) o el FabLab AgriLab (AgriLab UniLaSalle, 2021), optan por los ecosistema compatibles con el ordenador de placa reducida Raspberry Pi (Raspberry Pi Foundation, 2022) y Arduino (Arduino, 2022). Existen varias razones por las que estos ecosistemas son adecuados para este proyecto.

Se tratan de ecosistemas muy utilizados en el panorama de la creación digital, esto se traduce en una gran cantidad de repositorios, tutoriales, accesorios y *software* compatibles. Además, el coste de estos ordenadores es reducido y, gracias a su polivalencia, pueden servir para otros proyectos dentro del FabLab.

Conjuntamente, es importante contar con varios sensores y actuadores disponibles para la realización de nuevos proyectos. La cantidad y modelos concretos que se han de adquirir se recogen en el apartado de material necesario de este mismo capítulo. A continuación, se enumeran los materiales básicos necesarios para poder crear soluciones agro-tecnológicas en el laboratorio.

Se necesitan sensores de: temperatura, humedad, luz, CO₂, presión, nivel de agua, caudal, nitrógeno, PH y conductividad eléctrica del agua. Los actuadores necesarios son: luces *LED*, ventilador, relé y electroválvula (Hanif Md Saad & Maisarah Hamdan, 2021). Existen muchos de sensores y actuadores compatibles con los ecosistemas Raspberry Pi y Arduino que pueden adquirirse a medida que sean necesarios.

Para la elección del *software* también existen una gran cantidad de entornos de desarrollo y aplicaciones de gestión. Arduino es un entorno de desarrollo básico para cualquier espacio donde se deseen realizar proyectos que involucren la programación de microcontroladores. Las aplicaciones de ‘*Grow Observatory*’ (Grow Observatory, 2022) y ‘*Plan my Water*’ (Water Planner, 2022) también son de gran interés para compartir conocimientos con la red FabLab.

Por último, el uso conjunto del App Inventor, del MIT, junto al servicio de bases de datos ‘Google Firebase’ (Google, 2022), permite crear proyectos conectados para Raspberry Pi de manera gratuita. ‘OpenRemote’ (Open Remote, 2022) es una herramienta de código abierto que permite visualizar los datos obtenidos y automatizar acciones; también cuenta con una aplicación móvil.

Además, existe una gran cantidad de *software* de pago para la gestión de *IoT*. Aunque se priorice el *software* de código abierto también se contempla el *software* de pago ya que podría ser de interés para la realización de algún proyecto. ‘Blynk App’ (Blynk, 2022) se trata de una empresa que ofrece soluciones para conectar y controlar cualquier dispositivo conectado a la red, está disponible para empresas y para desarrolladores; además, es compatible con Arduino y con Raspberry Pi.

Microsoft también posee su propia herramienta, llamada Azure FarmBeats (Microsoft, 2022) cuya interfaz se representa en la Figura 4.3; cuenta con una versión gratuita, para el uso educativo; y una opción de pago, pensada para su uso profesional. Por último, gracias a la polivalencia y compatibilidad que ofrece, Amazon Web Services (Amazon Web Services, 2022) también cuenta con una solución integrada de gestión *IoT* y servicio de Base de Datos.

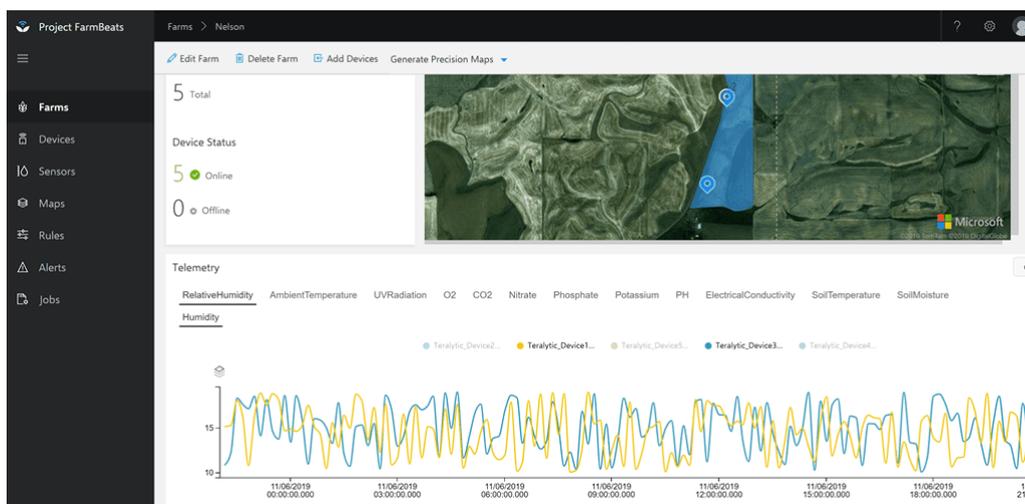


FIGURA 4.3. INTERFAZ DE AZURE FARMBEATS (MICROSOFT, 2022).

HUERTO VERTICAL INTELIGENTE

Para la construcción de un huerto vertical se elegirá la técnica de cultivo hidropónico. En un futuro se podría crear otro huerto vertical tradicional o aeropónico. La acuaponía se puede investigar, pero la acuicultura supone una barrera adicional para su correcto funcionamiento.

Existen una gran variedad de diseños para la construcción de huertos verticales *DIY*. Para la elección se tendrán en cuenta algunos criterios técnicos, económicos y prácticos. El primer criterio es que el huerto tenga unas medidas compactas. El segundo criterio es que el huerto sirva para interior como para exteriores. El tercer criterio consiste en que la estructura del huerto sea móvil para poder cambiarlo de ubicación. En cuarto lugar, los materiales para su construcción tienen que ser fáciles de encontrar en cualquier tienda de bricolaje. El último criterio es que el diseño sea fácilmente reproducible en cualquier otro FabLab.

Tras una búsqueda de huertos hidropónicos que cumpliesen los cinco criterios se ha encontrado HECTAR Hydroponics, un proyecto de código abierto nacido en el Imperial College de Londres. El diseño final del huerto vertical es el de la Figura 4.4 y los planos están disponibles para reproducirlo en la propia página de HECTAR (HECTAR Hydroponics, 2005) y los ficheros *CAD* están disponibles en un repositorio en línea (Hectar Hydroponics, 2021). Los materiales necesarios, los sensores y actuadores se especifican en el apartado de recursos tangibles.



FIGURA 4.4. HUERTO VERTICAL DE HECTAR (HECTAR HYDROPONICS, 2005).

Este tipo de huerto, gracias a su diseño compacto y con ruedas, se puede emplazar en cualquier lugar, tanto en interiores como en exteriores. Un lugar idóneo para su uso exterior es la azotea de algunos edificios de la UVA que actualmente están vacíos o que albergan algunos sistemas de aire acondicionado o de ventilación. Para su uso en interior, el huerto se puede colocar en cualquier lugar con más de 6 m² y acceso a una toma de corriente. La elección entre exterior e interior dependerá de la época del año y de la naturaleza del

proyecto, siendo el cultivo de interior de especial interés para conseguir unas condiciones controladas.

Para agilizar el tiempo entre cosechas es conveniente tener una zona de germinado. Para ello se necesitan: bandejas de plástico o bandejas de cultivo; espuma absorbente, semillas de las variedades que se deseen plantar, nutrientes y correctores de PH.

GRANJA DE INSECTOS

El primer paso para la construcción de una granja de insectos es decidir el tipo de insectos que se va a criar. Para esta elección se seguirán unos criterios que responderán a cuestiones económicas y prácticas. El primer criterio, es que su consumo sea legal tanto para su consumo humano como para alimentación animal. El segundo criterio, es que la cría se pueda realizar en un espacio a una temperatura ambiente normal. Por último, se requiere que la granja pueda construirse en un espacio reducido.

Respondiendo a estos criterios, existen dos insectos que son adecuados para empezar una granja de insectos en un FabLab. Uno es el gusano de la harina (*Tenebrio Molitor*) y otro el grillo doméstico (*Acheta domesticus*). El *Tenebrio Molitor* tiene un ciclo de vida de seis meses, aunque su fase útil es a su mitad de ciclo, cuando aún es larva. El grillo doméstico tiene un ciclo de vida de solo tres meses, pero su fase útil es la fase adulta. En la Figura 4.5 se comparan las características de estos dos insectos.

Los dos insectos son interesantes para su cría, pero el grillo cuenta con dos inconvenientes. El principal es que, debido al sonido que emiten, su cría sería molesta para las personas que trabajan cerca. Además, los grillos necesitan mayores espacios y una tapa para evitar que escapen. A pesar de que el grillo es una buena alternativa para investigar en el futuro, el gusano de la harina parece más adecuado para su cría en un FabLab.

El proceso de cría es sencillo. Lo primero que se necesita son tres recipientes con ventilación para dividir los gusanos en diferentes fases; además, de esta manera se puede evitar el contagio de enfermedades. Como es importante que la temperatura esté en un rango de 25 °C a 27 °C es necesario contar con una luz para reptiles y un termómetro para controlar la temperatura. Los *tenebrios* se alimentan de harina, avena, pan duro, maíz y otros cereales. Para su hidratación, es conveniente aportarles zanahorias, manzanas o patatas. Una vez se tiene todo el material listo; lo ideal es empezar con una colonia de, al menos, mil gusanos a los que se dejará cumplir su ciclo vital para su reproducción.

 GUSANO DE LA HARINA <i>Tenebrio Molitor</i>		 GRILLO DOMÉSTICO <i>Acheta domestica</i>	
Orden	Coleóptera	Orden	Orthoptera
Fase útil	Larvaria	Fase útil	Adulta
Tamaño	Larva: 1 mm - 30 mm Escarabajo: 15 - 20 mm	Tamaño	Macho: 18 - 23 mm Hembra: 20 - 30 mm
Proteína	52% de su peso	Proteína	62% de su peso
Ciclo de vida	6 meses	Ciclo de vida	3 meses
Cría	Sin complicaciones	Cría	El canto puede producir bastante ruido
Terrario	Recipientes con paredes de 10 cm con sustrato formado por el alimento	Terrario	Recipientes con paredes de 25- 35 cm y tapa con sustrato y hueveras apiladas
Alimentación	Harina o salvado	Alimentación	Harina o salvado y pienso
Hidratación	Verdura, fruta o patata	Hidratación	Verdura, fruta o bebederos
Temperatura	24°C - 30°C	Temperatura	24°C - 30°C
Humedad	> 40%	Humedad	40% - 50%
Iluminación	Sin luz, sufren fotofobia	Iluminación	Sin luz + recrear ciclos circadianos

FIGURA 4.5. CUADRO COMPARATIVO ENTRE *TENEBRIO MOLITOR* Y *ACHETA DOMESTICUS* (PUENTES, 2020).

4.5 STAKEHOLDERS

Los *stakeholders* o grupos interesados pueden tener un gran impacto en el éxito o fracaso del proyecto. Es este apartado se identificará los grupos interesados para AgroLab, se detectarán cuáles son los argumentos a favor y los argumentos en contra para cada grupo de interesados y, por último, se establecen unas directrices para la gestión de los grupos interesados. Esta información se ha recogido en la Tabla 4.1.

4.6 RECURSOS NECESARIOS

RECURSOS TANGIBLES

Para la realización de los proyectos se necesitan recursos, que se dividen en recursos genéricos y recursos específicos. Se han considerado recursos genéricos aquellos ya disponibles en el FabLab, estos son: ordenador, conexión a internet, suministros de luz y agua, herramientas de fabricación digital y herramientas de bricolaje. Los recursos específicos son todos aquellos dedicados exclusivamente al proyecto en cuestión.

En la Tabla 4.2 se recogen todos los sensores, actuadores y placas lógicas necesarias para poder empezar a realizar proyectos agro-tecnológicos. Con esos materiales se ha estimado que se podrá trabajar en cuatro proyectos simultáneamente. La Tabla 4.3 recopila todos los materiales necesarios para poder construir el huerto vertical. Para la automatización del huerto se emplearán recursos del subproyecto *AgroTech*. Por último, en la Tabla 4.4 se muestran los recursos para la construcción de la granja de insectos. El coste total de los materiales para el proyecto AgroLab se ha estimado en 1823,61 €.

TABLA 4.1. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS PROYECTO AGROLAB.

Interesado	Argumentos a favor	Argumentos en contra	Gestión de los interesados
FabLab UVa	Nuevas oportunidades de colaborar con la red. Nuevos usuarios. Captación de nuevos proyectos. El proyecto de ámbito ecológico promueve una buena imagen de marca. Trabajadores y usuarios pueden verse beneficiados de las cosechas del huerto vertical. Clima muy extremo para cultivar algunas especies.	Se trata de un proyecto que requiere una atención constante. Un Huerto Vertical de interior consume muchos recursos en forma de electricidad. La granja de insecto puede crear rechazo a algunos empleados. Los cambios y nuevos métodos pueden producir rechazo en los trabajadores.	Aprovechar la característica móvil para usar el huerto vertical en exterior aprovechando la temporalidad de las cosechas. Conseguir un equilibrio entre otros proyectos y AgroLab. Adecuar un espacio apartado y discreto para la cría de insectos.
Universidad de Valladolid	Oportunidad de que más ramas puedan aprovechar el FabLab UVa. Posibilidad de integrar huertos verticales en más edificios (Tejados o espacios del campus). Oportunidad de atraer talento en esta área.		Buscar colaboraciones entre el FabLab y la Universidad.
Red FabLab	Inspirar a otros FabLabs a formar un proyecto similar. El conocimiento adquirido por el FabLab UVa puede ser de interés para otros FabLabs.	Posibilidad de interceder en la actividad de otro FabLab.	Buscar oportunidades de colaboración para poder aportar en otros proyectos. Lanzar un proyecto propio de ámbito global centrado en la agrotecnología.
Usuarios FabLab	Oportunidad de aprender sobre un tema de interés comunitario. Oportunidad de aprovechar el conocimiento para aprovecharse de su propio huerto inteligente.		
Empresas agroalimentarias	Oportunidad de beneficiarse del conocimiento del FabLab UVa Beneficiarse de colaboraciones entre el FabLab UVa y la entidad.	Miedo de intrusismo en el sector. Rechazo a las nuevas tecnologías al ser un sector muy tradicional.	Realizar un planteamiento transparente de la actividad para que cualquier empresa de la industria agroalimentaria pueda acceder a los servicios de una manera fácil.

TABLA 4.2. RECURSOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO AGROTECH.

AgroTech				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Raspberry Pi 4 Smart Citizen KIT	1	119,00 €	119,00 €	(Seed Studio, 2022)
RaspBerry Pi 4 Smart Agriculture	1	114,90 €	114,90 €	(Seed Studio, 2022)
Grove Pi+	2	34,50 €	69,00 €	(Seed Studio, 2022)
Grove Base Shield	2	3,50 €	7,00 €	(Seed Studio, 2022)
Arduino Uno Rev 3	2	19,17 €	38,34 €	(Rs Online, 2022)
Sensor temperatura agua	4	8,30 €	33,20 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de luz	4	3,20 €	12,80 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de humedad y temperatura	4	6,40 €	25,60 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de CO2	2	17,50 €	35,00 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor Humedad + Co2 + Temperatura	1	65,90 €	65,90 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de presión	4	12,90 €	51,60 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de nivel de agua	4	7,60 €	30,40 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de caudal	4	6,90 €	27,60 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de composición atmosférica	2	38,40 €	76,80 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de PH	4	17,50 €	70,00 €	(Seed Studio, 2022)
Sensor de Conductividad	4	35,90 €	143,60 €	(Seed Studio, 2022)
Módulo Relé Cuádruple	2	22,00 €	44,00 €	(Seed Studio, 2022)
Diodos LED x20	1	5,00 €	5,00 €	(Seed Studio, 2022)
Electroválvula	4	5,32 €	21,28 €	(Amazon, 2022)
Total			991,02 €	

TABLA 4.3. RECURSOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO HUERTO VERTICAL INTELIGENTE.

Huerto Vertical Inteligente				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Tubo bajante PVC 250 x 6.5 cm	7	9,59 €	67,13 €	(Tu & Co, 2022)
Adhesivo PVC	1	12,72 €	12,72 €	(Amazon, 2022)
Tubo 6,5mm 10 metros	1	13,44 €	13,44 €	(AliExpress, 2022)
Perfil plano 6cm x 100cm	3	1,62 €	4,86 €	(Brico Ventana, 2022)
Estantería de metal con ruedas	1	239,00 €	239,00 €	(Expondo, 2022)
Luces LED para horticultura	5	12,59 €	62,95 €	(Lumistrips, 2022)
Controlador luces LED	1	30,90 €	30,90 €	(Lumistrips, 2022)

Cinta de doble cara resistente a la temperatura	1	8,99 €	8,99 €	(Amazon, 2022)
Empalme cables en T	1	10,59 €	10,59 €	(Amazon, 2022)
Cable 22awg 5m	1	10,98 €	10,98 €	(Amazon, 2022)
Depósito de agua 72L	1	70,30 €	70,30 €	(Promonautica, 2022)
Bomba de agua sumergible	1	69,90 €	69,90 €	(Amazon, 2022)
Conector rápido macho	3	1,74 €	5,22 €	(AliExpress, 2022)
Conector rápido hembra	1	2,24 €	2,24 €	(AliExpress, 2022)
Conector depósito	2	3,99 €	7,98 €	(Leroy Merlin, 2022)
Tubo PVC 20mm 2,5m	1	2,09 €	2,09 €	(Leroy Merlin, 2022)
Codo 90º 20mm	1	0,32 €	0,32 €	(Leroy Merlin, 2022)
Bridas para exterior	1	3,39 €	3,39 €	(Leroy Merlin, 2022)
Regleta de exterior	1	17,22 €	17,22 €	(Amazon, 2022)
Fuente de alimentación RaspBerry Pi	1	9,20 €	9,20 €	(Pc Componentes, 2022)
Conector en T 13 a 4 mm	4	1,70 €	6,80 €	(Brico Depor, 2022)
Conector recto 13 mm	2	3,03 €	6,06 €	(Amazon, 2022)
Tapones final 13 mm	2	0,55 €	1,10 €	(Brico Depot, 2022)
Manguera 13-16 mm	1	14,45 €	14,45 €	(Brico Depot, 2022)
Semillas Tomate	1	1,65 €	1,65 €	(Planeta Huerto, 2022)
Semillas Guisante	1	1,20 €	1,20 €	(Planeta Huerto, 2022)
Semillas Brócoli	1	1,45 €	1,45 €	(Planeta Huerto, 2022)
Semillas Pimiento	1	1,65 €	1,65 €	(Planeta Huerto, 2022)
Semillas Lechuga	1	1,35 €	1,35 €	(Planeta Huerto, 2022)
Esponja de germinación hidropónica	10	1,44 €	14,37 €	(AliExpress, 2022)
Pack Bandejas Germinación 5ud	2	5,70 €	11,40 €	(Planeta Huerto, 2022)
Nutrientes cultivo hidropónico	2	11,39 €	22,78 €	(Amazon, 2022)
Total			733,68 €	

TABLA 4.4. RECURSOS NECESARIOS PARA LA GRANJA DE INSECTOS.

Granja de insectos				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Cajonera de almacenamiento con ruedas	1	33,40 €	33,40 €	(Amazon, 2022)
Malla Mosquitera 1x2 m	1	1,88 €	1,88 €	(Macoglass, 2022)
Luz infrarroja	1	9,99 €	9,99 €	(FisioMarket, 2022)
Portalámpara	1	16,02 €	16,02 €	(Ibañez, 2022)
1000ud <i>Tenebrio Molitor</i>	1	12,00 €	12,00 €	(Alimentovivo.es, 2022)
Harina 1 KG	5	0,70 €	3,50 €	Genérico
4KG Avena	1	5,99 €	5,99 €	(Zoomalia, 2022)
1KG patatas	1	1,21 €	1,21 €	Genérico
Hueveras	5	0,00 €	0,00 €	Recicladas
Sustrato de terrario 20 L	1	19,20 €	19,20 €	(Tienda Animal, 2022)
Total			103,19 €	

RECURSOS INTANGIBLES

El principal recurso intangible es el personal; para la correcta implementación de los proyectos se ha estimado que se requerirán dos personas para un desarrollo óptimo del proyecto: *responsable* y *empleado*. También es necesario una formación específica para aprender a programar los microordenadores y a usar el *software* de gestión y análisis de datos.

Por otro lado, también se necesita emplear varias aplicaciones *software*. Existe una gran cantidad de *software*, como Azure FarmBeats, Amazon Web Services o Google Firebase, cuyos precios varían dependiendo de los servicios y cantidades contratadas. Casi todos cuentan con versiones para estudiantes o para desarrolladores que son de interés para familiarizarse con la plataforma. En concreto, en la Tabla 4.5 se recoge el *software* específico que se considera que es necesario para comenzar el proyecto en el FabLab UValladolid. El coste total estimado en *software* es de 500 € que puede variar según las necesidades.

TABLA 4.5. SOFTWARE NECESARIO PARA EL PROYECTO AGROTECH.

Software AgroTech				
Material	Uds.	Precio UD.	Precio Total	Referencia
MIT App Inventor	1	Gratuito	Gratuito	(MIT, 2022)
Google Firebase	1	Variable	Variable	(Google, 2022)
OpenRemote	1	Gratuito- Opción de Pago	Gratuito - Opción de Pago	(Open Remote, 2022)
Blynk App	1	Gratis para desarrolladores	Gratis para desarrolladores	(Blynk, 2022)
Azure FarmBeats	1	0,00 €	0,00 €	(Microsoft, 2022)
Amazon Web Services	1	Variable	Variable	(Amazon Web Services, 2022)
Arduino	1	Gratuito	Gratuito	(Arduino, 2022)
Node Red	1	Gratuito	Gratuito	(Node-Red, 2022)
Total (Estimado)			500,00 €	

4.7 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN

En este apartado se realiza una estimación del tiempo necesario para implantar AgroLab en el FabLab UVA. En la sección de recursos intangibles se han establecido un total de dos personas que trabajen en la implantación del proyecto. Asimismo, es recomendable que exista una figura de supervisor para revisar los resultados, aunque no participe directamente en el desarrollo de las actividades.

Para la elaboración del diagrama de Gantt se han considerado dos trabajadores, *trabajador* y *responsable*. Las tareas se han repartido entre los dos trabajadores para que la carga de trabajo sea casi equitativa. El *responsable* tiene asignada una carga de trabajo de 81 horas y el *empleado* de 75 horas.

En la Figura 4.6 se ha representado el diagrama de Gantt del proyecto AgroLab. Se ha propuesto como fecha de comienzo del proyecto el primer día hábil de octubre. El plazo estimado de finalización es de 29,38 días hábiles y se requieren un total de 156 horas de trabajo para su finalización. El plazo real para acabar la mayor parte de las tareas es de 23 días, ya que las últimas tareas solo son posibles tras el crecimiento de los brotes.

CAPÍTULO 5: UVa Recicla. Reciclaje de plástico. Propuesta del proyecto.

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se verá la propuesta de proyecto para *UVa Recicla*. El proyecto consiste en la implementación de un espacio local de reciclaje de plástico en el FabLab UValladolid. Se propone la creación de una red de recolección de plástico en varias escuelas y facultades de la Universidad de Valladolid; y de un espacio para el procesado y transformación de los desechos plásticos en el FabLab UVa.

El capítulo se divide en seis secciones principales. En la primera, sección 5.2, se da una visión general sobre el reciclaje local de plástico y los factores a considerar. En el apartado 5.3 se evalúan los beneficios de implantar este proyecto en el FabLab UVa. En la sección 5.4 se explica la misión y la visión del proyecto, y se realiza una propuesta de un plan técnico del proyecto. En el punto 5.5 se analizan los *stakeholders* y su gestión. La sección 5.6 recopila los recursos necesarios para conseguir el proyecto. Por último, en la sección 5.7 se presenta el cronograma propuesto para la ejecución del proyecto.

5.2 PUNTO DE PARTIDA

Como se expone en la sección 3.3.7, existe un gran problema mundial en la gestión de los residuos de plástico. Como respuesta, dentro de la red global de FabLabs han surgido iniciativas como Precious Plastic, orientadas a ofrecer una solución local a un problema global. También existen talleres orientados al reciclaje de electrodomésticos, aparatos electrónicos y otros objetos con la finalidad de buscarles una nueva vida y así reducir los desechos.

En este punto es adecuado definir el concepto de economía circular. Se trata de un sistema de aprovechamiento de recursos cuyo pilar son las cuatro “R”: reducir, reutilizar, reparar y reciclar (Ecolac, 2018). Este concepto es importante para entender la finalidad de este proyecto. Además de estos pilares fundamentales, este proyecto sustituye el reciclaje convencional por el reciclaje local; de esta manera, los desechos locales son transformados en nuevos recursos que permanecen en la comunidad.

La iniciativa Precious Plastic, vista en el apartado 3.3.7, ofrece la oportunidad de crear un centro local de reciclaje de plástico a cualquier persona o entidad. Estos lugares pueden consistir en un centro de recolección de plástico, una tienda de maquinaria, un taller de triturado, o talleres de extrusión, prensado o inyección. En esta sección se analizarán con más detalle las técnicas de reciclaje usadas en estos centros y talleres de reciclaje.

Antes de introducir el proceso, conviene explicar los dos tipos de plásticos que solemos encontrar en el día a día. El primer grupo son los termoestables; este tipo de plástico, al calentarse, forma fuertes enlaces covalentes que no pueden deshacerse al volverlos a calentar; como consecuencia este tipo de plásticos no funden con el calor, si no que se prenden. El segundo grupo, los termoplásticos, poseen cadenas unidas mediante fuerzas más débiles y gracias a esto se pueden fundir varias veces antes de degradarse; gracias a esta característica, se reciclan fácilmente (Coca Rebollero & Rosique Jimenez, 1984).

Por suerte, el 80% de los plásticos usados son termoplásticos, lo que significa que pueden ser reciclados y transformados (Precious Plastic, 2022). Para poder reciclar plástico localmente es importante que exista una red de recolección de plástico. En estos lugares (Figura 5.1) se recoge el plástico, que ha de estar limpio, seco y sin etiquetas. Para su recolección lo ideal es crear espacios cerca de lugares de interés, como centros comerciales, colegios y universidades, para que la gente se anime a reciclar. En estos espacios se habilitan diferentes contenedores para separar el material reciclado en función del tipo.



FIGURA 5.1. ESPACIO DE RECICLAJE (PRECIOUS PLASTIC, 2022).

La categoría de plástico se encuentra generalmente estampada en los objetos de plástico. En las botellas, yogures y otros envases; se suele encontrar un símbolo de reciclaje con un número en el interior, como los que aparecen en la zona inferior de la Figura 5.2. Cada número indica el tipo de plástico que se ha utilizado para fabricar dicho envase. Además, en la Figura 5.2 se indica la facilidad de reciclaje de cada categoría de plástico. Cabe mencionar que algunos plásticos pueden emitir gases nocivos durante su reciclaje.



FIGURA 5.2. CATEGORIZACIÓN DE LOS PLÁSTICOS Y FACILIDAD DE RECICLAJE (FREEPIK, 2022).

La asociación Precious Plastic recomienda el uso del *HDPE* (*High Density PolyEthylene*, Polietileno de alta densidad), *PP* (*Polypropylene*, Polipropileno) y *PS* (*Polystyrene*, Poliestireno) por sus propiedades. Dentro de la última categoría, otros plásticos, existen materiales que son fáciles de reciclar y de conformar, como el *ABS*, el *PLA* y el nailon; lamentablemente, se trata de plásticos difíciles de identificar, lo que complica su reciclaje. Posteriormente, el plástico ha de ser revisado y clasificado por colores para aumentar su valor. Es muy importante que en este punto no se deje pasar ningún plástico sucio o con etiquetas.

La siguiente fase del proceso es el triturado. Para esta etapa se necesita una trituradora cuyo tamaño y potencia dependerá de la cantidad de plástico que se necesite reciclar y del grosor final deseado. Existe la posibilidad de comprar una trituradora de uso industrial (opción más cara), comprar una trituradora de construcción *DIY* o fabricarla siguiendo alguno de los múltiples diseños de código abierto disponibles como la mostrada en la Figura 5.3. Además de la trituradora también se necesita el plástico recolectado y seleccionado en el proceso anterior y cajas para almacenar el plástico ya triturado.



FIGURA 5.3. TRITURADORA DISEÑADA POR PRECIOUS PLASTIC (PRECIOUS PLASTIC, 2022).

El plástico triturado se puede usar de diferentes formas. Puede ser extruido, también se pueden realizar diseños gracias a la inyección en moldes y, además, se pueden realizar planchas mediante el uso de una prensa hidráulica. Con imaginación se puede crear casi cualquier objeto; en la Figura 5.4 se presenta un muestrario de diferentes productos fabricados con plástico reciclado. Además de pequeños objetos hay personas que han sido capaces de fabricar patinetes (Mandin, 2022), guitarras (Whetham, 2022), ladrillos (Precious Plastic, 2020) e incluso un barco con el casco fabricado de plástico reciclado (Plastics Magazine, 2021).



FIGURA 5.4. PRODUCTOS HECHOS DE PLÁSTICO REUTILIZADO (PRECIOUS PLASTIC, 2022).

Por último, existen formas de emplear el plástico reciclado en impresoras 3D de tecnología *FDM*. El primer método consiste en emplear una impresora capaz de funcionar con *pellets* y plástico triturado, como la Gigabot X (Byard, Woern, Oakley, & Fiedler, 2019). El segundo método es fabricar filamento para impresora mediante la extrusión del plástico (Feeley, Wijnen, & Pearce, 2014). El segundo método resulta más adecuado para su implementación en un FabLab. Esta técnica permite emplear filamento hecho de plástico reciclado en las impresoras ya disponibles del FabLab y, además, podría ofrecerse a los usuarios del FabLab como alternativa al filamento estándar.

5.3 BENEFICIOS PARA EL FABLAB UVA

El reciclaje de plástico circular es un proyecto con una clara identidad social y orientado a reducir los desechos de plástico dentro de la comunidad. Gracias a esta naturaleza, promover un proyecto de estas características dará una buena imagen y publicidad al FabLab UVA.

Como ya ocurría con el proyecto AgroLab, este proyecto también está enfocado en la innovación sostenible; por este motivo, el proyecto también podrá beneficiarse de ayudas y programas, como LIFE. Este proyecto, además, tiene sinergias con proyectos ya existentes en el FabLab, como los Premios Prometeo o el AgroLab, que también podrá verse directamente beneficiado. Como ejemplo, se puede construir un espacio de cultivo íntegramente fabricado con plástico reciclado.

El proyecto permite reciclar el material propio usado en el FabLab UVA. Esto permitiría poder reutilizar el material que normalmente se desecha, como los diseños fallidos o los soportes de las impresiones mediante *FDM*. Además de contribuir a la reducción de la huella de carbono del FabLab, también se ahorrarán costes totales a largo plazo. El material reciclado por la comunidad puede contribuir a reducir los costes unitarios del material de impresión utilizado.

Este proyecto brinda al FabLab UVA la oportunidad de colaborar con otros FabLabs y centros con iniciativas sostenibles con características similares. El excedente de material también podría venderse en ventas locales o en bazares, como el de Precious Plastic (Precious Plastic, 2017), donde se venden productos, máquinas y material triturado.

Actualmente existen multitud de empresas, como Ecoalf (Ecoalf, 2022), Solteco (Solteco, 2022) o Mandlin (Mandin, 2022) que reutilizan el plástico para elaborar sus productos finales. La existencia de esta iniciativa puede habilitar al FabLab UVA a realizar

colaboraciones con empresas enfocadas en producir sosteniblemente y ayudar a favorecer la transferencia de conocimiento universidad-empresa.

Por último, un beneficio indirecto para el FabLab UVa es que la comunidad en la que se encuentra se verá beneficiada con este proyecto ya que se le dará una segunda vida al plástico desechado. Además, es posible que personas concienciadas con el medio ambiente se interesen en el proyecto y decidan colaborar activamente en él.

5.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

5.4.1 MISIÓN

Conseguir un centro de reciclaje local y autosuficiente que pueda dar utilidad a los residuos de plástico comunitarios. Reutilizar todos los desechos de plástico producidos en el FabLab UVa y conseguir un balance negativo de desechos de plástico. Fabricar productos de interés hechos de plástico reciclado mediante técnicas de conformado y de fabricación digital; para los proyectos del FabLab UVa y para la comunidad. Conseguir que el proyecto sea económicamente sostenible.

5.4.2 VISIÓN

Convertirse en un centro de referencia nacional de reaprovechamiento local de los recursos desechados y formar una red de reciclaje local en el seno de Castilla y León. Contribuir al avance sostenible mientras se promueve la innovación y el emprendimiento en Castilla y León.

5.4.3 PLAN TÉCNICO

En esta sección se propone el método de implantación de un proyecto local de reciclaje circular de plástico en el FabLab UVa. Se enfoca principalmente al reciclaje y a la concienciación dentro de la comunidad de la Universidad de Valladolid, aunque también se buscan vías de actuación en la comunidad local.

El primer paso para instaurar un centro de reciclaje local de plástico es establecer una metodología. Para ello hay que decidir varios aspectos como la localización de los centros de recogida, los tipos de plásticos que se van a reciclar y otros detalles como la elección de los contenedores de recolección, carteles de señalización y los medios de difusión del

proyecto. Después, hay que describir el método que se seguirá para el triturado del plástico. Por último, se detallará el plan para reutilizar el plástico triturado de la etapa previa.

Para la elección de los plásticos se ha tenido en consideración: su facilidad de recolección e identificación; su facilidad para el reciclado, la toxicidad de los gases durante el reciclado y el conformado; y la capacidad para ser transformado en productos finales. En la página *web* de Precious Plastic (Precious Plastic, 2022) se dan indicaciones sobre los plásticos más recomendables para tratar en un centro local de reciclaje. En los siguientes párrafos, se hace una selección basada en los criterios anteriores.

El primer plástico que se debe recolectar es el ácido poliláctico, *PLA*. Se trata de un plástico que se usa generalmente en las impresoras *3D* y aunque no es un plástico de uso cotidiano (categoría 7) es probable que algunas personas desechen su *PLA* de manera recurrente. Además, también se puede plantear colaborar con empresas locales para que aporten sus desechos de *PLA* al FabLab UVa.

El segundo plástico de interés para el reciclaje se trata del polietileno de alta densidad, *HDPE*. Su código de identificación es el 2. Este plástico es comúnmente utilizado para botellas de bebidas, garrafas de aceite de motor, botes de gel y champú, detergentes, juguetes y algunos tapones de botellas. Es un plástico seguro de fundir, aunque a veces puede venir acompañado de aditivos que no lo son. El *HDPE* también es fácil de fundir y de moldear (Precious Plastic, 2022).

El tercer plástico que se propone recolectar es el polietileno de baja densidad (*LDPE*, *Low-density polyethylene*). Su código de identificación es el 4. Este es el plástico del que se fabrica el papel de plástico, algunas bolsas e incluso algunas botellas blandas. Aunque no es óptimo para ser triturado, ya que suele encontrarse en forma de lámina; su reciclaje es interesante, ya que puede usarse para fabricar bolsas de mayor resistencia, estilo rafia, si se combinan varias capas de *LDPE*.

El último plástico clasificable y de interés para este proyecto se trata del polipropileno (*PP*, *Polypropylene*). Su código de identificación es el 5 y es uno de los plásticos más comunes. Generalmente, se usa para envases en contacto con alimentos como *tuppers*, envases de yogur y envases para salsas. Es un material fácil de reciclar y de conformar. Estas características convierten al *PP* en un plástico muy recomendable para empezar a reciclar.

Existen otros plásticos de interés para el reciclaje dentro de la categoría 7. Desafortunadamente, la identificación de estos plásticos es compleja. Algunos plásticos interesantes para el reciclaje dentro de esta categoría son el *ABS*, *PETG*, el *HIPS* (*High Impact Polystyrene*, poliestireno de alto impacto) y el nailon. Todos los plásticos

mencionados en este párrafo son de gran interés para el reciclaje en un FabLab ya que todos son aptos para usarse en una impresora *3D FDM*.

Una vez se han decidido los materiales que se van a reciclar, es el momento de decidir dónde y cómo se va a reciclar. Aprovechando que el FabLab Uva es parte de la estructura de la Universidad y para lograr una mayor eficiencia en la recolección del material se establecerán puntos de recogida en los principales centros del campus de Valladolid. Se situarán puntos de recolección en la Facultad de Educación y Trabajo Social, en el Aulario de la Facultad de Ciencias, en la Escuela de Ingenierías Industriales, en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, en el Aulario IndUVa, en la Facultad de Medicina, en la Facultad de Filosofía y Letras, en la Facultad de Comercio, en la ETS de Arquitectura y, por último, en el propio FabLab Uva.

Juntos, suman un total de diez puntos de recogida de plástico dentro del campus de Valladolid. También puede ser de interés implicar a los comercios locales para que separen su y entreguen sus residuos plásticos. Los espacios de reciclaje deberían asemejarse al espacio de la Figura 5.5; equipados con una bolsa para cada tipo de plástico y una etiqueta grande y visible para identificar cada contenedor. También es conveniente poner un panel informativo con distintivos del FabLab Uva; describiendo la iniciativa y dando a conocer el FabLab.



FIGURA 5.5. ESPACIO DE RECOLECCIÓN DE PLÁSTICO (PRECIOUS PLASTIC, 2020).

Una vez el plástico está correctamente separado es el momento de triturarlo. La alternativa más adecuada para este proyecto consiste en la fabricación de un triturador *DIY* basado en los diseños de código abierto compartidos por Precious Plastic (Precious Plastic, 2020). Los pasos de construcción están explicados en los diseños y también se proporcionan los modelos *CAD* para cortar mediante láser las piezas específicas. Además, se necesitan cajas de almacenaje transparentes para acumular la viruta resultante del triturado. La configuración deseada es similar a la de la Figura 5.6.



FIGURA 5.6. ESPACIO DE TRITURADO (PRECIOUS PLASTIC, 2020).

El plástico en virutas será la materia prima que alimentará el proceso productivo de este proyecto, visto a continuación. Existen tres métodos comúnmente utilizados para emplear las virutas de plástico. El primero, es la creación de planchas mediante prensado; se disponen las virutas de plástico en una cama caliente que posteriormente se prensa y crea una plancha de plástico comprimido. El segundo método es la inyección de plástico; consiste en un tornillo sin fin con una resistencia que funde el plástico para inyectarlo en un molde con la forma deseada.

Por último, el plástico se puede extruir; también se emplea un tornillo sin fin que hace pasar al plástico fundido hacia una abertura con la forma final que se desea obtener. Mediante la extrusión se consigue una estructura continua de plástico. El conformado por extrusión es de gran interés para implementar en un FabLab, con este método es posible obtener filamento para las impresoras 3D fabricado de plástico reciclado. En la Figura 5.7 se han recopilado las máquinas que en Precious Plastic han creado para el planchado, la inyección y la extrusión de plástico reciclado.

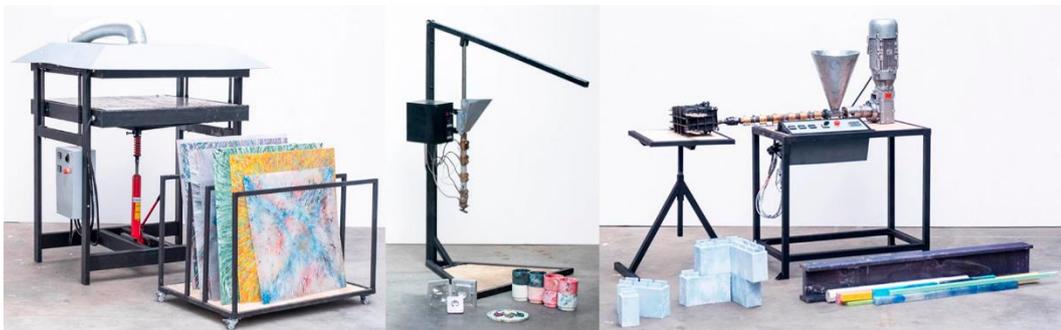


FIGURA 5.7. TECNOLOGÍAS DE PLANCHADO, INYECCIÓN Y EXTRUSIÓN (PRECIOUS PLASTIC, 2020).

Este proyecto propone implementar una máquina de inyección y una máquina de extrusión de filamento para impresoras 3D. La máquina de inyección se realizará siguiendo las indicaciones de construcción propuestas por Precious Plastic (Precious Plastic, 2020). Para la máquina de extrusión se ha elegido una máquina de extrusión de filamento para impresoras 3D comercial. Esta decisión se fundamenta en la complejidad de ajustar una máquina de extrusión *DIY* para conseguir las tolerancias de filamento requeridas para una impresora 3D. El modelo elegido para este fin es el ProtoCycler+ (Grinderless) (ReDeTec, 2022), de la empresa ReDeTec, representado en la Figura 5.8, gracias a su excelente diseño y a su software propio la configuración es sencilla. Además permite extruir varios tipos de plásticos.



FIGURA 5.8. EXTRUSOR DE FILAMENTO PROTOCYCLER+ (REDETEC, 2022).

5.5 STAKEHOLDERS

Es este apartado se identificará los grupos de interés para UVa Recicla, se detectarán cuáles son los argumentos a favor y los argumentos en contra para cada grupo de interesados y, por último, se establecen unas directrices para la gestión de los grupos interesados. Esta información se recoge en la Tabla 5.1.

5.6 RECURSOS NECESARIOS

RECURSOS TANGIBLES

En este apartado se han recopilado los materiales necesarios para realizar el proyecto. Se han dividido en cuatro apartados: espacios de recogida y elementos comunes, Tabla 5.2; trituradora, Tabla 5.3; e inyectora, Tabla 5.4. La máquina de extrusión de filamento elegida es la ProtoCycler+ (Grinderless) (ReDeTec, 2022), cuyo PVP es 2999,00 \$. El coste total en material para este proyecto se estima en 5671,82 €.

TABLA 5.1. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS EN EL PROYECTO UVA RECICLA.

Interesado	Argumentos a favor	Argumentos en contra	Gestión de los interesados
FabLab UVa	Ahorro de gastos. Oportunidad de conseguir financiación europea para proyectos sostenibles. Posibilidad de realizar nuevos proyectos.	Gran inversión inicial. Trabajadores reacios a adquirir nuevas tareas. El proyecto requiere mucha implicación. Se requiere bastante espacio para implantar el proyecto.	Elaborar un informe para evaluar el ahorro a largo plazo. Formar adecuadamente al personal para que la adaptación sea sencilla. Implementar el proyecto de la manera más compacta posible.
Universidad de Valladolid	Posibilidad de reciclar localmente sus desechos. Buena imagen para la entidad. Posibilidad de crear grupos de investigación en torno a la iniciativa. Sinergias con algunos grados universitarios.	Espacio ocupado por los centros de recolección.	Situar los centros de recolección en zonas con un amplio espacio. Buscar sinergias dentro de la oferta formativa de la UVa y diseñar talleres de colaboración.
Red FabLab	Difusión del movimiento FabLab. Posibilidad de colaborar con otros FabLab más fácilmente. Inspirar a otros FabLab a formar un proyecto similar.		Mantenerse en contacto con otros FabLab con iniciativas similares en búsqueda de nuevas vías de trabajo. Ofrecer nuestro 'saber hacer' a otros FabLabs interesados en implementar una iniciativa similar.
Usuarios FabLab	Motivación para poder plantear y llevar a cabo sus propios proyectos. Posibilidad de adquirir filamentos a precio reducido. Posibilidad de reciclar su propio material.		Ofrecer talleres para que los usuarios aprendan a utilizar las máquinas. Incentivar el reciclaje dentro del FabLab ofreciendo los servicios a precio reducido.
Usuarios UVa Recicla	Oportunidad de reciclar localmente. Capacidad de ver como sus desechos adquieren nueva vida. Posibilidad de participar activamente en el proyecto.	Más difícil que reciclar en un contenedor. Riesgo de no satisfacer las expectativas de los usuarios.	Informar adecuadamente a los interesados. Realizar talleres de reciclaje para concienciar a los usuarios. Diseñar incentivos para animar a las personas a colaborar.

TABLA 5.2. LISTA DE MATERIALES DE LOS ESPACIOS DE RECOGIDA Y LOS ELEMENTOS COMUNES.

Lista de materiales de los espacio de recogida y elementos comunes				
Material	Ud.	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Saco de rafia 60x60x60 cm 10 Ud	3	46,81 €	140,43 €	(Amazon, 2022)
Bolsa saco de jardín 150 L	9	7,99 €	71,91 €	(Leroy Merlin, 2022)
Tendedero con escuadra	30	5,33 €	159,90 €	(Amazon, 2022)
Cartel Roll-Up	10	49,10 €	491,00 €	(360imprimir, 2022)
Imprimir y plastificar carteles	30	0,50 €	15,00 €	Reprografía
Máscara con filtro de carbón activado	3	24,99 €	74,97 €	(Amazon, 2022)
Guantes anticorte	6	4,65 €	27,90 €	(Soloepis, 2022)
Guantes de protección	10	0,81 €	8,10 €	(Soloepis, 2022)
Gafas integrales	6	2,26 €	13,56 €	(Doloepis, 2022)
Gafas de protección	6	2,30 €	13,80 €	(Soloepis, 2022)
Extractor de humos con filtro	1	462,28 €	462,28 €	(Farnell, 2022)
Total			1.478,85 €	

TABLA 5.3. LISTA DE MATERIALES DEL TRITURADOR.

Lista de materiales del triturador				
Material	Ud.	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Kit triturador V 3.3	1	450,00 €	450,00 €	(Precious Plastic Capi, 2022)
Motor monofásico 2,2Kw 3CV 230V	1	183,11 €	183,11 €	(Adajusa, 2022)
Caja de control con paro de emergencia	1	23,29 €	23,29 €	(Amazon, 2022)
Caja de conexiones	1	25,77 €	25,77 €	(Automation24, 2022)
Indicador luminoso LED	1	3,95 €	3,95 €	(Bricomart, 2022)
Tubo cuadrado acero laminado (1 m)	13	8,45 €	109,85 €	(Bricomart, 2022)
Rueda giratoria con freno	4	8,45 €	33,80 €	(Brico Depot, 2022)
Total			829,77 €	

TABLA 5.4. LISTA DE MATERIALES DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN.

Lista de materiales de la máquina de inyección				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Plancha acero 1 mm m2	0,25	67,60 €	16,90 €	(Brico Depot, 2022)
Tubo redondo 34x26x4mm	0,53	10,00 €	5,30 €	(Manxa ferros, 2022)
Pletina acero 20x3 mm	0,18	4,58 €	0,82 €	(Brico Depot, 2022)
Pletina acero 30x4 mm	1,525	6,38 €	9,73 €	(Brico Depot, 2022)
Tubo redondo 25x2 mm	0,53	6,38 €	3,38 €	(Brico Depot, 2022)
Tubo cuadrado 30x30x3 mm	5,7	9,08 €	51,76 €	(Incafe, 2022)
Perfil en L 30x30x3	0,16	6,46 €	1,03 €	(Leroy Merlin, 2022)
Plancha de madera	1	2,00 €	2,00 €	Tienda de bricolaje
Caja de control con paro de emergencia	1	23,29 €	23,29 €	(Amazon, 2022)
Caja de conexiones	1	25,77 €	25,77 €	(Automation24, 2022)
Indicador luminoso LED	1	3,95 €	3,95 €	(Bricomart, 2022)
Relé Estado Sólido 2-24V	2	7,95 €	15,90 €	(Electrónica Embajadores, 2022)
Termopar Tipo K	2	28,50 €	57,00 €	(Omega, 2022)
Calentador de banda 220V 190W	4	52,36 €	209,44 €	(RS online, 2022)
Controlador PID Temperatura 0-400 °C	2	36,18 €	72,36 €	(Automation24, 2022)
Cableado	5	0,50 €	2,50 €	Ferretería
Total			501,13 €	

RECURSOS INTANGIBLES

En los recursos intangibles se encuentra el personal necesario para completar el proyecto. Los recursos humanos necesarios para este proyecto son: un *responsable*, encargado de las tareas más importante y de coordinar el proyecto; un *empleado*, cuya función es dar apoyo al responsable y encargarse de otras tareas de menor responsabilidad; por último, se ha introducido un *soldador*, debido a que en ciertas fases del proyecto hay que ensamblar las partes mediante soldadura.

Además, es importante impartir al *responsable* y al *empleado* una formación adecuada sobre el reciclaje de plásticos, con especial énfasis en la seguridad. La Precious Plastic Academy (Precious Plastic, 2019) es un buen punto de partida para esta formación. El último recurso intangible a considerar es el software gratuito para la máquina de extrusión (ReDeTec, 2020). Además, se puede obtener un manual y más información sobre su funcionamiento en la sección de guías y manuales en la web de ReDeTec (ReDeTec, 2020).

5.7 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN

En la Figura 5.9 está representado el cronograma de implantación propuesto para el proyecto UVa recicla. El horario de trabajo considerado ha sido el mismo que el del FabLab UVa, de 9 h a 14 h de lunes a viernes. La duración total del proyecto se ha estimado en 14,5 días naturales. El cómputo de horas ha sido de 59,5 horas para el *responsable*, 54 horas para el *empleado* y 7 horas para el *soldador*.

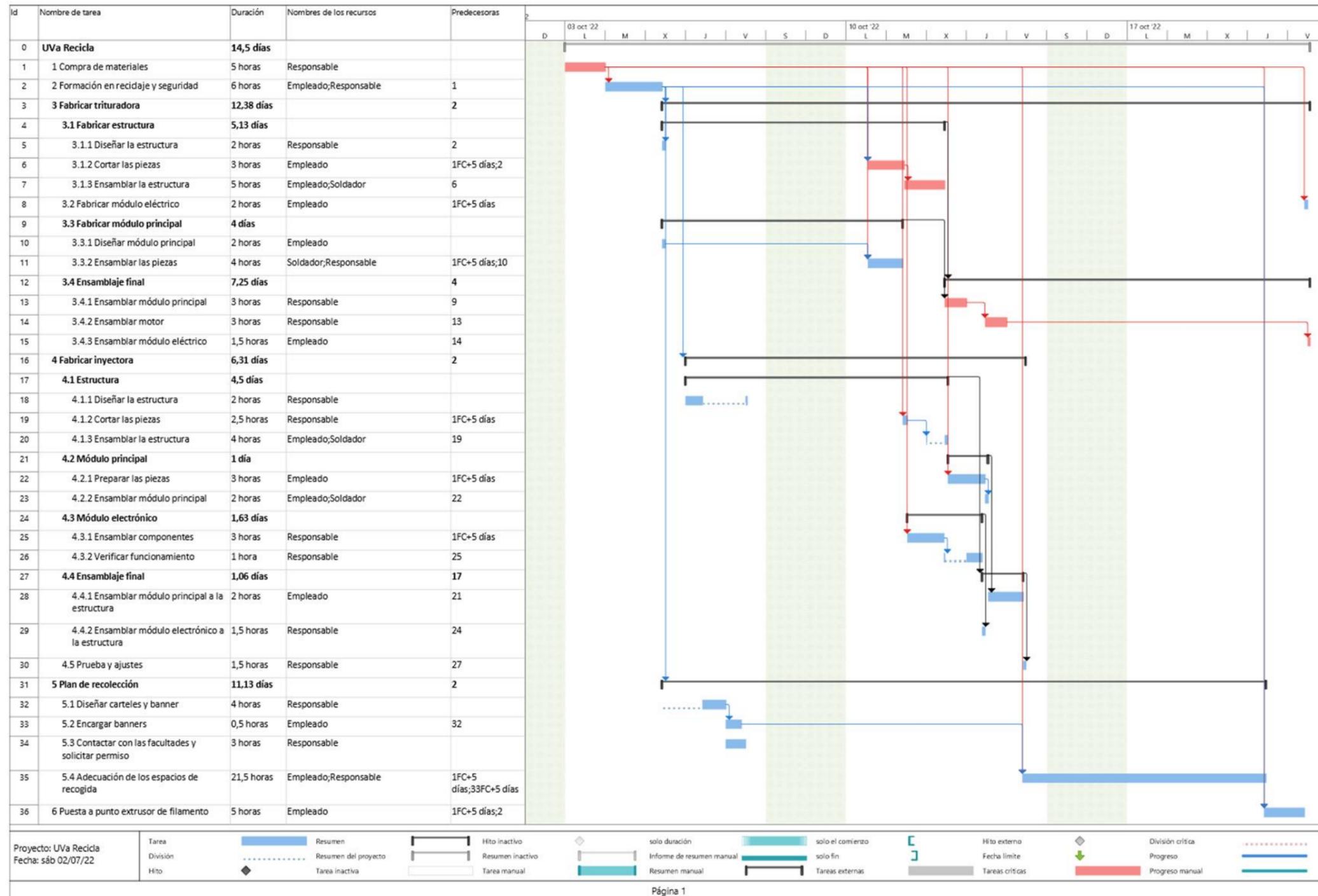


FIGURA 5.9. CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN PROPUESTO PARA UVA RECICLA.

CAPÍTULO 6: TexLab. Laboratorio Textil. Propuesta del proyecto.

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detalla la propuesta de implantación de un laboratorio textil en el FabLab UVa. El capítulo comienza con la sección 6.2, donde se explican los campos en los que trabajan varios laboratorios textiles. En la sección 6.3 se exponen los beneficios del proyecto para el FabLab UVa.

En la sección 6.4 se precisan la misión, la visión del proyecto y en el apartado 6.4.3 se detalla la propuesta del plan técnico del proyecto. A continuación, en el apartado 6.5 se definen los grupos interesados, sus consideraciones y su plan de gestión. En la sección 6.6 se recogen los recursos tangibles e intangibles necesarios para la consecución del proyecto. Finalmente, se propone un cronograma de implantación en el punto 6.7.

6.2 PUNTO DE PARTIDA

Actualmente existen varias áreas en las que se pueden trabajar en un laboratorio textil. Una de las ramas que ha cobrado más importancia en los últimos años es la fabricación aditiva en la industria textil. Por otro lado, se estudian las aplicaciones de usar sensores y actuadores blandos en las prendas inteligentes o *e-textiles*. Un tercer ámbito que cobra importancia en los laboratorios textiles consiste en el estudio de biomateriales y nuevos tejidos.

La impresión aditiva ha cobrado relevancia dentro de la industria textil en los últimos años debido, en gran medida, a la amplia cantidad de posibilidades que ofrece esta tecnología. Actualmente se están explorando diversas técnicas dentro de este sector, como la *bio-impresión* con materiales blandos y *bio-compatibles*, la optimización de la fabricación aditiva mejorando la velocidad de impresión, mejoras en la resolución, reducción de costes y combinación de la tecnología con métodos tradicionales (Berihum, Ahrendt, & Kyosev, 2020).

Los usos más comunes de la impresión 3D incluyen la combinación de tejidos tradicionales con elementos impresos en 3D para aumentar la rigidez de la prenda manteniendo la transpirabilidad y cierta flexibilidad; estas características son de especial interés para prendas protésicas como las de la Figura 6.1. Además, existen áreas de investigación como los materiales 4D, que consisten en materiales capaces de reaccionar a un factor externo, como la temperatura o la fuerza, y variar así su estructura. También es de especial interés la creación de estructuras flexibles que permiten la creación de prendas fabricadas íntegramente mediante fabricación aditiva (Berihum, Ahrendt, & Kyosev, 2020).



FIGURA 6.1. COMBINACIÓN DE TEXTILES CON MATERIALES FLEXIBLES E IMPRESOS EN 3D (BERIHUM, AHRENDT, & KYOSEV, 2020).

Los textiles inteligentes, también conocidos como *e-textiles* consisten en prendas que incluyen una serie de sensores y actuadores con la finalidad de aplicar electrónica a las prendas. Se trata de un área multidisciplinar que combina diferentes ciencias y tecnologías. Las ciencias involucradas incluyen ciencia de materiales, física, matemáticas, ingeniería eléctrica, telecomunicaciones, nanotecnología y diseño textil. Respecto a las tecnologías involucradas, los *e-textiles* son una combinación de textil, circuitos electrónicos y microprocesadores (Schwarz, Van Langenhove, Guermontprez, & Deguillemont, 2010).

La Figura 6.2 representa una estimación de mercado *e-textil* desde el año 2014 hasta el 2024. Uno de los datos de interés recogidos en esta estimación es la cuota de mercado por área de aplicación. Se estima que la cuota de mercado de los *e-textiles* en sanidad es del 18,5% y un 28% en el sector militar. También destacan sus aplicaciones en arquitectura, transporte y ropa deportiva, cuyos porcentajes exactos no están reflejados en el estudio (Kazini, Lutz, Malik, & Mazari, 2020). Se espera que el sector de los *e-textiles* deportivos sea el de mayor crecimiento durante el periodo del estudio.

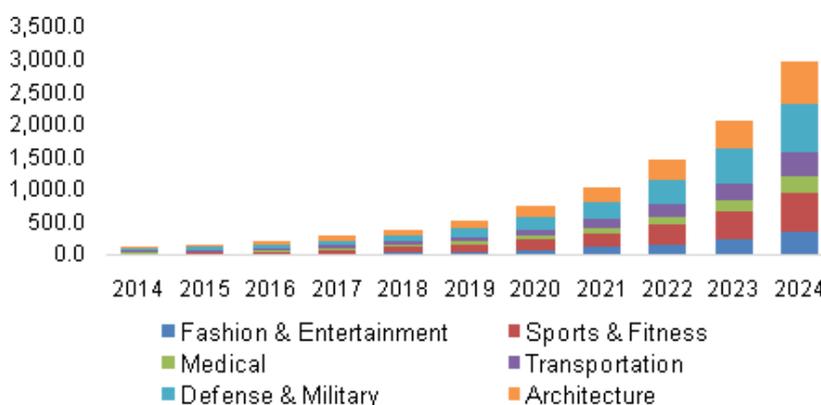


FIGURA 6.2. ESTIMACIÓN DE MERCADO PARA LOS E-TEXTILES, EN MILLONES DE DÓLARES (KAZINI, LUTZ, MALIK, & MAZARI, 2020).

En el estudio también se ha estimado una cuota de mercado del 30% para Europa y un 40% en América del Norte. Además, se prevé un crecimiento en el sector del 35% anual hasta 2024. La tecnología más usada en los *e-textiles* son los *bio-sensores*, con una presencia del 48,7% (Gold Stein Research, 2019).

En el ámbito deportivo los *e-textiles* ya se implementan para diversas funciones. Se emplean *bio-sensores* para la monitorización de diferentes constantes vitales o para analizar los movimientos y poder así perfeccionar la técnica. También existen prendas con airbag que se activa en caso de accidente o abrigos para actividades acuáticas que se inflan a modo

de salvavidas. También son de especial interés las prendas capaces de adaptar la temperatura a las necesidades del cuerpo en ese momento (Gold Stein Research, 2019).

En la medicina también se emplean las prendas con *bio-sensores* para la monitorización de constantes vitales, con la diferencia de que en este caso los requisitos técnicos son más exigentes al tratarse de prendas que en muchos casos sirven para diagnosticar una enfermedad. En este campo también se están desarrollando tejidos inteligentes que ayudan a reducir las inflamaciones y a curar las heridas mediante la aplicación de ungüentos y la absorción del exceso de humedad. En esta misma dirección también se han desarrollado textiles capaces de aplicar fármacos por vía cutánea (Oguz, 2020).

La investigación de *bio-materiales* en un laboratorio textil consiste en la búsqueda de nuevas formas de obtener tejidos más sostenibles, con mejores propiedades técnicas y sus aplicaciones. Algunos ejemplos de avances en este ámbito son los tejidos fabricados a base de una proteína obtenida de la seda de araña, cuero de hongos y diferentes fibras, como la de plátanos, naranjas o piñas (Duffó, 2012).

6.3 BENEFICIOS PARA EL FABLAB UVA

Un impacto positivo de este proyecto es la posibilidad de colaborar en proyectos y trabajos de fin de estudios con los diferentes grados como el Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, el Grado en Fisioterapia, el Grado en Ingeniería Biomédica, el Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, el Grado en Medicina o el Grado en Óptica y Optometría.

El TexLab cuenta con sinergias con otros proyectos del FabLab UVA. Por ejemplo, se podrían fabricar prendas de plásticos reciclados mediante los métodos de UVA Recicla; los cultivos del AgroLab pueden emplearse para la investigación de nuevos materiales en el *bio-laboratorio*; o se pueden crear prendas con sensores para mejorar la vida de las personas mayores en el proyecto MOAI Labs.

Este proyecto también permitirá colaborar con empresas del sector textil y, de este modo, ampliar la red de transferencia de conocimiento universidad-empresa. Asimismo, abrirá el abanico de posibilidades para los emprendedores que deseen materializar sus proyectos en el FabLab UVA.

La implementación de un FabLab textil creará, además, nuevas oportunidades de colaboración con otros laboratorios de la red FabLab. El proyecto también generará una oportunidad para atraer a público diferente.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

6.4.1 MISIÓN

Crear un espacio donde los usuarios puedan crear e innovar gracias a la combinación de las nuevas tecnologías con los materiales textiles. Colaborar con los grados impartidos en la Universidad de Valladolid para crear proyectos transformadores en los ámbitos de la creación sostenible y de la monitorización de bio-datos. Mejorar la vida de las personas a través de la implementación tecnológica en sus prendas de uso diario.

6.4.2 VISIÓN

Convertirse en referencia de la transformación de los métodos productivos de la industria textil hacia unos más sostenibles. Atraer empresas textiles a la región de Castilla y León interesados en producir de una forma local y sostenible.

6.4.3 PLAN TÉCNICO

La ventaja de este proyecto radica en su simplicidad. Para este proyecto no será necesaria la construcción de maquinaria *DIY* ni la gestión de un plan de actuación. Sin embargo, es importante definir adecuadamente los campos que abarcará el proyecto. Además, será de especial importancia la correcta elección de materiales, *software*, formaciones y bibliografía de consulta.

El TexLab contará con tres ámbitos principales. El primero, *e-textiles*, consiste en la aplicación de sensores, actuadores a los textiles y el análisis de bio-datos. Se centrará en sus aplicaciones orientadas al deporte y a la medicina. El segundo ámbito es la creación de estructuras textiles a partir de diseños tridimensionales y de materiales reciclados. Por último, se creará un laboratorio textil para investigar nuevos materiales, técnicas, aplicaciones y bio-tintes.

Primero, se creará un laboratorio textil con herramientas compartidas. Se elegirán las herramientas tomando como referencia las mismas empleadas para impartir Fabricademy, ya vistas en el apartado 3.3.4. Los tipos de herramientas necesarias se enumeran a

CAPÍTULO 6:

continuación: máquina de coser industrial, una máquina de coser digital, una máquina de tejer, materiales *e-textil* (hilos conductores, motores de mini vibración...) y material tradicional de costura.

A continuación se describe lo necesario para cada subproyecto. El primer ámbito, *e-textiles* se centrará en los siguientes temas: tejidos, fibras y tintas conductoras; *wereables*, robótica blanda y parches electrónicos (Figura 6.3). Es recomendable que la persona encargada de esta sección posea conocimientos de electrotécnica, electrónica, costura y programación.

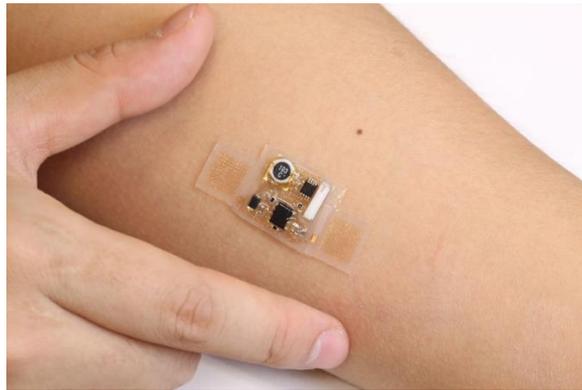


FIGURA 6.3. PARCHÉ ELECTRÓNICO EN UN BRAZO (ROGERS, 2014).

En el segundo ámbito, creación de estructuras textiles a partir de diseños tridimensionales y de materiales reciclados, se abordarán talleres de cuerpos digitales, costura impresa en 3D (Figura 6.4), moda circular de código abierto y fabricación de telas con plástico reciclado; y fabricación textil multidisciplinar (textiles en otros campos diferentes a la moda). Para esta sección se recomienda que la persona encargada tenga conocimientos sobre fabricación digital, ciencia de materiales y costura.



FIGURA 6.4. ZAPATILLA IMPRESA EN 3D HECHA DE RESIDUOS MARINOS (ADIDAS, 2022).

Por último, el *bio-laboratorio* será el lugar donde se investigarán nuevos materiales, se hará ingeniería inversa, para poder recrear materiales de interés; se estudiarán y se elaborarán los *bio-tintes* y se estudiarán *bio-materiales*. Para esta sección sería conveniente contar con una persona con conocimientos en bioquímica y en biotecnología. También se puede colaborar con el Instituto de Bioeconomía de la UVA (Instituto de Bioeconomía UVA, 2019) donde trabajan en proyectos similares desde 2019. En la Figura 6.5 se esquematiza y se amplía la información de las actividades que abarcará en TexLab.

Como se ha visto en esta sección, la creación de un laboratorio textil no requiere de un gran plan de proyecto, pero es recomendable contar con personal altamente cualificado para poder sacar el máximo provecho del laboratorio textil. Por ello, la formación impartida a los encargados del proyecto juega un rol fundamental. Un buen punto de partida es la página de tutoriales de Fabricademy (Fabricademy, 2018), donde se encuentran más de cincuenta horas en vídeo de material didáctico de acceso gratuito.

También es de interés recopilar una amplia base de material de consulta como libros y guías especializados en la fabricación digital de textiles. Otra manera de adquirir conocimientos es aprovechar la red de FabLabs para aprender de los métodos y proyectos que desarrollan en otros FabLabs con más experiencia en la creación digital de textiles. Por último, se puede aprovechar la red universitaria de la UVA y ponerse en contacto con departamentos interesados en realizar proyectos y trabajos de fin de estudios en este ámbito.

6.5 STAKEHOLDERS

Es este apartado se identifican los grupos de interés para el TexLab y se definen cuáles son los argumentos a favor y los argumentos en contra para cada grupo de interesados. Por último, se establecen unas directrices para la gestión de los grupos interesados. Toda esta información se ha sintetizado en la Tabla 6.1.

Además, el TexLab por sí solo no tiene un gran valor, por lo que es preciso determinar cuál será el público objetivo del proyecto, ya que serán los que aporten el valor añadido. En particular, estos grupos serán: artesanos, artistas, biólogos, diseñadores, químicos, emprendedores, diseñadores de moda, *makers*, investigadores y profesores.

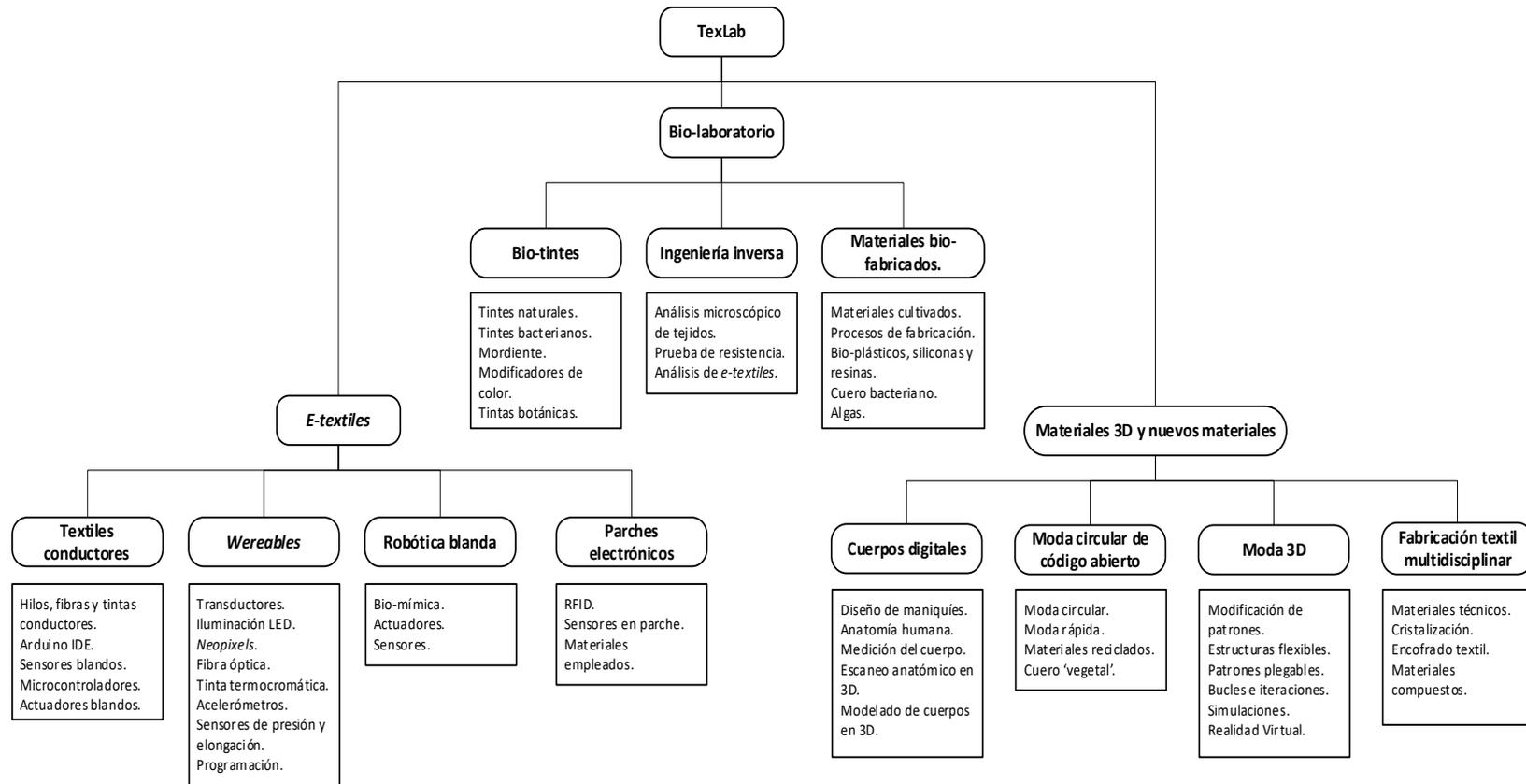


FIGURA 6.5. ESQUEMA DE LAS ACTIVIDADES DEL TEXLAB.

TABLA 6.1. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS EN EL PROYECTO TEXLAB.

Interesado	Argumentos a favor	Argumentos en contra	Gestión de los interesados
FabLab UVa	Posibilidad de realizar nuevos proyectos. Oportunidad de beneficiarse de nuevas colaboraciones. Nuevo campo de investigación.	Gran inversión inicial. Trabajadores reacios a adquirir una formación.	Formar adecuadamente al personal para que la adaptación sea sencilla. Diseñar colaboraciones con otros FabLabs que puedan enseñarnos su <i>saber hacer</i> .
Universidad de Valladolid	Posibilidad de crear grupos de investigación en torno a la iniciativa. Sinergias con algunos grados universitarios. Proyecto vanguardista y con vistas de futuro.		Buscar sinergias dentro de la oferta formativa de la UVa y diseñar talleres de colaboración. Ofrecer prácticas de empresa a los alumnos de los grados compatibles.
Red FabLab	Posibilidad de colaborar con otros FabLab más fácilmente. Inspirar a otros FabLab a formar un proyecto similar.	Posibilidad de interferir en la actividad de otro FabLab, como el de la Escuela Superior de Diseño (ESI).	Mantenerse en contacto con FabLab con iniciativas similares en busca de nuevas vías de trabajo. Centrar nuestra actividad en el ámbito tecnológico, innovador y formativo para no interferir con la parte de diseño. Buscar colaboraciones con la ESI, donde ellos aporten la parte de diseño y el FabLab UVa la parte tecnológica.
Empresas locales	Oportunidad de aprovechar el conocimiento del FabLab UVa para desarrollar sus productos.		
Usuarios FabLab	Motivación para poder plantear y llevar a cabo sus propios proyectos. Más posibilidades de creación digital.		Ofrecer talleres para que los usuarios aprendan de creación digital textil.

6.6 RECURSOS NECESARIOS

RECURSOS TANGIBLES

Los materiales son fundamentales para implementar un FabLab textil; por ello, se han elaborado cinco listas con los recursos necesarios. La Tabla 6.2 recopila los materiales necesarios para todas las áreas del laboratorio textil. En la Tabla 6.3 se muestran los materiales necesarios para poder desarrollar proyectos *e-textiles*. Por otro lado, sección de estructuras textiles tridimensionales y de plásticos reciclados no necesita de recursos específicos. Por último, los materiales necesarios para el *bio-laboratorio* se presentan en Tabla 6.4. El coste total de los materiales es de 5755,42 €.

TABLA 6.2. LISTA DE RECURSOS GENÉRICOS PARA TEXLAB.

Lista de recursos genéricos				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Máquina de coser industrial - RHINO RH-90711 DBx1	1	519,99 €	519,99 €	(La Canilla, 2018)
Máquina de coser digital - Brother CS70S	1	279,00 €	279,00 €	(La Canilla, 2018)
Máquina de tejer	1	85,99 €	85,99 €	(Amazon, 2019)
Plancha de calor	1	~	~	FabLab UVa
Cortadora térmica HSG	1	129,99 €	129,99 €	(La Canilla, 2016)
Agujas de costura a mano	1	1,80 €	1,80 €	(La Canilla, 2018)
Pegamento en barra al agua	1	5,95 €	5,95 €	(El costurero mágico, 2018)
Aceite máquina de coser 1L	1	8,49 €	8,49 €	(La Canilla, 2020)
Alfileres	1	4,99 €	4,99 €	(La Canilla, 2018)
Imperdibles	1	6,99 €	6,99 €	(La Canilla, 2018)
Base de corte	4	14,24 €	56,96 €	(La Canilla, 2018)
Cúter rotativo	2	19,99 €	39,98 €	(La Canilla, 2021)
Descosedor	3	1,09 €	3,27 €	(La Canilla, 2018)
Enhebrador	2	1,19 €	2,38 €	(La Canilla, 2015)
Organizador 9 compartimentos	1	18,99 €	18,99 €	(La Canilla, 2018)
Cinta métrica	3	3,49 €	10,47 €	(La Canilla, 2021)

Cortahilos	2	3,49 €	6,98 €	(La Canilla, 2021)
Broche a presión de latón	5	3,99 €	19,95 €	(La Canilla, 2020)
Goma EVA	2	7,99 €	15,98 €	(Amazon, 2019)
Espuma de alta densidad	10	5,74 €	57,40 €	(Stoklasa, 2022)
Cartón	~	~	~	Reciclado
Cartulina	1	16,10 €	16,10 €	(Amazon, 2021)
Algodón	10	10,90 €	109,00 €	(Amazon, 2016)
Tela de cáñamo	10	9,56 €	200,00 €	(Gran Velada, 2022)
Lino	5	15,00 €	75,00 €	(Textiles Torcal, 2021)
Tela Termoadhesiva	2	6,99 €	13,98 €	(Amazon, 2019)
Fieltro sintético	5	16,99 €	84,95 €	(Servei estació, 2022)
Fieltro natural	5	3,00 €	15,00 €	(Lanas Garla, 2019)
Neopreno	5	16,85 €	84,25 €	(I love telas, 2020)
Cuero curtido vegetal	5	15,23 €	76,15 €	(Amazon, 2019)
Consumibles Varios	~	200,00 €	200,00 €	(La Canilla, 2015)
Máquina de coser industrial - RHINO RH-90711 DBx1	1	519,99 €	519,99 €	(La Canilla, 2018)
Total			2149,98 €	

TABLA 6.3. LISTA DE MATERIALES E-TEXTIL.

Lista de materiales <i>e-textil</i>				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Multímetro	2	13,96 €	27,92 €	(Amazon, 2021)
LilyPad ProtoSnap Plus Kit	2	66,00 €	132,00 €	(Ultra Lab, 2021)
Arduino Uno	4	23,00 €	92,00 €	(Arduino Store, 2021)
Neopíxeles Flora cosibles	4	10,45 €	41,80 €	(Ultra Lab, 2018)
ATtiny85	4	10,49 €	41,96 €	(Amazon, 2020)
Adafruit GEMMA	4	12,90 €	51,60 €	(Ultra Lab, 2015)
LilyPad FTDI Basic Breakout – 5V	3	18,83 €	56,49 €	(Ultra Lab, 2018)

CAPÍTULO 6:

Tela conductiva elástica	1	47,00 €	47,00 €	(Ultra Lab, 2021)
Tela fe fibra óptica	1	41,00 €	41,00 €	(Ultra Lab, 2019)
Tejidos conductivos	5	13,50 €	67,50 €	(Ultra Lab, 2019)
Hilos conductivos	2	16,50 €	33,00 €	(Ultra Lab, 2020)
Tela sensible a la humedad	3	12,00 €	36,00 €	(Ultra Lab, 2020)
Tinta conductora	2	9,50 €	19,00 €	(Ultra Lab, 2017)
LED 3mm	50	0,13 €	6,50 €	(Ultra Lab, 2022)
Goma sensible a la elongación	2	13,20 €	26,40 €	(Ultra Lab, 2015)
Velcro conductivo	4	7,60 €	30,40 €	(Ultra Lab, 2015)
Interruptor LilyPad de SparkFun	4	3,50 €	14,00 €	(Ultra Lab, 2021)
Tela sensible a la presión	4	16,80 €	67,20 €	(Ultra Lab, 2019)
Cinta de cobre	2	5,70 €	11,40 €	(Ultra Lab, 2019)
Cinta aislante	1	11,99 €	11,99 €	(Amazon, 2020)
Motor de vibración	3	5,30 €	15,90 €	(Ultra Lab, 2019)
Altavoces	1	25,95 €	25,95 €	(Brico Geek, 2018)
Joystick FeatherWing	3	8,08 €	24,24 €	(Brico Geek, 2019)
Adafruit TFT FeatherWing	1	39,95 €	39,95 €	(Brico Geek, 2018)
Sensor de luz	1	12,00 €	12,00 €	(Ultra Lab, 2019)
Batería 150 mAh	3	14,99 €	44,97 €	(Ultra Lab, 2019)
Adafruit Feather M0 WiFi	1	33,71 €	33,71 €	(Brico Geek, 2018)
Cables	1	8,99 €	8,99 €	(Amazon, 2011)
Tablero para electrónica 5 Ud.	1	13,49 €	13,49 €	(Amazon, 2018)
Pinza Cocodrilo	1	11,38 €	11,38 €	(Amazon, 2022)
Kit Workshop Base con Arduino Uno	3	60,00 €	180,00 €	(Ultra Lab, 2018)
Estación de soldadura	1	32,99 €	32,99 €	(Amazon, 2019)
Total			1298,73 €	

TABLA 6.4. LISTA DE MATERIALES DEL *BIO-LABORATORIO*.

Lista de materiales del <i>bio-laboratorio</i>				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio Total	Referencia
Balanza de precisión	1	119,00 €	119,00 €	(Flintec.es, 2016)
Agitador magnético con placa calefactora	1	289,99 €	289,99 €	(Amazon, 2020)
Vaso graduado	5	8,65 €	43,25 €	(Vidra FOC, 2016)
Probeta 25 ML	1	11,40 €	11,40 €	(Vidra FOC, 2017)
Matraz Erlenmeyer 50 ml	5	31,83 €	159,15 €	(Vidra FOC, 2019)
Tubo de ensayo con aforo	10	4,58 €	45,80 €	(Vidra FOC, 2018)
Vidrio de reloj	10	2,98 €	29,80 €	(Vidra FOC, 2018)
Porta pipetas	1	22,25 €	22,25 €	(Vidra FOC, 2015)
Pipeta 150 mm	5	7,68 €	38,40 €	(Vidra FOC, 2018)
Medidor de PH	1	37,99 €	37,99 €	(Todoelectrónica, 2021)
Batidora	1	36,90 €	36,90 €	(Amazon, 2020)
Agua destilada 3Ud.	2	21,99 €	43,98 €	(Amazon, 2016)
Glicerina	2	10,17 €	20,34 €	(Amazon, 2020)
Termómetro de varilla	2	3,67 €	7,34 €	(Vidra FOC, 2018)
Quemador Bunsen	1	27,39 €	27,39 €	(Amazon, 2020)
Soporte quemador Bunsen	1	13,69 €	13,69 €	(Amazon, 2018)
Bio-resina 1 L + 1 L	1	37,00 €	37,00 €	(Gran Velada, 2014)
Bio-silicona 1L	1	39,41 €	39,41 €	(Maese Pau, 2018)
Gelatina 1 Kg	1	25,00 €	25,00 €	(Gran Velada, 2014)
Almidón 1 Kg	1	32,00 €	32,00 €	(Gran Velada, 2014)
Vinagre 5L	1	11,00 €	11,00 €	(Bio Vinegar, 2018)
Pigmentos	1	33,95 €	33,95 €	(Fruugo, 2019)
Carbonato de sodio	1	3,90 €	3,90 €	(Gran Velada, 2014)
Alumbre 1 Kg	1	16,60 €	16,60 €	(Gran Velada, 2014)
Cremor tártaro 500 g	2	8,00 €	16,00 €	(Gran Velada, 2014)
Goma arábica 1Kg	1	30,00 €	30,00 €	(Gran Velada, 2014)

Etanol 96% 1 L	3	5,06 €	15,18 €	(Salunatur, 2020)
Tintes bacterianos	~	~	100,00 €	~
Total			1306,71 €	

RECURSOS INTANGIBLES

En este proyecto existen tres tipos de recursos intangibles. El primero son los recursos humanos; para este proyecto se necesita una persona encargada del bio-laboratorio y otra persona con conocimientos de programación, electrónica y de técnicas de creación. Para mantener la estructura de los capítulos anteriores estas personas serán el *empleado* y el *encargado*, respectivamente.

También se necesitan varios programas de software, que se especifican en la Tabla 6.5. El coste total del software es de 1961,83 €. Por último, debido a que el laboratorio textil requiere conocer muchas técnicas de creación de las que no se tiene conocimiento en el FabLab UVa, en la Tabla 6.6 se ha recopilado material de consulta relacionado con los textiles electrónicos, creación de moda digital, moda sostenible y otros temas pertinentes. El coste estimado de este material es de 1427,95 €.

TABLA 6.5. LISTA DE SOFTWARE PARA EL PROYECTO TEXLAB.

Lista de software			
Material	Suscripción	Precio Total	Referencia
Rhinoceros	Permanente	235,95 €	(Rhinoceros, 2012)
Grasshopper	No	0,00 €	(Grasshopper, 2010)
Solidworks	Usuario y año	99,00 €	(SolidWorks, 2006)
Autodesk Fusion 360	Usuario y año	396,00 €	(AutoDesk, 2019)
Autodesk Slicer Fusion 360	No	0,00 €	(AutoDesk, 2020)
MakeHuman - Human Figure	No	0,00 €	(Make Human, 2016)
Adobe Mixamo - Human Figure	No	0,00 €	(Adobe, 2019)
Inkscape	No	0,00 €	(INKSCAPE, 2022)
Adobe Illustrator	Usuario y año	239,88 €	(Adobe, 2005)
Seamly 2D	No	0,00 €	(Seamly, 2011)
Valentina Project	No	0,00 €	(Amart pattern, 2021)
Openfitlab	No	0,00 €	(Openfitlab, 2013)

Arduino IDE	No	0,00 €	(Arduino, 2022)
Sense	No	0,00 €	(3D Systems, 2021)
RhinoCam	Usuario y año	595,00 €	(MecSoft, 2009)
FusionCamp	Usuario y año	396,00 €	(Autodesk, 2013)
Total		1961,83 €	

TABLA 6.6. LISTA DE MATERIAL DE CONSULTA Y FORMACIONES.

Lista de material de consulta y formaciones				
Material	Unidades	Precio UD.	Precio	Referencia
Arduino Wearable Projects	1	35,99 €	35,99 €	(Amazon, 2015)
Botanical Colour at your Fingertips	1	18,18 €	18,18 €	(Amazon, 2016)
Curso básico: Corte y Costura.	1	12,03 €	12,03 €	(Amazon, 2020)
Principios básicos del diseño textil	1	28,02 €	28,02 €	(Editorial GG, 2013)
Tejidos inteligentes: Los diseños de Hussein Chalayan	1	13,03 €	13,03 €	(Amazon, 2021)
Tejidos inteligentes para diseñadores	1	30,40 €	30,40 €	(Amazon, 2015)
Stitching Worlds: Exploring Textiles and Electronics	1	~	Gratis	(Stitching Worlds, 2018)
Internet de las cosas	1	26,00 €	26,00 €	(Reus Editorial, 2022)
Gestionar la sostenibilidad en la moda: Diseñar para cambiar materiales, procesos, distribución, consumo	1	9,44 €	9,44 €	(Amazon, 2012)
Refashioned: Moda vanguardista con materiales reutilizados	1	9,45 €	9,45 €	(Amazon, 2013)
MANUAL DE MODA SOSTENIBLE	1	19,95 €	19,95 €	(Casa del Libro, 2019)
Dispositivos wearables, visión artificial, Google Glass y Android	1	25,46 €	25,46 €	(Amazon, 2015)
Tutoriales Fabricademy	~	~	Gratis	(Fabricademy, 2018)
Otras formaciones	Aprox.	Aprox.	1200,00 €	~
Total			1427,95 €	

6.7 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN

En este apartado se propone un cronograma de implantación para el laboratorio textil. Para su desarrollo se ha considerado un horario de 9 a 14 h de lunes a viernes, que es el horario de apertura del FabLab. El tiempo total para completar el proyecto son 22,25 días naturales; de los cuales el *responsable* trabaja 77 horas y 50 horas el *empleado*. Cabe destacar que en este proyecto la mayor cantidad de tiempo se reparte en formaciones para conseguir el correcto funcionamiento del proyecto. El cronograma propuesto se muestra en la Figura 6.6.

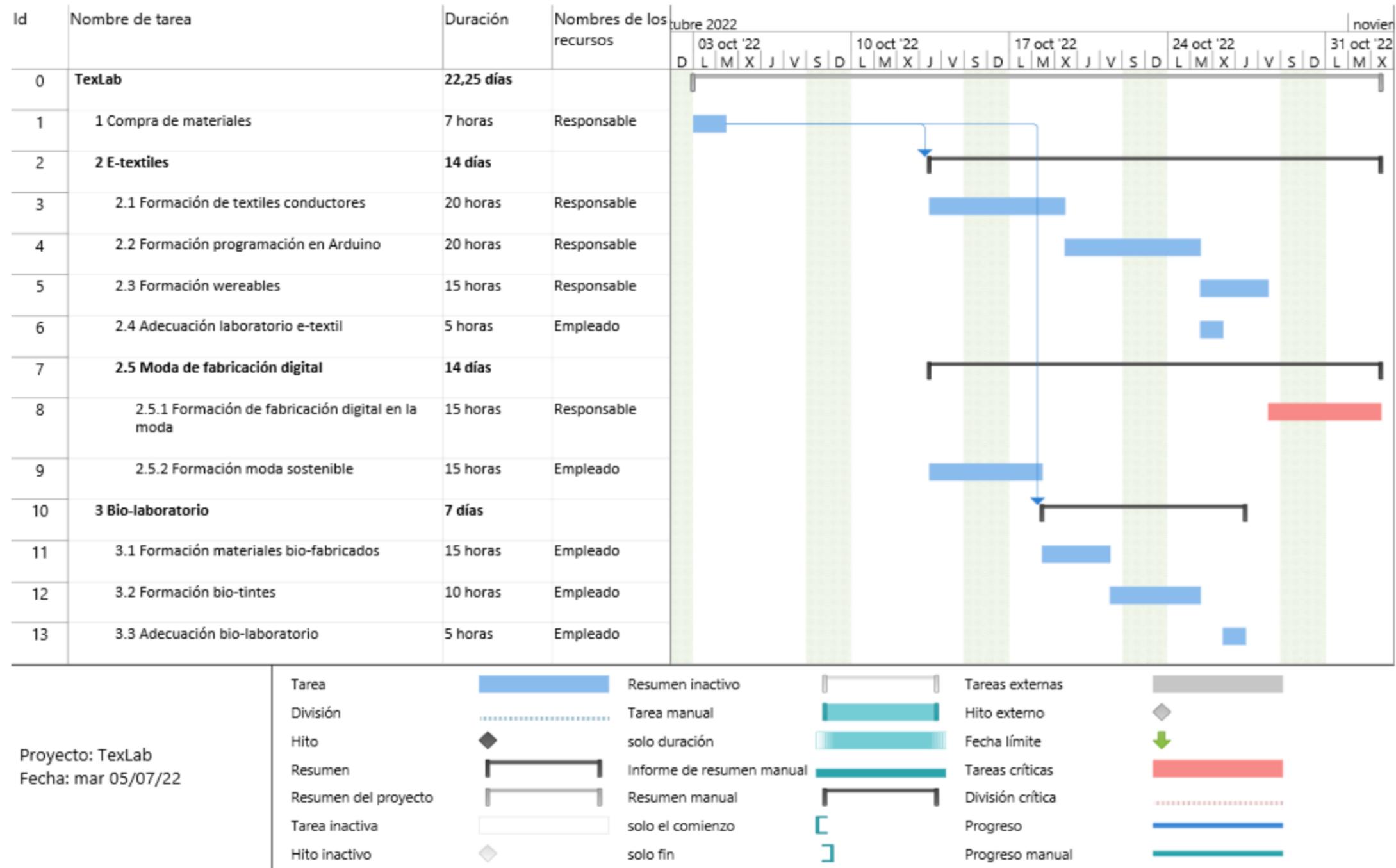


FIGURA 6.6. CRONOGRAMA PROPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO TEXLAB.

CAPÍTULO 7: Estudio económico

7.1 INTRODUCCIÓN

El estudio económico del TFG tiene la finalidad de analizar el coste del proyecto de haberse subcontratado a una empresa externa. Para conseguir este objetivo se ha supuesto que se ha contratado a una pequeña empresa. La empresa cuenta con diez empleados y el estudio se sitúa en una zona de oficinas en la zona centro de Valladolid.

A continuación, se asume el rol de la empresa y se definen los profesionales involucrados en el proyecto (apartado 7.2). En segundo lugar, se especifican las etapas del proyecto (apartado 7.3). En el apartado 7.4 se desglosan los costes del proyecto, que incluyen: coste amortizado, coste del material consumible, costes indirectos y trabajo destinado para cada fase del proyecto. Una vez se tienen los costes de cada elemento, se puede calcular el coste asociado a cada fase del proyecto (apartado 7.5). Finalmente, en el apartado 7.6 se calcula el coste del proyecto completo.

7.2 PROFESIONALES INVOLUCRADOS

Para completar un proyecto se necesitan profesionales con unas competencias adaptadas a las necesidades del proyecto. En la Figura 7.1 se representan los roles involucrados en el

proyecto. En la cima se encuentra en *Director del proyecto*; esta persona se encarga de planificar, organizar y revisar todas las etapas del proyecto. También es el encargado de coordinar al resto de profesionales, de la resolución de los problemas complejos y de la relación directa con el cliente.



FIGURA 7.1. ESQUEMA JERÁRQUICO DE LOS PROFESIONALES INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO.

Justo debajo se encuentra el *Ingeniero senior*. Cuenta con una gran experiencia en el estudio de soluciones y en su implantación. Además, es el encargado de buscar solución a la parte técnica, de organizar las tareas del *Ingeniero junior* y de resolver los problemas operativos.

El *Ingeniero junior* es una persona con un nivel medio de conocimientos técnicos y, por ello, está subordinado al *Ingeniero senior*. Se encarga de ayudar en las funciones *Ingeniero senior*. Estas labores incluyen la búsqueda de información, la redacción preeliminar de la documentación del proyecto y la adaptación de los informes a los requisitos del *Ingeniero senior*.

Por último, se necesita una persona encargada de otras funciones, necesarias para completar el proyecto, pero que no influyen de manera directa en los resultados. Esta persona, denominada *Auxiliar administrativo*, tiene las funciones de contratar al personal, cumplimentar los requisitos legales, la administración de los documentos de la empresa, la contratación de servicios necesarios, la compra de suministros, etc.

7.3 FASES DEL PROYECTO

El proyecto se ha dividido en cuatro etapas, que se estudiarán de manera independiente, en la Figura 7.2 se han esquematizado las fases y el orden de ejecución. La primera fase es la *Etapa de planificación*, en la que se prepara el desarrollo del resto del proyecto. Esto incluye: selección de los profesionales, reparto de las tareas, organización de la memoria y, finalmente, establecer los hitos y plazos.



FIGURA 7.2. FASES DEL PROYECTO.

La segunda fase, *Investigación inicial*, estudia cuál es la situación actual en el ámbito de aplicación del proyecto. Para ello, se recopila información sobre el tema a partir de estudios, publicaciones científicas, libros y otras fuentes verificadas. En esta etapa también se realizan reuniones en las que se hacen tormentas de ideas entre los miembros del proyecto.

La *Ejecución del proyecto*, constituye el grueso del proyecto y se corresponde con lo desarrollado en este TFG: *Estudio y diseño de proyectos innovadores en el FabLab de la Universidad de Valladolid*. En esta etapa se pone en valor toda la información obtenida de la fase anterior. Además, la información también se analiza y se estudia con la finalidad de desarrollar un proyecto propio. Finalmente, se elabora el plan de proyecto donde se detalla el plan técnico, los objetivos, los materiales necesarios y el cronograma del proyecto.

En cuarto lugar, se elabora el *Informe de resultados*. En esta parte final se redacta la memoria y se elabora una presentación para exponer los resultados al cliente. El *director del proyecto* es el encargado de presentar los resultados y de entregar al cliente toda la documentación generada hasta el momento.

7.4 COSTES DEL PROYECTO

En esta sección se detallarán los costes asociados al proyecto. Para ello, los diferentes gastos directamente vinculables al proyecto se dividirán para analizarlos de manera independiente; de esta manera se podrá asignar un coste específico a cada fase del proyecto.

Las categorías de gasto son las siguientes: horas efectivas y retribución horaria de los empleados, coste amortizado de los equipos, coste del material consumible por horas, costes indirectos por hora y trabajo destinado a cada fase del proyecto por cada empleado.

7.4.1 HORAS EFECTIVAS Y RETRIBUCIÓN HORARIA DE LOS EMPLEADOS

En este apartado, se desglosa el coste horario real asociado al trabajo de cada miembro del proyecto. Para ello primero se calculan las horas de trabajo real que hay en el periodo que comprende el proyecto; descontando las vacaciones, días de asuntos propios, fines de semana, festivos, días perdidos por enfermedad y las formaciones (Tabla 7.1). El periodo elegido comprende cinco meses, en concreto desde el 01/02/2022 hasta el 30/06/2022. La jornada laboral considerada es de 8 h.

TABLA 7.1. CÁLCULO DE HORAS EFECTIVAS DEL PROYECTO.

Concepto	Días
Días Totales	150
Sábados y domingos	42
Días festivos Valladolid 2022	4
Días de vacaciones	8
Días de baja por enfermedad	6
Días de formación	4
TOTAL DÍAS HÁBILES	86
TOTAL HORAS EFECTIVAS	688 h
TOTAL SEMANAS HÁBILES	17,2 semanas

Para establecer los salarios base de los trabajadores del proyecto se emplearán los salarios recogidos en el *Informe de tendencias salariales en el sector de la ingeniería* de Randstad Research (Randstad research, 2022). El jefe de proyecto se equipará a un ingeniero técnico con 15 años de experiencia, el ingeniero senior a un ingeniero técnico con 10 años de experiencia y el ingeniero junior a un ingeniero técnico sin experiencia. El salario del personal administrativo se establece en 18 162 €, sueldo medio de un trabajador de secretaría según Business Insider (Business Insider, 2021). En la Tabla 7.2 se desglosa el coste horario para cada miembro del proyecto.

TABLA 7.2. DESGLOSE DE LOS COSTES HORARIOS Y SEMANALES ASOCIADOS A CADA TRABAJADOR.

Concepto	Director de Proyecto	Ingeniero Senior	Ingeniero Junior	Auxiliar Administrativo
Salario bruto anual	36 500,00 €	30 333,33 €	18 000,00 €	18 162,00 €
Salario bruto 5 meses	15 208,33 €	12 638,89 €	7500,00 €	7567,50 €
Seguridad social (35%)	5322,92 €	4423,61 €	2625,00 €	2648,63 €
Coste total	20 531,25 €	17 062,50 €	10 125,00 €	10 216,13 €
Coste semanal	1193,68 €	992,01 €	588,66 €	593,96 €
Coste horario	29,84 €	24,80 €	14,72 €	14,85 €

7.4.2 COSTE AMORTIZADO

En este apartado se recogen los costes de amortización derivados del uso de los diferentes equipos necesarios para completar el proyecto. Se ha considerado un periodo de amortización de cinco años con una cuota lineal. Los costes derivados de la amortización de los equipos serán los proporcionales a los cinco meses de duración del proyecto. Esta información se presenta en la Tabla 7.3.

TABLA 7.3. COSTES DE AMORTIZACIÓN DE LOS EQUIPOS.

Concepto	Coste /unid	Cantidad	Coste Total
Asus F515EA-EJ2035W Intel Core i7-1165G7/8GB/512GB SSD/15.6"	859 €	1	859 €
HP X500 Ratón Óptico	17,98 €	1	17,98 €
Licencia Microsoft Office Profesional 2021	579 €	1	579 €
Antivirus Bit Defender 5 años	204,15 €	1	204,15 €
Brother multifunción color	80 €	1	80 €
TOTAL A AMORTIZAR		2581,15	
	Tipo	Tiempo	Amortización
	Anual	5 años	516,23 €
	Mensual	5 meses	215,10 €
	Horario	1 h	0,18 €

Por lo tanto, el coste de amortización de los equipos usados por cada persona es de 215,10 € en el periodo de 5 meses. Además, para poder imputar los costes de amortización al proyecto se ha calculado el coste de amortización por hora útil, ya que los empleados no se dedicarán íntegramente a este proyecto.

7.4.3 COSTE DEL MATERIAL CONSUMIBLE

En la Tabla 7.4 se ha calculado el coste horario del material consumible (papel, bolígrafo, fotocopias, etc.) empleado en el proyecto. Para el análisis, primero se establece el gasto por persona y año para cada material consumible; y, posteriormente se calcula el coste horario a partir del coste total.

TABLA 7.4. COSTE DEL MATERIAL CONSUMIBLE POR PERSONA.

Tipo	Coste
Papel de impresora	60 €
Tóner de impresora	130 €
Útiles de escritura	20 €
Otros	150 €
Total coste anual por persona	360 €
Total coste horario por persona	0,30 €

7.4.4 COSTES INDIRECTOS

Los costes indirectos recogen los recursos y servicios que no se reflejan de manera evidente en el proyecto, pero que sin ellos sería imposible completarlo. Entre ellos se incluyen los suministros, luz y agua; internet y línea telefónica; alquiler y otros servicios. En la Tabla 7.5 se recogen los costes mensuales vinculados a cada uno de los recursos. Para el reparto de los costes se ha supuesto un reparto entre 10 personas. El precio del alquiler es el equivalente a una oficina de 150 m² en la zona *centro* de Valladolid. Según Indomio (Indomio, 2022), en febrero de 2022 el precio medio del alquiler en la zona *centro* fue de 8,5 € por m², por lo que el alquiler total será de 1275 €.

TABLA 7.5. COSTES INDIRECTOS.

Tipo	Coste
Alquiler	1275 €
Teléfono e internet	61 €
Luz	150 €
Agua	100 €
Otros servicios	100 €
Total coste mensual	1686 €
Total coste mensual por persona	169 €
Total coste 5 meses por persona	843 €
Coste por hora y por persona	1 €

7.4.5 TRABAJO DESTINADO POR CADA FASE DEL PROYECTO

En esta sección se estimará la cantidad de horas empleadas por cada trabajador para cada fase, definidas en el apartado 7.3. Esto se necesita para desglosar los costes de personal imputados a cada fase y así poder calcular el coste total del proyecto en la última etapa del estudio económico. En la Tabla 7.6 se representa esta información, también se ha calculado el porcentaje de horas para cada fase respecto al total de horas del proyecto.

TABLA 7.6. DESGLOSE DE HORAS TOTALES PARA CADA FASE DEL PROYECTO.

Profesional	FASE I Planificación (h)	FASE II Investigación inicial (h)	FASE III Ejecución del proyecto (h)	FASE IV Informe de resultados (h)
Director del proyecto	8	19	25	35
Ingeniero senior	13	34	110	40
Ingeniero junior	13	34	110	40
Auxiliar administrativo	5	5	10	20
TOTAL (horas/fase)	39	92	255	135
TOTAL PROYECTO	521			
Porcentaje fase	7,49%	17,66%	48,94%	25,91%

7.5 COSTES PARA CADA FASE DEL PROYECTO

En este apartado se pone en valor la información recopilada en este capítulo. A continuación, se detalla de dónde se han obtenido los datos para determinar el coste de cada fase de proyecto. Las horas de trabajo para cada empleado se obtienen de la Tabla 7.6 y los costes asociados a cada profesional de la Tabla 7.2. A continuación, las horas imputadas a la amortización de los equipos, a los consumibles y a los costes indirectos se han calculado en función del uso asociado a cada profesional.

Los costes de amortización de los equipos por hora se obtienen de la Tabla 7.3; en el caso del coste del material consumible la información proviene de la Tabla 7.4; por último, los costes indirectos se han calculado en la Tabla 7.5. Para todas las fases se necesitan los cuatro profesionales. Además, el *director del proyecto* emplea su propio equipo informático y, por ello, no se le han imputado costes de amortización.

7.5.1 COSTES FASE II: ETAPA DE PLANIFICACIÓN

TABLA 7.7. COSTE ASOCIADOS A LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN.

Concepto		Horas	Coste/hora	TOTAL (€)
Personal	Director del Proyecto	8	29,84 €	238,72 €
	Ingeniero senior	13	24,80 €	322,4 €
	Ingeniero junior	13	14,72 €	191,36 €
	Auxiliar administrativo	5	14,85 €	74,25 €
Amortización	Equipos	31	0,18 €	5,58 €
Consumibles	-	39	0,30 €	11,70 €
Costes indirectos	-	39	1,00 €	39,00 €
Coste Total Fase I:				883,01 €

7.5.2 COSTES FASE II: INVESTIGACIÓN INICIAL

TABLA 7.8. COSTE ASOCIADOS A LA ETAPA DE INVESTIGACIÓN INICIAL.

Concepto		Horas	Coste/hora	TOTAL (€)
Personal	Director del Proyecto	19	29,84 €	566,96 €
	Ingeniero senior	34	24,80 €	843,20 €
	Ingeniero junior	34	14,72 €	500,48 €
	Auxiliar administrativo	5	14,85 €	74,25 €
Amortización	Equipos	73	0,18 €	13,14 €
Consumibles	-	92	0,30 €	27,6 €
Costes indirectos	-	92	1,00 €	92,00 €
Coste Total Fase II:				2117,63 €

7.5.3 COSTES FASE III: EJECUCIÓN DEL PROYECTO

TABLA 7.9. COSTE ASOCIADOS A LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Concepto		Horas	Coste/hora	TOTAL (€)
Personal	Director del Proyecto	25	29,84 €	746,00 €
	Ingeniero senior	110	24,80 €	2728,00 €
	Ingeniero junior	110	14,72 €	1619,20 €
	Auxiliar administrativo	10	14,85 €	148,50 €
Amortización	Equipos	230	0,18 €	41,40 €
Consumibles	-	255	0,30 €	76,50 €
Costes indirectos	-	255	1,00 €	255,00 €
Coste Total Fase III:				5614,60 €

COSTES FASE IV: INFORME DE RESULTADOS

TABLA 7.10. COSTE ASOCIADOS A LA ETAPA DE INFORME DE RESULTADOS.

Concepto		Horas	Coste/hora	TOTAL (€)
Personal	Director del Proyecto	35	29,84 €	1044,40 €
	Ingeniero senior	40	24,80 €	992€
	Ingeniero junior	40	14,72 €	588,80 €
	Auxiliar administrativo	20	14,85 €	297,00 €
Amortización	Equipos	100	0,18 €	18,00 €
Consumibles	-	135	0,30 €	40,50 €
Costes indirectos	-	135	1,00 €	135,00 €
Coste Total Fase IV:				3115,70 €

7.6 COSTE TOTAL DEL PROYECTO

En la Tabla 7.11 se ha recogido la información correspondiente al coste total del proyecto. En ella se suman los costes totales de cada fase, calculados en la sección 7.5, y se obtiene el coste total del proyecto. El coste final de completar un proyecto similar al realizado en este TFG es de **11 730,94 €**. También se ha representado de manera gráfica la distribución de los costes para cada fase del proyecto en la Figura 7.3.

TABLA 7.11. RESUMEN DE LAS HORAS Y COSTES TOTALES DEL PROYECTO.

FASE	HORAS	COSTE
I. Planificación	39	883,01 €
II. Investigación inicial	92	2117,63 €
III. Ejecución del proyecto	255	5614,60 €
IV. Informe de resultados	135	3115,70 €
TOTAL	521	11 730,94 €

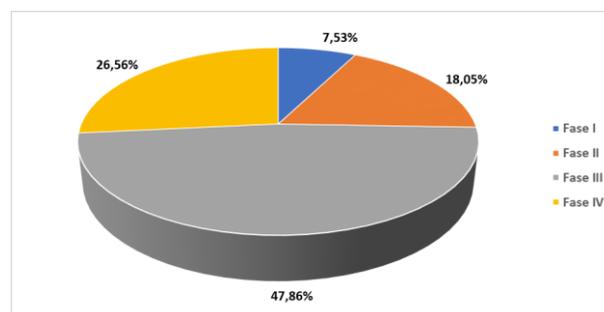


FIGURA 7.3. DISTRIBUCIÓN DEL COSTE TOTAL DEL PROYECTO POR FASES.

Finalmente, en la Tabla 7.12 se han recopilado los costes totales y por fase, desglosados en función del recurso empleado. La Figura 7.4 muestra de forma esquemática la distribución de los costes para cada tipo de recurso.

TABLA 7.12. COSTES TOTALES POR TIPO DE COSTE.

Concepto		FASE I	FASE II	FASE III	FASE IV	TOTAL
Personal	Director del Proyecto	238,72 €	566,96 €	746,00 €	1044,4 €	2.596,08 €
	Ingeniero senior	322,4 €	843,20 €	2728,00 €	992 €	4.885,60 €
	Ingeniero junior	191,36 €	500,48 €	1619,20 €	588,8 €	2.899,84 €
	Auxiliar administrativo	74,25 €	74,25 €	148,50 €	297 €	594,00 €
Amortización	Equipos	5,58 €	13,14 €	41,40 €	18 €	78,12 €
Consumibles	-	11,70 €	27,6 €	76,50 €	40,5 €	156,30 €
Costes indirectos	-	39,00 €	92,00 €	255,00 €	135 €	521,00 €

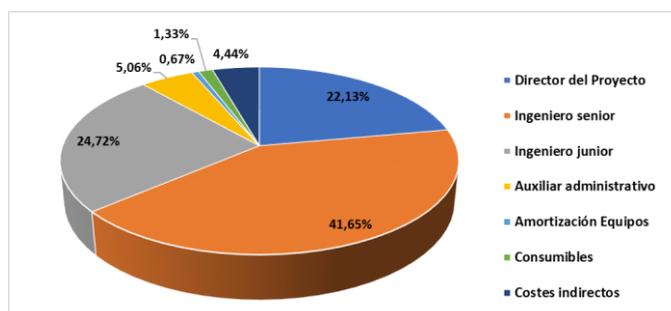


FIGURA 7.4. DISTRIBUCIÓN DE LOS COSTES EN FUNCIÓN DE SU TIPO.

Conclusiones y líneas futuras

Por último, en este apartado se describen las conclusiones obtenidas durante la elaboración del Trabajo de Fin de Grado. Para ello se analizarán los resultados obtenidos durante la búsqueda y selección de proyectos, así como de la propuesta técnica de cada proyecto. En cada caso se describirán los resultados obtenidos, los problemas encontrados y una reflexión sobre los resultados.

A continuación, se proponen unas líneas futuras de actuación que pueden servir de punto de partida para otros proyectos. En la sección se presentan propuestas de mejoras y nuevas metodologías que pueden servir para optimizar o continuar el trabajo de la memoria.

CONCLUSIONES

El principal objetivo de este Trabajo Fin de Grado es el estudio de iniciativas y proyectos que sirvan para inspirar la creación de proyectos similares en el FabLab UVa. Este estudio comienza como tal en el capítulo tres, *Estudio y análisis de proyectos e iniciativas en la red FabLab*. Al comienzo del capítulo se dividen los proyectos según su campo de aplicación en proyectos sociales, educativos y empresariales. Ya en este punto se pueden

obtener las primeras conclusiones. En particular, se observa que la información disponible sobre proyectos sociales y educativos predominan sobre los empresariales en la red FabLab. Esto puede deberse a varios motivos, aunque es posible que la principal causa sea que muchos proyectos se trabajan de manera confidencial como ocurre en el FabLab UVa.

En el caso de los proyectos sociales, la gran mayoría de proyectos están orientados al cuidado del medio ambiente. A pesar de ello, también existen otros proyectos destinados a solucionar problemas locales; y uno destinado a beneficiar a personas en países en vías de desarrollo. Ya que existen una gran variedad de proyectos orientados al cuidado del medio ambiente, antes de plantear uno nuevo, se podría optar a colaborar con otros proyectos con un planteamiento similar. Por otro lado, se puede aprovechar a crear proyectos orientados a mejorar problemas locales o a dar ayuda en países en vías de desarrollo.

Respecto a los proyectos educativos, se aprecia que son una excelente manera de formar a todo tipo de público. En este campo es de especial interés la formación para niños y adolescentes ya que gracias a ello se puede crear una sólida base usuarios del FabLab y ayudar a los alumnos a prepararse para la etapa universitaria.

El capítulo finaliza con un resumen de cada proyecto destacado y con la selección de tres de ellos. En este punto se concluye que, aunque los proyectos elegidos para realizar la propuesta técnica son los más indicados para su implantación, también existen otros proyectos que también podrían ser de gran interés en el FabLab UVa.

En este apartado me he percatado de que en los FabLabs con mayor renombre y más afianzados dentro de la red FabLab solían aportar más información sobre sus proyectos que otros FabLabs con menor repercusión. Contrariamente, algunos FabLabs no aportaban información relevante a su actividad, lo que dificultaba en gran medida saber más acerca de su trabajo, y daba sensación de abandono y decadencia.

Para finalizar las conclusiones del capítulo tres, se repasará la selección de los proyectos. Si bien es cierto que la realización de guías y tutoriales para orientar a los nuevos usuarios no es algo innovador; sería recomendable su implantación en el FabLab UVa para ampliar la oferta a usuarios con pocos conocimientos técnicos. Asimismo, *Makers Challenge*, *FabKids*, y *Fabteens* son proyectos muy interesantes que podrían tener gran cabida en el FabLab UVa.

En el siguiente capítulo se plantea la propuesta técnica de *AgroLab*. En el punto de partida se describe la situación actual de cada una de las tres ramas que componen el proyecto. En el caso de la agro-tecnología se aprecia como España es uno de los grandes líderes en el sector; este hecho se suma a que Castilla y León es una región tradicionalmente agraria.

Estos factores sitúan al FabLab UVa en un entorno privilegiado para aprender y trabajar junto a empresas agroalimentarias y agricultores de la región para lograr convertirse en una referencia en el sector.

En la segunda rama del proyecto *AgroLab, huertos verticales*, se observa que se trata de un proyecto de fácil ejecución y que con un poco de creatividad es fácil la construcción de un huerto vertical usando pocos recursos, o, con material reciclado. Esta versatilidad permite al FabLab UVa usar la creatividad a su favor y promover las iniciativas dentro de la comunidad.

Algunos ejemplos de esto podrían ser la creación de un concurso de huertos verticales y premiar a los más originales, a los más eficientes o al más estético. Por otro lado, también se aprecia que se podría combinar la agro-tecnología con los huertos verticales de los usuarios para crear una red de información.

Finalmente, respecto a la tercera rama, *Granja de Insectos*, la cría y consumo de insectos tiene grandes beneficios sobre las proteínas provenientes de otras fuentes. Para responder a la tendencia de una sociedad que cada vez consume más proteínas y que, además, las requiere de un origen más saludable, es importante estar preparados para ofrecer diferentes alternativas.

Seguramente sea difícil cambiar los hábitos de consumo, pero la misión del FabLab en este ámbito será promover los beneficios e intentar romper las barreras culturales. Además, dado que la cría de insectos para consumo humano es algo altamente regulado, como cualquier actividad orientada a la alimentación, será de especial interés buscar colaboraciones con empresas que trabajen o quieran trabajar en este campo.

Para finalizar las conclusiones del proyecto *AgroTech*, se darán unas impresiones sobre el proyecto. Se trata de un proyecto de una dificultad media de implantación, se requieren 30 días hábiles y el trabajo de dos personas para realizar el proyecto. El coste en materiales es reducido, pues con una cantidad inferior a los 2500 € se puede conseguir materializar el proyecto. Además, los recursos para mantener el *AgroLab* son casi residuales, ya que no requiere de una atención especial.

Se concluye, por tanto, que el *AgroLab* es un proyecto de gran interés para su implantación en el FabLab UVa debido a que los beneficios obtenidos del proyecto; su versatilidad para innovar y desarrollar nuevos proyectos compensa con creces la dificultad de ejecución. Además, es muy probable que el proyecto se pueda ver beneficiado por ayudas por promover el desarrollo sostenible y ecológico.

A continuación, se exponen las conclusiones del proyecto *UVa Recicla*. Este proyecto, que plantea la creación de un taller local de reciclaje de plástico, si bien podría tratarse de un proyecto sin gran cabida, dado que el reciclaje de plástico es algo que ya se concibe desde hace décadas, su reciclaje de forma local no es tan común.

A continuación, se verán los beneficios previsibles del proyecto para el FabLab. En primer lugar, el proyecto servirá para desarrollar nuevas técnicas para emplear el plástico reciclado; esto incluye nuevos métodos de conformado, el estudio del uso en diferentes campos o la creación de material para otros proyectos.

Además, esta forma de reciclar plástico es más amigable con el medio ambiente y beneficia directamente a la comunidad. Esto es porque se reducen las emisiones de carbono originadas durante la recolección y traslado del plástico a la planta de reciclaje. Además, como el plástico se emplea para crear productos en el propio FabLab los recursos permanecen en la comunidad.

En esta misma línea, los productos originados del reciclaje de plástico sirven para beneficiar al FabLab. Por ejemplo, se pueden crear productos mediante inyección para su venta al público o vender el plástico triturado si existe excedente. También se pueden crear productos que sirvan para otros proyectos, como tubos, macetas y crecederos para el *AgroLab* o elementos textiles fabricados con materiales reciclados para el *TexLab*.

Finalmente, se han de mencionar las posibles complicaciones que podrían darse durante la implantación del proyecto. En primer lugar, será difícil conseguir que la comunidad universitaria comience a reciclar sus desechos de plástico en los lugares de recogida. Por ello es de vital importancia concienciar sobre la iniciativa aportando información en forma de talleres, charlas o mediante incentivos.

Otro problema radica en la necesidad de separar el plástico según su tipo y color, además de asegurarse de que los plásticos llegan limpios y sin etiquetas. Estas tareas habrá que hacerlas de manera manual en un inicio; en el caso concreto de la limpieza, existen métodos *DIY* que permiten el lavado de grandes volúmenes a la vez.

En definitiva, el proyecto *UVa Recicla* cuenta con algunas ventajas e inconvenientes. Si se repasa su propuesta técnica se puede comprobar que el tiempo total estimado para completar el proyecto es de 120,5 horas repartidas entre el *responsable*, el *empleado* y el *soldador*.

Su ejecución requiere de conocimientos básicos de creación digital y de una formación sobre materiales plásticos y nociones de seguridad. Por otro lado, el coste de los materiales es de 5671,82 €, un coste elevado pero que puede amortizarse a medida que se empiece a

aprovechar el plástico reciclado para crear objetos. La conclusión que se obtiene es que, a pesar de requerir de una inversión inicial elevada y de necesitar un gran mantenimiento operativo, el proyecto aportará suficientes beneficios para contrarrestar los aspectos negativos.

Para finalizar, se expondrán los resultados obtenidos a partir de la propuesta técnica para el proyecto *TexLab*. Al comienzo del capítulo se dan los datos de crecimiento para el sector *e-textil*. En ellos se refleja la previsión de crecimiento del sector hasta 2024, además se puede observar que los sectores con mayor cupo de mercado son la arquitectura, la medicina y su aplicación en los deportes; sin contar sus aplicaciones militares.

En el caso de los *e-textiles* se ha propuesto comprar sensores, actuadores y microcontroladores con la finalidad de crear proyectos con estos elementos. De esta manera, para aprovechar los recursos y lograr avances en el campo, será necesario promover la utilización del *FabTex* dentro de la comunidad universitaria, localizar los grados universitarios que se podrían beneficiar de los recursos y colaborar con empresas en el sector.

Para la segunda parte del proyecto, que trata sobre la creación de textiles combinando las técnicas de creación digital con las tradicionales, se necesita de conocimientos avanzados en técnicas de creación digital, además de conocimientos de moda. En este caso, será necesario contar con personal especializado para trabajar en este campo.

En este apartado también se engloba la creación de materiales hechos de plástico y otros elementos reciclados. Es por ello que este proyecto tiene una gran sinergia con el proyecto *UVa Recicla*. Algunas ideas son la creación de tejidos a partir de botellas o la creación de textil a partir de bolsas recicladas.

Por último, en el *bio-laboratorio* se propone la investigación y creación de bio-tintes, la ingeniería inversa de materiales, y la investigación de materiales bio-fabricados. Para este último punto será interesante la bio-fabricación autosostenible con materiales provenientes del propio huerto vertical del FabLab.

Como se ve, el proyecto *TexLab* requiere el dominio de muchas áreas diferentes, lo que significa que sus empleados necesitarán obtener una formación exhaustiva en todas las áreas implicadas para una correcta implementación del proyecto. Por ello, será importante colaborar con otros FabLabs, entidades y personas que puedan aportar sus conocimientos al FabLab UVa.

Por último, el cronograma propuesto indica que se necesitan 127 horas, repartidas entre el *empleado* y el *trabajador* para completar el proyecto. Sin embargo, la gran mayoría de

estas horas son destinadas a la formación de los trabajadores. Por otro lado, el coste total de los materiales es de 6846,47 €, lo que convierte al *TexLab* en el proyecto más costoso de los tres estudiados. Sin embargo, este proyecto permite al FabLab UVa acercarse a la industria textil con una perspectiva sostenible. Además, el sector tiene gran importancia en España, en parte debido a la presencia del Grupo Inditex.

Finalmente, se obtienen algunas conclusiones generales. Lo primero, es que durante el desarrollo de cada proyecto y durante su implantación será importante documentarlo adecuadamente y dar visibilidad a través de los medios de difusión disponibles. Esto, como se ha observado en otros FabLabs, ayuda a aportar una imagen más profesional y a dar prestigio al FabLab UVa.

La segunda conclusión es que, para conseguir el éxito de los proyectos, se requerirá de una formación en varios aspectos: conocimientos en plantas, conocimientos de métodos de reciclado de plástico, diseño de moda, ... Además, es necesario contar con una persona con conocimientos de programación, ya que tanto el proyecto *AgroLab*, como para el proyecto *TexLab* se requiere la programación de microcontroladores Arduino y la gestión de bases de datos.

Por último, se concluye que los tres proyectos son aptos para la implantación en el FabLab UVa y cada uno cuenta con algunas ventajas y desventajas. Para facilitar la tarea se propone la implantación escalonada de los proyectos en el mismo orden que aparecen los proyectos en la memoria. Esto significa que el primer proyecto a implantar será el *AgroLab*, esto se debe a su facilidad de implementación y además así se podrán ir recogiendo datos durante el crecimiento de las plantas.

En segundo lugar, se propone la implantación de *UVa Recicla*. De esta forma se podrá ir recogiendo y seleccionando el plástico que servirá de materia prima para el proceso productivo. Por último, se debería realizar el proyecto *TexLab*, ya que es el que más tiempo requiere y exige una gran implicación por parte de los empleados del FabLab.

Esta sección finaliza con una reflexión propia sobre el trabajo y los proyectos. Este trabajo es el fruto de muchos meses de investigación detallada sobre los proyectos que se realizan en otros FabLabs. Salvo en algunos casos, la obtención de esta información no ha sido fácil. Generalmente, los FabLabs con más prestigio aportaban más información sobre sus proyectos que otros FabLabs más pequeños, en los que la obtención de la información ha resultado ser muy difícil.

Por ello sería aconsejable que el FabLab de Valladolid siguiese los pasos de los FabLabs más veteranos y documentase su actividad de una forma accesible. Además, durante la

selección de proyectos se llegó a la conclusión de que existen multitud de proyectos que podrían ser muy interesantes para implementarlos en el FabLab UVa.

De todos los proyectos se seleccionaron los tres proyectos considerados más adecuados. En el caso del *AgroLab*, creo que no se puede dudar del valor que una iniciativa así puede aportar en el FabLab UVa, que se encuentra situado en una región donde la agricultura es un gran motor económico. En segundo lugar, *UVa Recicla* no es en sí un proyecto con un gran valor añadido, pero sirve para promover el desarrollo sostenible del FabLab y es posible que en un futuro sirva para ahorrar costes; por lo tanto, a mi parecer se trata de un proyecto de gran interés que cualquier FabLab importante debería considerar implementar.

Finalmente, el proyecto *TexLab* lo considero algo más problemático debido a que se necesita personal con una base muy sólida en diferentes ramas, aunque al tratarse de un FabLab perteneciente a una universidad, se podrá acceder a ese conocimiento de una manera asequible, por lo tanto, su implantación debería ser factible.

LÍNEAS FUTURAS

En este apartado final se recogerán los diferentes aspectos que por alguna razón no se han incluido en el TFG. Además, se plantearán posibles líneas de actuación para continuar la investigación de más proyectos innovadores y para la implantación de los proyectos propuestos.

Como punto de partida, sería recomendable mantener el seguimiento de los FabLabs más importantes, ya que son los que desarrollan más proyectos innovadores y los que más información aportan. En esta línea también será conveniente un plan de seguimiento de proyectos innovadores que incluya la monitorización de diferentes fuentes como publicaciones, revistas, redes sociales, etc. En este punto también es interesante la investigación de nuevas tendencias y necesidades para adelantarse a ellas.

Por otro lado, con el objetivo de contribuir dentro de la Red FabLab y para contribuir a mejorar el prestigio del FabLab UVa, se debería crear un plan de difusión de los proyectos en los que trabaja el FabLab UVa. Para ello, se propone actualizar el sitio *web* de tal manera que esta información esté disponible de una manera accesible junto a otra información del FabLab.

De la misma forma, también se puede incluir la creación de un blog para dar a conocer otros mini-proyectos de interés. Esta propuesta se hace de manera complementaria a la

difusión por redes sociales, ya que a menudo no se puede realizar un seguimiento riguroso en estas redes por motivos técnicos.

Otra línea de trabajo, es la implementación de proyectos descartados durante la fase de selección de proyectos. Algunos de interés son FabKids y FabTeen, y las guías y tutoriales para los usuarios del FabLab.

El siguiente paso a dar, es la implementación real de los proyectos. Para ello seguirá el esquema de la propuesta técnica que habrá que detallar para conseguir una rigurosa ejecución. Además, a continuación, se aportan algunas ideas y mejoras que podrían ser de interés para los proyectos propuestos.

En el caso del *AgroLab*, existen diferentes vías de trabajo una vez se implemente el proyecto. Una alternativa es la creación de espacios de cultivo vertical inteligentes con un diseño creativo para repartirlos por la ciudad de Valladolid y por las zonas comunes de los campus universitarios. De esta manera, se daría difusión a la iniciativa, se generaría más información para analizar y se potenciaría la sostenibilidad ciudadana.

En esta misma dirección también se podrían crear talleres y realizar guías para que cualquier persona pueda crear su huerto con elementos disponibles en cualquier tienda de bricolaje y convertirlo en un huerto inteligente gracias a la ayuda del FabLab Uva. Para ello, podría venderse un *KIT* inicial con un microcontrolador, sensores y actuadores para automatizar un huerto vertical. Esta idea también es indicada para realizarla en colegios aprovechando el FabLab Itinerante.

Para recolectar datos a gran escala y poder comprobar los resultados de la implantación de la solución agro-tecnológica también se deberá buscar a agricultores interesados en emplear estos métodos en sus tierras de cultivo. Además, se puede estudiar la optimización de los cultivos verticales en tierras mixtas donde también se sitúan instalaciones de energías renovables, como turbinas eólicas o placas solares.

Respecto a la granja de insectos, aunque su cría en el FabLab UVa sea interesante, su función será limitada, ya que su uso como alimento, bien para ganado o para consumo humano, está regulado como cualquier otra actividad agroalimentaria. Por esto, será importante la búsqueda de empresas agroalimentarias interesadas en la cría de insectos para poder colaborar, fomentando así la transferencia de conocimiento.

En el caso de *UVa Recicla*, existen algunas líneas de actuación de interés para estudiar cuando se quiera implementar el proyecto. Con el fin de que el proyecto beneficie directamente al FabLab UVa, se puede investigar la creación de objetos para otras actividades y proyectos del propio FabLab. Por ejemplo, se podrían crear huertos verticales

a partir de plástico reciclado o crear tejidos textiles proveniente de los plásticos de las bolsas y de las botellas.

También será interesante mantener un seguimiento del volumen de plástico reciclado, ya que, de ser elevado, habrá que buscar métodos alternativos de selección y limpieza. Estos métodos suelen aprovechar las propiedades físicas y químicas de los plásticos, como su densidad o su temperatura de fusión, para separarlos.

El proyecto *UVa Recicla* puede ser una buena forma de englobar otros proyectos descartados, como el taller de reparación de electrodomésticos. Ya que la reparación es una forma de reciclaje, estos talleres se podrían incluir en la base del proyecto.

El proyecto *TexLab* ha sido el proyecto menos detallado de los tres. Esto se debe, en gran medida, a que el proyecto no incluye ningún procedimiento concreto. El proyecto como tal dependerá del uso que se haga del laboratorio tras su implantación.

Para empezar, como ya se ha comentado, hay que priorizar la formación de los empleados y usuarios para aprender a combinar adecuadamente la tecnología con la fabricación digital y los textiles. Para ello, será conveniente acudir a FabLabs que ya dispongan de laboratorio textil, acudir a conferencias, a ferias y congresos.

También, sería interesante lograr colaborar con la Escuela Superior de Diseño de Valladolid; de esta manera, ellos se beneficiarían del conocimiento universitario y tecnológico y el FabLab UVa de los métodos de diseño textil.

Además, sería adecuado realizar una investigación detallada sobre las posibilidades de los *e-textiles*, las herramientas de creación digital en la moda y sobre el diseño e investigación de materiales textiles en un bio-laboratorio. Una manera, sería la realización de un TFG focalizado en esos temas.

Finalmente, la Universidad de Valladolid cuenta con un instituto de Bioeconomía, en el que trabajan, entre otras cosas, en el estudio de los materiales. Sería de especial interés, que el bio-laboratorio se implementase junto al Instituto de Bioeconomía con el fin de evitar duplicar funciones y lograr mayores avances gracias a la colaboración de especialistas en la materia.

BIBLIOGRAFÍA

- La Tribuna de Cuenca. (3 de junio de 2022). *La Tribuna de Cuenca*. Obtenido de <https://www.latribunadecuenca.es/noticia/ZA692FFC3-AE40-507B-C0685FBD9D297890/202206/fablab-cuenca-comienza-con-el-proyecto-europeo-werepair>
- 360imprimir. (2022). *Roll-Up*. Obtenido de <https://www.360imprimir.es/roll-up>
- 3D Fashion Week. (2021). *Convocatoria Ethic & Ethnic*. Recuperado el marzo de 2021, de <https://drive.google.com/file/d/1RG6Mj3HKKeIIAMvHU5xDQfIdFqZy19qrA/view>
- 3D Newworld. (2018). *La guía de impresión de estereolitografía (SLA) en 3D*. Obtenido de <https://3dnewworld.com/la-guia-de-impresion-de-estereolitografia-sla-en-3d/>
- 3D Systems. (12 de enero de 2021). *Sense Scanner Software*. Obtenido de https://support.3dsystems.com/s/article/Sense-Scanner?language=en_US
- 3dnatives. (2016). *Escáner de luz estructurada*. Recuperado el febrero de 2022, de <https://www.3dnatives.com/es/escaner-de-luz-estructurada-06122016/#!>
- 3dsourced. (2021). *The Complete Digital Light Processing (DLP) 3D Printing Guide*. Obtenido de <https://www.3dsourced.com/3d-printing-technologies/digital-light-processing-dlp/>
- Adajusa. (2022). *Motor monofásico 2,2Kw 3CV 230V*. Obtenido de <https://adajusa.es/es/motores-monofasicos-3000-rpm-brida-b3-patas-alto-par/909-motor-monofasico-22kw-3cv-230v-3000-rpm-alto-par-de-arranque-brida-b3-patas-8435532809098.html>
- Adidas. (2022). *adidas 4D Technology Shoes*. Obtenido de <https://www.adidas.com/us/4d>
- Adobe. (12 de noviembre de 2005). *Adobe Illustrator*. Obtenido de <https://www.adobe.com/products/illustrator.html>
- Adobe. (4 de noviembre de 2019). *Mixamo*. Obtenido de <https://www.mixamo.com/#/>
- AgriLAB UniLaSalle. (10 de diciembre de 2021). *AgriLAB UniLaSalle Main Page*. Recuperado el 2022 de 06 de 08, de <http://agrilab.unilasalle.fr/>
- AgriLAB UniLaSalle. (2021). *GPS RTK Libre*. Obtenido de <http://agrilab.unilasalle.fr/gps-rtk-libre/>
- AgroTech España. (2021). *Informe del AgroTech en España 2021*. Valencia: Asociación Española para la Digitalización de la Agricultura, el AgroAlimentario, la Ganadería, la Pesca y las Zonas Rurales.
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). *WORLD AGRICULTURE TOWARDS 2030/2050*. Agricultural Development Economics Division - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ap106e/ap106e.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

Algarve FabFarm. (12 de diciembre de 2020). *Página Principal*. Obtenido de <https://www.fabfarm.org>

AliExpress. (2022). *Conector rápido de 1/2 pulgadas a 16mm con válvula*. Obtenido de <https://aliexpress.com/n6Y8>

AliExpress. (2022). *Esponja hidropónica para vivero*. Obtenido de <https://aliexpress.com/RtDD>

AliExpress. (2022). *Tubo de aire de 10M*. Obtenido de <https://aliexpress.com/mfgX>

Alimentovivo.es. (2022). *Tenebrio Molitor*. Obtenido de <https://alimentovivo.es/inicio/20-6-tenebrio-molitor.html#/30-formato-1kg>

Amart pattern. (2 de junio de 2021). *Download Valentina program*. Obtenido de <https://smart-pattern.com.ua/en/valentina/download/#>

Amazon. (15 de agosto de 2011). *ELEGOO 120 Piezas de Cable DuPont, 40 Pines Macho-Hembra*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/dKoI4jP>

Amazon. (1 de marzo de 2012). *Gestionar la sostenibilidad en la moda: Diseñar para cambiar materiales, procesos, distribución, consumo*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Gestionar-sostenibilidad-moda-materiales-distribuci%C3%B3n/dp/849801591X>

Amazon. (26 de septiembre de 2013). *Refashioned: Moda vanguardista con materiales reutilizados*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Refashioned-Moda-Vanguardista-Materiales-Reutilizados/dp/8498017033>

Amazon. (28 de agosto de 2015). *Arduino Wearable Projects Tapa blanda*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Arduino-Wearable-Projects-Tony-Olsson/dp/1785283308>

Amazon. (24 de julio de 2015). *Dispositivos Wearables, Vision artificial, Google Glass y Android TV*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Dispositivos-Wearables-Vision-artificial-Android/dp/8426722555>

Amazon. (2015 de diciembre de 2015). *Tejidos inteligentes para diseñadores (Moda)*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Tejidos-Inteligentes-Para-Dise%C3%B1adores-Moda/dp/843421072X>

Amazon. (22 de marzo de 2016). *Agua Desionizada Destilada 5 litros*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/0MGXQAX>

Amazon. (1 de octubre de 2016). *Botanical Colour at your Fingertips*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Botanical-Colour-at-your-Fingertips/dp/0995556628>

Amazon. (24 de abril de 2016). *Guata, NAPA de algodón para manualidades*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/iDJvnLJ>

Amazon. (8 de enero de 2018). *Placa Prototipo con 830 Puntos Contactos sin soldaduras*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/hMYCxD>

- Amazon. (13 de agosto de 2018). *Soporte Material de laboratorio* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/bAc6yCX>
- Amazon. (22 de enero de 2019). *Cinta de tela termoadhesiva*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/ffUpu2o>
- Amazon. (28 de abril de 2019). *Cuero curtido vegetal*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/5xIUGFM>
- Amazon. (19 de agosto de 2019). *Estación de Soldadura, 60W 200-480°C*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/90bDmht>
- Amazon. (18 de junio de 2019). *Hoja de GOMA EVA (14 piezas)*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/5FxNWdp>
- Amazon. (30 de octubre de 2019). *Máquina de tejer MIAOKE*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/2ApheO9>
- Amazon. (4 de noviembre de 2020). *10 Rollos de Cinta Aislante Eléctrico de PVC*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/5Wo8LuJ>
- Amazon. (13 de diciembre de 2020). *Agitador Magnético con Placa Calefactora*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/dNHMZ8M>
- Amazon. (20 de marzo de 2020). *ATTiny85 Compatible con Arduino*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/g29krAB>
- Amazon. (6 de junio de 2020). *Braun Minipimer 5200 - Batidora de Mano, 1000 W*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/77KU7Ie>
- Amazon. (10 de junio de 2020). *Curso básico: Corte y Costura. Patrones, Diseños y trucos para desarrollar tu mejor estilo de ropa*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Curso-b%C3%A1sico-Costura-Patrones-desarrollar/dp/B08B32K9VJ>
- Amazon. (13 de diciembre de 2020). *Equipo de calentamiento de laboratorio, quemador Bunsen de un solo tubo*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/1MLnknm>
- Amazon. (11 de diciembre de 2020). *Glicerina Vegetal Líquida*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/4bkHGzn>
- Amazon. (9 de septiembre de 2021). *Multímetro digital*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/4keYLQh>
- Amazon. (16 de marzo de 2021). *Tejidos inteligentes: Los diseños de Hussein Chalayan*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Tejidos-inteligentes-Chalayan-Biblioteca-Tecnolog%C3%ADa/dp/1681658771>
- Amazon. (2 de noviembre de 2021). *TRITART 60 hojas A3 de colores de 130g*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/9cQJYQF>

BIBLIOGRAFÍA

Amazon. (2022). *0.32 mm² 2 Conductor Cable de silicona paralelo 10Metros [negro 5M rojo 5M] 22awg de cables de conexión Cable de cobre estañado trenzado sin oxígeno Resistencia a altas temperaturas* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/61hT9X6>

Amazon. (2022). *12v DC -Electrovalvula-Selenoide para liquidos*. Obtenido de <https://www.amazon.es/SATKIT-Electrovalvula-Selenoide-liquidos-Normalmente-hidroponicos/dp/B07DT4QXJ2>

Amazon. (2022). *BeMatik - Caja de Control con Dos pulsadores momentáneos*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/eeJFFxa>

Amazon. (2022). *Cajonera Wagon de plástico negro 4 cajones con ruedas 68 x 38 x 39 cm* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/aL07GUB>

Amazon. (2022). *EXLECO Super Eco Bomba de Estanque 7000 L/H 50W Bomba de Eco Bomaba de Filtro Bomba de Agua Sumergible Bomba de Agua Acuario para Acuario y Estanque CTP-7000* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/3Myrd5X>

Amazon. (2022). *FISCHER 097976 - Adhesivo PVC 500 ML* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/fOwHj97>

Amazon. (2022). *Gardena 13123-26 - Conector recto 13 mm* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/4xU4ltX>

Amazon. (2022). *Hama 00137284 Exterior 4AC Outlet(s) 2m Negro Base múltiple - Bases múltiples (Exterior, 2 m, 4 Salidas AC, IP44, Negro, Sintético)* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/fX1baWG>

Amazon. (2022). *Máscara antipolvo con filtro de carbono*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/f4OG7hT>

Amazon. (2022). *Mini Big Bag - Saco Rafia 60x60x60*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/goplMxw>

Amazon. (2022). *MMOBIEL 10mm ESD Cinta adhesiva de poliimida Adhesivo fuerte 30m de largo Resistente al calor hasta 280°C* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/7dKDBYtcv>

Amazon. (11 de abril de 2022). *Pinzas de Cocodrilo con Cable Finos Juego de 30 Cables*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/1asqjS0>

Amazon. (2022). *TANCUDER 12 PCS Conectores de Empalme Rápido en Forma T Conector Eléctrico para Conexión de Alambre 20-22AWG Conector de Alambre Aislado Conector Cable Eléctrico para Automóviles Luces y Audio* . Obtenido de <https://amzn.eu/d/35K5GST>

Amazon. (2022). *Tendedero con escuadra*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/0z5hGQ7>

Amazon. (2022). *YJBE Nutrientes hidropónicos - Juego de Dos Partes A + B*. Obtenido de <https://amzn.eu/d/01X3CeA>

Amazon Web Services. (2022). *AWS IoT*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/iot/>

- Andrady, A. L. (2015). Persistence of Plastic Litter in the Oceans. *Marine Anthropogenic Litter*, 57–72.
- Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). *Applications and societal benefits of plastics*. Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 364 (1526),.
- Arduino. (24 de abril de 2022). *Downloads - Arduino IDE 1.8.19*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/software>
- Arduino. (2022). *Main Page*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
- Arduino Store. (18 de febrero de 2021). *Arduino Uno Rev3* . Obtenido de <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3/>
- Arias, F. S. (2021). De la Bauhaus al Fab Lab. La revolución del aprender haciendo. *EGA*, 192-202.
- ArrowTI. (3 de febrero de 2021). *Servicios de impresión 3D*. Recuperado el 2022, de <https://arrowti3d.com/servicio-impresion-3d>
- Atamirano, S. (2013). Bauhaus. La escuela del arte, del diseño y la arquitectura del siglo XX. *Moove Magazine*. Obtenido de www.moovemag.com
- Autodesk. (28 de marzo de 2013). *Fusion 360*. Obtenido de <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- AutoDesk. (28 de julio de 2019). *AutoDesk Fusion 360*. Obtenido de <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- AutoDesk. (14 de agosto de 2020). *Slicer for Fusion 360*. Obtenido de <https://knowledge.autodesk.com/support/fusion-360/downloads/caas/downloads/content/slicer-for-fusion-360.html>
- Automation24. (2022). *Caja eléctrica FIBOX TEMPO TPC*. Obtenido de <https://www.automation24.es/caja-electrica-fibox-tempo-tpc-201610t-5824006>
- Automation24. (2022). *Controlador de la temperatura Selec TC544C-CE*. Obtenido de <https://www.automation24.es/controlador-de-la-temperatura-selec-tc544c-ce>
- Ayúdame3D. (18 de noviembre de 2018). *Página principal*. Obtenido de <https://ayudame3d.org/>
- Bachs, L., Cuesta, J., & Carles, N. (1988). *Aplicaciones industriales del láser*. Barcelona: Marcombo.
- Basque Bio Design Center. (27 de junio de 2021). *Fabricademy*. Obtenido de <https://www.basquedesigncenter.com/fabricademy/>
- Berihum, D., Ahrendt, D., & Kyosev, Y. (2020). *Additive Manufacturing and Textiles - State of the art*. Dresden, Alemania.

BIBLIOGRAFÍA

Bio Vinegar. (14 de noviembre de 2018). *Vinagre de vino blanco 5L*. Obtenido de <https://www.biovinegar.com/comprar/vinagre-de-vino-blanco-5l/>

Blynk. (2022). *Blynk Página Principal*. Obtenido de <https://blynk.io/>

Blynk. (2022). *Página principal*. Obtenido de <https://blynk.io/>

Brico Depot. (2022). *Pack 2 enlaces en t en reducción 1/2" - 1/4" claber*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/pack-2-enlaces-en-t-en-reduccion-1-2-1-4-claber-8000625910731>

Brico Depot. (2022). *Chapa de acero 500 x 250 x 1 mm*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/chapa-de-acero-500-x-250-x-1-mm-3232636004900>

Brico Depot. (2022). *Pack 2 tapones final de tubería 1/2" claber*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/pack-2-tapones-final-de-tuberia-1-2-claber-8000625093809>

Brico Depot. (2022). *Pletina de acero 20 x 4 mm - 2,5 m*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/pletina-de-acero-20-x-4-mm-2-5-m-3232637108706>

Brico Depot. (2022). *Pletina de acero 30 x 4 mm*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/pletina-de-acero-30-x-4-mm-2-5-m-3232637108751>

Brico Depot. (2022). *Rueda giratoria ϕ 7,5 cm con pletina y freno*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/rueda-giratoria-o-7-5-cm-con-pletina-y-freno-5010952855516>

Brico Depot. (2022). *Tubería polietileno principal ϕ 13-16mm - 50m claber*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/tuberia-poli-etileno-principal-o-13-16mm-50m-claber-8000625903665>

Brico Depot. (2022). *Tubo redondo de acero laminado 250 x ϕ 2 cm*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/tubo-redondo-de-acero-laminado-250-x-o-2-cm-3232637109802>

Brico Geek. (7 de octubre de 2018). *Adafruit Feather M0 WiFi*. Obtenido de <https://tienda.bricogeek.com/placas-adafruit-feather/901-adafruit-feather-m0-wifi-atsamd21.html>

Brico Geek. (9 de junio de 2018). *Adafruit Music Maker FeatherWing (3W)*. Obtenido de <https://tienda.bricogeek.com/adafruit-feather-wings/1336-adafruit-music-maker-featherwing-3w.html>

Brico Geek. (9 de julio de 2018). *Adafruit TFT FeatherWing 3.5" 480x320 táctil*. Obtenido de <https://tienda.bricogeek.com/adafruit-feather-wings/1539-adafruit-tft-featherwing-35-480x320-tactil.html>

Brico Geek. (18 de marzo de 2019). *Adafruit Joystick FeatherWing*. Obtenido de <https://tienda.bricogeek.com/adafruit-feather-wings/1262-adafruit-joystick-featherwing.html>

Brico Ventana. (2022). *Perfil plano PVC 60mm (1 metro)*. Obtenido de [https://www.brico-ventana.es/es_ES/p/Perfil-plano-PVC-60mm-\(1-metro\)-%7C-Accesorios-para-ventanas-y-puertas-en-Brico-Ventana?productId=9141](https://www.brico-ventana.es/es_ES/p/Perfil-plano-PVC-60mm-(1-metro)-%7C-Accesorios-para-ventanas-y-puertas-en-Brico-Ventana?productId=9141)

- Bricomart. (2022). *Indicador luminoso de LED verde*. Obtenido de <https://www.bricomart.es/indicador-luminoso-de-led-verde-10366041.html>
- Bricomart. (2022). *Tubo cuadrado acero laminado 100 x 2 x 2 cm*. Obtenido de <https://www.bricodepot.es/tubo-cuadrado-acero-laminado-100-x-2-x-2-cm-3232630201657>
- Burneo, X. E. (2017). *FAB KIDS, un espacio de niños y jóvenes para imaginar, jugar, compartir y crear sueños*. Loja, Ecuador: <https://dialoguemos.ec/2017/01/fab-lat-kids-un-espacio-para-ensenar-y-aprender-con-objetos-ludicos/>.
- Business Insider. (28 de febrero de 2021). *Cuánto gana un secretario o asistente en España: este es el sueldo en los puestos de secretaría*. Obtenido de <https://www.businessinsider.es/cuanto-gana-secretario-espana-sueldo-condiciones-758889>
- Byard, D. J., Woern, A. L., Oakley, R. B., & Fiedler, M. J. (2019). Green fab lab applications of large-area waste polymer-based additive manufacturing. *Additive Manufacturing* 27, 517-523.
- Cano Vicent, A., & Serrano Aroca, Á. (2021). 3D printing by fused deposition modelling: Handling, operation and biomedical applications. *Nereis. Interdisciplinary Ibero-American Journal of Methods, Modelling and Simulation*. marzo 2021 .
- Casa del Libro. (15 de marzo de 2019). *Manual de moda sostenible*. Obtenido de <https://www.casadellibro.com/libro-manual-de-moda-sostenible/9788417057794/9192162>
- Chya-Yan Liaw, M. G. (2017). Current and emerging applications of 3D printing in medicine. *Biofabrication*, Volume 9, Number 2.
- Cimpian, J. R., Kim, T. H., & Mcdermott, Z. T. (2020). Understanding persistent gender gaps in STEM.
- Cleveland Metropolitan School District Fab Lab. (9 de enero de 2020). *Makers Challenges*. Recuperado el 2022, de <https://cmsdfablab.org/2020/09/01/weekly-maker-challenge/>
- Cline, E. L. (2016). *Overdressed: The Shockingly High Cost of Cheap Fashion*. Penguin Books Limited.
- Coca Rebollero, P., & Rosique Jimenez, J. (1984). *Ciencia de Materiales Teorías-Ensayos-Tratamientos*. Madrid: Pirámide.
- Cole, C., Gnanaprasam, A., Cooper, T., & Singh, J. (2019). Assessing barriers to reuse of electrical and electronic equipment, a UK perspective. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100004>
- Comisión Europea. (25 de noviembre de 2021). *Market technology based on membranes for the reduction of ammonia in livestock farms*. Obtenido de <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/details/5701>

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Europea. (25 de noviembre de 2021). Programa LIFE: más de 290 millones de euros para proyectos en los ámbitos de la naturaleza, el medio ambiente y la acción por el clima. Bruselas.

Comunidad Winemakers. (4 de septiembre de 2022). *Collective winemaking traditions re-imagined through digital fabrication*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://fablabbcn.org/projects/winemakers>

Contreras, L. (2016). *Escáner de luz estructurada*. <https://www.3dnatives.com>.

CU Community FabLab. (8 de septiembre de 2020). *Summer Camps 2022*. Recuperado el marzo de 2022, de <http://cucfablab.org/summer-camps/>

Cyltv. (4 de mayo de 2022). El Campus de Soria acoge el FabLab itinerante. Soria. Obtenido de <https://www.cyltv.es/videoSH/ff21498b-4dbc-43b2-96e5-88fb023567eb/El-Campus-de-Soria-acoge-el-FABLAB-itinerante>

Digital FabLab. (27 de marzo de 2021). *Virtual learning-by-doing for footwear education*. Recuperado el 09 de 06 de 2022, de <https://www.digitalfablab.eu/#project>

Doloepis. (2022). *Gafa panorámica ventilación indirecta*. Obtenido de <https://www.soloepis.com/gafas-integrales/199-gafa-panormica-ventilacin-indirecta.html>

Dressen, K., Schepers, S., & Danny, L. (2016). From Hacking Things to Making Things. Rethinking making by supporting non-expert users in a FabLab. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, 47-64.

Duffó, G. S. (2012). *Una mirada a los biomateriales*. Buenos Aires, Argentina.

Dusseldorf FabFarm. (18 de febrero de 2017). *Página Principal*. Obtenido de <http://fabfarm.net/>

Ecoalf. (2022). *Página principal*. Obtenido de <https://ecoalf.com/>

Ecolec. (12 de abril de 2018). *Economía Circular*. Recuperado el 06 de junio de 2022, de <https://ecolec.es/informacion-y-recursos/economia-circular/>

Editorial GG. (2013). Obtenido de <https://editorialgg.com/principios-basicos-del-dise-o-textil-ebook.html>

El costurero mágico. (2018). *Pegamento en barra al agua*. Obtenido de <https://costureromagico.es/varios/151-pegamento-en-barra-al-agua-prym.html>

Electrónica Embajadores. (2022). *Relé Estado Sólido Monofásico 25 A*. Obtenido de <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/RL31002/reles/reles-estado-solido/ssr-25da-rele-estado-solido-monofasico-25-a-24-380-vca-activacion-con-corriente-continua>

Esparza Vela, K. P., & Esparza Vela, X. D. (2013). *Estudio de las diferentes técnicas básicas entre los tipos de plotters de corte y plotters de impresión*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2201>.

Europa Press. (4 de mayo de 2021). La UE autoriza por primera vez el consumo como alimento de un insecto. *Europa Press*. Obtenido de <https://www.europapress.es/economia/noticia-ue-autoriza-primer-vez-consumo-alimento-insecto-20210504134104.html>

Eurostat. (2017). *Una mirada a la vida de los ancianos en la Unión Europea hoy*. Comisión Europea.

Expondo. (2022). *Estantería de metal - 120 x 45 x 189 cm - 90 kg - 4 ruedas - Royal Catering*. Obtenido de https://www.expondo.es/royal-catering-estanteria-de-metal-120-x-45-x-189-cm-90-kg-4-ruedas-royal-catering-10012531?gclid=CjwKCAjwwdWVBhA4EiwAjcYJEO69EUpp9wwNVou5yqlQuMzZIKgEQpyKcTIHYPrGERhK_zGSSG5cxoCFpoQAvD_BwE

Fab City. (2022). *Página Principal*. Obtenido de <https://fab.city/>

Fab Foundation. (27 de junio de 2016). *Página principal*. Obtenido de <https://fabfoundation.org/>

Fab Foundation. (2022). *Getting started with fablabs*. Obtenido de <https://fabfoundation.org/getting-started/#fablabs-full>

Fab Foundation. (2022). *Mobile FabLab*. Recuperado el 2022, de <https://fabfoundation.org/getting-started/#mobile-fablab>

Fab Foundation Ireland. (20 de mayo de 2018). *First FABLAB Prison Programme - Case Study*. Recuperado el marzo de 2022, de <http://fabfoundationireland.org/news-and-events/first-fablab-prison-programme.html>

FAB LAB BCN. (29 de septiembre de 2020). *The Precious Plastic recycling revolution*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://fablabbcn.org/blog/tech-for-good/the-precious-plastic-recycling-revolution>

Fab Lab Sant Cugat. (25 de noviembre de 2021). *El Maker Challenge*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://www.fablabsantcugat.com/blog/el-maker-challenge-el-repte-de-canviar-el-mn-amb-la-fabricaci-digital-s-possible-part-ii>

FabAcademy. (18 de mayo de 2012). *Fab Academy Course Structure*. Recuperado el 2022, de <https://fabacademy.org>

FabAcademy. (20 de junio de 2022). *Fab Academy Tuition fee*. Obtenido de <https://fabacademy.org/apply/fees.html#title-fab-academy-pricingdescription-costs-breakdown-payment-method-and-payment-policies>

FabCity Foundation. (2011). *FabCity*. Recuperado el 09 de junio de 2022, de <https://fab.city/>

FabLab Barcelona. (4 de septiembre de 2020). *Education*. Obtenido de <https://fablabbcn.org/education>

BIBLIOGRAFÍA

FabLab BCN. (7 de septiembre de 2020). *Comunidad Winemakers*. Obtenido de <https://fablabbcn.org/projects/winemakers>

FabLab BCN. (4 de septiembre de 2020). *Fabricademy Barcelona*. Obtenido de <https://fablabbcn.org/education/postgraduates/fabricademy-barcelona>

FabLab BCN. (4 de septiembre de 2020). *GROW Observatory*. Obtenido de <https://fablabbcn.org/projects/grow-observatory>

FabLab BCN. (4 de septiembre de 2020). *OSBH – Open Source Beehives*. Obtenido de <https://fablabbcn.org/projects/osbh-open-source-beehives>

FabLab BCN. (2021). *Bridging The Creativity Gap*. Recuperado el 09 de junio de 2022, de <https://fablabbcn.org/projects/bridging-the-creativity-gap>

FabLab BCN. (29 de septiembre de 2022). *The Precious Plastic recycling revolution*.

FabLab Córdoba. (8 de septiembre de 2018). *Fab Kids*. Obtenido de <http://fablabcordoba.org/category/edu/fab-kids/>

FabLab Cuenca. (13 de octubre de 2016). *Cursos y talleres*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://www.fablabcuenca.com/cursos-y-talleres>

FabLab Cuenca. (8 de marzo de 2017). *Página Principal*. Obtenido de <https://www.fablabcuenca.com/>

FabLab Cuenca. (14 de julio de 2020). *STEAM teacher: Programa de alfabetización tecnológica para docentes*. Obtenido de <https://www.fablabcuenca.com/steam-teacher>

FabLab Cuenca. (14 de julio de 2020). *STEM Teacher*. Obtenido de <https://www.fablabcuenca.com/steam-teacher>

FabLab Cuenca. (06 de febrero de 2021). *Fab lab itinerante*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://www.fablabcuenca.com/fablab-itinerante>

FabLab ESAN. (8 de agosto de 2018). *Página Principal*. Obtenido de <https://fablab.esan.edu.pe/>

FabLab ETSAM. (15 de mayo de 2019). *Impresoras 3D*. Obtenido de <https://servicios.aq.upm.es/fablab/node/21>

FabLab ETSIDI. (4 de octubre de 2017). *Tutoriales*. Obtenido de <http://fablabetsidi.com/>

FabLab Genk. (16 de mayo de 2012). *Página Principal*. Obtenido de <http://fablabgenk.be/>

FabLab Kids. (22 de junio de 2022). *Blog FabLab Kids y FabLab Teens*. Obtenido de <http://fablabkids.org/>

FabLab León. (2017). *Reparatelo Openlab*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://talleresfablableon.wordpress.com/reparatelo/>

- FabLab León. (3 de febrero de 2020). *Fab Academy en Fab Lab León*. Recuperado el febrero de 2022, de <https://fablableon.org/fabacademy/>
- FabLab León. (24 de junio de 2020). *Fabricademy en FabLab León*. Obtenido de <https://fablableon.org/fabricademy-textile-lab/>
- FabLab León. (28 de octubre de 2021). *Página Principal*. Obtenido de <https://fablableon.org/>
- FabLab Leuven. (4 de mayo de 2019). *Tutorials*. Obtenido de <https://fablab-leuven.be/laser-cutter/?lang=en>
- FabLab Sant Cugat. (13 de noviembre de 2020). *Blog FabLab Sant Cugat*. Obtenido de <https://www.fablabsantcugat.com/blog/los-fablabs-son-un-punto-de-encuentro-para-conectar-emprendedores-y-empresas>
- FabLab Sevilla. (27 de octubre de 2021). *Convocatoria del Primer Curso de Capacitación 21-22*. Obtenido de <https://fablabsevilla.us.es/index.php/formacion/398-convocatoria-del-primer-curso-de-capacitacion-21-22>
- FabLab UVa. (2019). *Conoce nuestro FABLAB*. Recuperado el 2022 de enero, de <https://innovacion.funge.uva.es/fablab>
- FabLab UVa. (2020). *Equipamiento*. Recuperado el febrero de 2022, de <http://innovacion.funge.uva.es/equipamiento>
- FabLab Valencia. (23 de julio de 2019). *Formación*. Obtenido de <http://fablabvalencia.com/formacion/>
- FabLabs.io. (2022). *Mapa de FabLabs*. Recuperado el febrero de 2022, de <https://www.fablabs.io/labs>
- FabLat. (24 de noviembre de 2020). *Página Principal*. Obtenido de <https://fab.lat/>
- Fabricademy. (9 de mayo de 2017). *A new textile academy*. Obtenido de <https://textile-academy.org/>
- Fabricademy. (22 de febrero de 2017). *About Fabricademy*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://textile-academy.org/about/>
- Fabricademy. (24 de octubre de 2018). *Tutorials*. Obtenido de <https://class.textile-academy.org/tutorials/>
- Fabricademy. (24 de octubre de 2018). *Tutorials*. Obtenido de <https://class.textile-academy.org/tutorials/>
- Fabricademy. (1 de marzo de 2022). *Nodes*. Obtenido de <https://textile-academy.org/nodes/>
- Fabricademy. (1 de marzo de 2022). *Nodes - Becoming a node*. Obtenido de <https://textile-academy.org/nodes/>

BIBLIOGRAFÍA

- Fanan3D. (8 de febrero de 2022). *Compara impresora 3D DLP y FDM*. Recuperado el 10 de 04 de 2022, de <https://fanan3d.com/compare-fdm-dlp-3d-printer/>
- FAO. (2021). *Looking at edible insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector*. Roma. doi:<https://doi.org/10.4060/cb4094en>
- Farnell. (2022). *Extractor de Humos de Soldadura, 360 m³/h, 220V, 200 W, UE/GB*. Obtenido de <https://es.farnell.com/multicomp-pro/mp740530/extractor-humos-doble-200w-220vac/dp/3517219>
- Feeley, S., Wijnen, B., & Pearce, J. (2014). Evaluation of Potential Fair Trade Standards for an Ethical 3-D Printing Filament. *Journal of Sustainable Development*.
- FisioMarket. (2022). *Bombilla infrarrojo 100 W beurer*. Obtenido de <https://www.fisioMarket.com/36982-bombilla-infrarrojo-100-w-beurer.html>
- Flintec.es. (24 de abril de 2016). *Gram FC* . Obtenido de <https://flintec.es/balanzas-de-laboratorio/gram-fc.html>
- Foodiverse. (15 de septiembre de 2020). *Página principal*. Obtenido de <https://foodiverse.com/>
- FoodSHIFT 2030. (09 de junio de 2022). *FoodSHIFT 2030 About*. Obtenido de <https://foodshift2030.eu/about/>
- Formlabs. (2017). *Comparación de tecnologías de impresión 3D: FDM, SLA o SLS*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://formlabs.com/es/blog/fdm-sla-sls-como-elegir-tecnologia-impresion-3d-adecuada/>
- Forti, V., Balde, C., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. Bonn, Geneva and Rotterdam : SCYCLE Books.
- freepik. (25 de marzo de 2022). *freepik*. Obtenido de https://www.freepik.es/vector-premium/tipos-reciclaje-plastico-material-codigo-resina-e-iconos-pvc-pete-hdpe-ldpe-marcado-paquete-polietileno-reciclar-infografia-vectorial_24842380.htm
- Frey, C., & Osborne, M. (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? *Working Paper, Oxford Martin School, University of Oxford*, 77.
- Fruugo. (9 de junio de 2019). *36 Colores Fibra Textil* . Obtenido de https://www.fruugo.es/36-colores-fibra-textil-pigmento-mano-pintado-colorante-colorante-tela-papel-de-madera-no-se-desvanece/p-72877802-146557663?language=es&ac=croud&utm_source=organic_shopping&utm_medium=organic
- FUNGE. (2021). *Bases programa PROMETEO*. Valladolid.
- Future Learn. (5 de octubre de 2018). *Citizen Science: From Data to Action*. Obtenido de <https://www.futurelearn.com/courses/grow-from-soil-to-data>

- Gasnam. (17 de noviembre de 2020). *LIFE SMART AgroMobility*. Obtenido de <https://gasnam.es/project/life-smart-agromobility/>
- Gershenfeld, N. A. (2005). *FAB: THE COMING REVOLUTION ON YOUR DESKTOP - FROM PERSONAL COMPUTERS TO PERSONAL FABRICATION*. Basic Books.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 2, <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.
- Gjengedal, A. (2006). *Industrial Clusters and establishment of MIT FabLab at Furufalten, Norway*. Tromsø: 9th International Conference on Engineering Education.
- Gold Stein Research. (2019). *Smart Clothing Market: Global Industry Research, Size, Share, Market Restraints, Growth Prospects, Demand Analysis, Emerging Trends, & Forecast 2017-2025*. Obtenido de <https://www.goldsteinresearch.com/report/global-smart-clothing-market>
- Google. (2022). *Google Firebase*. Obtenido de <https://firebase.google.com/>
- Google. (2022). *Google Firebase*. Obtenido de <https://firebase.google.com/>
- Gottwald, J. F. (1969). *Liquid metal recorder*. (U.S. Patent No. US3596285A).
- Gran Velada. (4 de abril de 2014). *Almidon de arroz*. Obtenido de <https://www.granvelada.com/es/aditivos-para-jabon-y-cosmetica/1439-22965-harina-de-arroz.html>
- Gran Velada. (4 de abril de 2014). *Carbonato de sodio*. Obtenido de <https://www.granvelada.com/es/regulador-ph/1900-2351-carbonato-de-sodio.html>
- Gran Velada. (4 de abril de 2014). *Cremor tartaro*. Obtenido de <https://www.granvelada.com/es/productos-quimicos/1057-1420-acido-tartarico-comprar.html>
- Gran Velada. (4 de abril de 2014). *Gelatina neutra*. Obtenido de https://www.granvelada.com/es/aditivos-para-jabon-y-cosmetica/1789-2189-gelatina-neutra.html?gclid=CjwKCAjw_ISWBhBkEiwAdqxb9luPTnQargGj12liCHXEu4tH-d_zT5k24blBsIGBrzQrRpQwaVwxrRoC1RkQAvD_BwE
- Gran Velada. (4 de abril de 2014). *Goma arabiga*. Obtenido de <https://www.granvelada.com/es/aditivos-para-jabon-y-cosmetica/1437-1776-goma-arabiga-en-polvo.html>
- Gran Velada. (4 de abril de 2014). *Piedra de alumbre en polvo*. Obtenido de <https://www.granvelada.com/es/principio-activo/438-584-piedra-de-alumbre.html>
- Gran Velada. (4 de abril de 2014). *Resina de poliuretano*. Obtenido de https://www.granvelada.com/es/silicona-para-moldes-catalizador-rtv-/2147-2590-resina-de-poliuretano.html?gclid=CjwKCAjw_ISWBhBkEiwAdqxb9vnwR7knV1xi1KgoHIWrgxnMjE4Cq8SWQ_GXQy14EUpGRLVXxAITqBoCAecQAvD_BwE

BIBLIOGRAFÍA

Gran Velada. (2022). *Tela de saco de arpillera marron natural*. Obtenido de <https://www.granvelada.com/es/saquitos-de-tela/3742-5251-tela-de-saco-de-arpillera-marron-natural.html>

Grand view research. (2021). *3D Printing Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component, By Printer Type (Desktop, Industrial), By Technology, By Software, By Application, By Vertical, By Material, By Region, And Segment Forecasts, 2021 - 2028*. Obtenido de <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-industry-analysis>

Grasshopper. (10 de enero de 2010). *Download*. Obtenido de <https://www.grasshopper3d.com/page/download-1>

GreenLab. (2021). *GreenLab Material Lab*. Recuperado el 08 de 06 de 2022, de <https://www.greenlab.org/materiallab/>

GROW Observatory. (2020). Recuperado el 09 de junio de 2022, de <https://fablabbcn.org/projects/grow-observatory>

Grow Observatory. (2022). *Data*. Obtenido de <https://growobservatory.org/data/>

Hanif Md Saad, M., & Maisarah Hamdan, N. (2021). *State of the Art of Urban Smart Vertical Farming Automation System: Advanced Topologies, Issues and Recommendations*. Electronics. doi:<https://doi.org/10.3390/electronics10121422>

Harvard Wiki. (26 de septiembre de 2019). *Tutorials*. Obtenido de <https://wiki.harvard.edu/confluence/display/fabricationlab/Tutorials>

Harvard GSD Fabrication Lab. (2022). *Tutorials*. Obtenido de <https://wiki.harvard.edu/confluence/display/fabricationlab/Tutorials>

HECTAR Hydroponics. (10 de diciembre de 2005). *hectar.org*. Recuperado el 24 de junio de 2022, de <http://www.hectar.org/>

Hectar Hydroponics. (29 de junio de 2021). *Hectar V0.9 Open Source Hydroponics Package*. Obtenido de https://grabcad.com/library/hectar-v0-9-open-source-hydroponics-package-1/details?folder_id=10548846

Hobsbawm, E. (1988). *En torno a los orígenes de la revolución industrial*. Siglo XXI de España Editores.

I love telas. (22 de febrero de 2020). *Neopreno 2 mm*. Obtenido de https://ilovetelas.com/telas-con-espesor/476-neopreno-2-mm.html#/2013-color_neopreno-carne_bco

Ibañez. (2022). *Portalámparas de infrarrojos*. Obtenido de <https://www.setterbakio.com/portalamparas-de-infrarrojos>

- IICA. (17 de julio de 2019). *Costa Rica inaugura laboratorio de innovación Fab Lab especializado en agricultura*. Obtenido de <https://iica.int/es/prensa/noticias/costa-rica-inaugura-laboratorio-de-innovaci%25C3%25B3n-fab-lab-especializado-en-agricultura>
- Imprimalia3D. (2019). *Impresa en 3D una casa en tan solo 60 horas*. Obtenido de <http://imprimalia3d.com/noticias/2019/11/23/0011396/impresa-3d-una-casa-tan-s-lo-60-horas>
- Incafe. (2022). *Tubo cuadrado 30x30x3*. Obtenido de https://www.incafe2000.com/Esp/p/Tubo_cuadrado_30x30x3
- Indomio. (febrero de 2022). *Análisis del mercado inmobiliario en la localidad de Valladolid*. Obtenido de <https://www.indomio.es/mercado-inmobiliario/castilla-y-leon/valladolid-capital/>
- INKSCAPE. (16 de mayo de 2022). *INKSCAPE 1.2*. Obtenido de <https://inkscape.org/de/release/inkscape-1.2/>
- Instituto de Bioeconomía UVa. (16 de noviembre de 2019). *Página principal*. Obtenido de <https://bioeco.uva.es/>
- Julia, W.-H., & Corinne, B. (2013). *FabLab: Of Machines, Makers and Inventors*. Hannover: Julia Walter.
- Kazini, I., Lutz, V., Malik, S., & Mazari, A. (2020). *Smart textiles for sportswear and wearables*.
- La Canilla. (22 de marzo de 2015). *Enhebrador metálico*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/18-enhebrador-metalico.html>
- La Canilla. (28 de enero de 2015). *Tienda*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/>
- La Canilla. (2 de agosto de 2016). *Cortadora térmica HSG-0*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/maquinas/59-hsg-0.html>
- La Canilla. (21 de mayo de 2018). *40 Imperdibles Curvados 40mm*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/2307-40-imperdibles-curvados-40mm.html>
- La Canilla. (marzo de 31 de 2018). *AGUJAS DE COSTURA A MANO*. Obtenido de <https://costureromagico.es/aguja/149-aguja-de-costura-a-mano.html>
- La Canilla. (1 de abril de 2018). *Alfileres 25gr 26x0,70mm*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/2162-alfileres-25gr-26x070mm-nupcial-y-encaje.html>
- La Canilla. (30 de marzo de 2018). *Bases de corte*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/106-bases-de-corte>
- La Canilla. (3 de marzo de 2018). *Brother CS70S*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/inicio/3028-brother-cs70s.html>

BIBLIOGRAFÍA

La Canilla. (30 de marzo de 2018). *Descosedor pequeño*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/182-descosedor-pequeno.html>

La Canilla. (1 de abril de 2018). *Organizador 9 Compartimentos PRYM*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/3226-organizador-9-compartimentos-prym.html>

La Canilla. (30 de marzo de 2018). *RHINO RH-90711 DBx1*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/maquinas/2095-rhino-rh-90711-dbx1.html>

La Canilla. (24 de agosto de 2020). *Bote de aceite 1 Litros*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/446-bote-de-aceite-1l.html>

La Canilla. (2 de junio de 2020). *Broches a presión de latón*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/merceria/3172-broches-a-presion-de-laton.html>

La Canilla. (12 de noviembre de 2021). *Cinta métrica 150cm*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/370-cinta-metrica-150cm.html>

La Canilla. (15 de agosto de 2021). *Cortahilo*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/accesorios/17-cortahilos-tc-805.html>

La Canilla. (3 de marzo de 2021). *Set Cutter Rotativo + 6 Cuchillas*. Obtenido de <https://www.lacanilla.com/tijeras-cortahilos-cutters/2966-set-cutter-rotativo-6-cuchillas.html>

Lanas Garla. (28 de julio de 2019). *Fieltro Natural*. Obtenido de <https://lanasgarla.com/producto/fieltro-natural/>

Leinster, M. (1945). *Things Pass By*. Thrilling Wonder Stories.

León Robles, C., Reinoso Gordo, J., & Mataix Sanjuán, J. (2018). *Luz estructurada en la reconstrucción digital de detalles arquitectónicos*. Team.

Leroy Merlin. (2022). *Bolsa de de jardín de 54x66 cm para 150l*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/fp/17268412/bolsa-de-basura-de-jardin-de-54x66-cm-para-150l>

Leroy Merlin. (2022). *Codo 90° hembra - hembra 20 mm de Ø*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/fp/12164922/codo-90-hembra-hembra-20-mm-de>

Leroy Merlin. (2022). *Pasamuros roscado 3/4" para depósitos 25 mm*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/fp/83450735/pasamuros-roscado-3-4-para-depositos-25-mm>

Leroy Merlin. (2022). *Perfil forma ángulo recto de acerox3x200 cm0.3*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/fp/80110380/perfil-forma-angulo-recto-de-acerox3x200-cm0-3>

Leroy Merlin. (2022). *Set de 50 bridas blancas TENAX 4,8x200mm para uso exterior e interior*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/fp/81880903/set-de-50-bridas-blancas-tenax-4-8x200mm-para-uso-exterior-e-interior>

- Leroy Merlin. (2022). *Tubo de PVC presión de Ø20 mm y 2,5 m*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/fp/12400332/tubo-de-pvc-presion-de-20-mm-y-2-5-m>
- LIFE +REB. (29 de marzo de 2022). *Página principal*. Obtenido de <https://liferebollo.es/>
- LIFE SMART Agromobility. (23 de mayo de 2022). *Página Principal*. Obtenido de <https://lifsmartagromobility.eu/>
- London Imperial College. (3 de marzo de 2018). *The Maker Challenge*. Obtenido de <https://www.imperial.ac.uk/be-inspired/schools-outreach/secondary-schools/stem-programmes/the-maker-challenge/>
- Lumistrips. (2022). *LED Zhaga Horticultura blanco cálido 3000K 13PPF 800lm 175mA 37.5V 26 LED módulo 28cm*. Obtenido de <https://www.es.lumistrips.com/lumistrips-plug-play-led/linearz-26-nichia-rsp0a-led-strip-zhaga-horticulture-warm-white-3000k-800lm-175ma-375v-26-leds-28cm-module-2858lm-m-and-24w-m-sku-34312.html>
- Lumistrips. (2022). *MEAN WELL Driver LED de corriente constante LCM-25 IP20 350 > 1050 mA 230V a 6 > 54VDC DIM*. Obtenido de <https://www.es.lumistrips.com/drivers-transformers/constant-current-led-driver-mean-well-lcm-25-ip20-350-2400-ma-230v-to-6-54vdc-dim-sku-95267.html>
- Macoglass. (2022). *MALLA MOSQUITERA AL CORTE*. Obtenido de https://www.mallasyplasticos.com/malla-mosquitera/malla-mosquitera-al-corte.html#/73-ancho-1_metro/100-color-cristal
- Madau, F. A., Arru, B., Furesi, R., & Pulina, P. (2020). Insect Farming for Feed and Food Production from a Circular Business Model Perspective. *Sustainability* 2020. doi:<https://doi.org/10.3390/su12135418>
- Madera Sostenible. (16 de septiembre de 2021). *Los bosques de rebollo de Castilla y León serán estudiados por LIFE +REB*. Obtenido de <https://madera-sostenible.com/forestal/los-bosques-de-rebollo-de-castilla-y-leon-seran-estudiados-por-life-reb/>
- Maese Pau. (12 de diciembre de 2018). *Silicona Vegetal Natural*. Obtenido de <https://maesepau.es/product/silicona-natural-origen-vegetal-bio/>
- Make Human. (16 de junio de 2016). *Downloads*. Obtenido de <http://www.makehumancommunity.org/content/downloads.html>
- Makers Challenge Central. (6 de noviembre de 2021). *Página Principal*. Obtenido de <https://makerschallengecentral.com/>
- Mandin. (27 de 06 de 2022). *Mandin recycled plastic skateboard*. Obtenido de <https://www.mandin.earth/recycled-plastic-skateboard-deck>

BIBLIOGRAFÍA

Manxa ferros. (2022). *Tubos calibrados*. Obtenido de https://www.manxaferros.com/es/77-TUBO_CALIBRADO?p=2#

MarkForged. (2020). *FDM vs SLA - 3D Printing Process Breakdown*. Obtenido de <https://markforged.com/es/resources/blog/fdm-vs-sla>

MAS Castilla la Mancha. (3 de junio de 2022). *FabLab Cuenca comienza con el proyecto "WeRepair", el primer taller colaborativo de reparación de objetos en Cuenca*. Obtenido de <https://www.mascastillalamancha.com/2022/06/03/fablab-cuenca-comienza-con-el-proyecto-werepair-el-primer-taller-colaborativo-de-reparacion-de-objetos-en-cuenca/>

Matadero MediaLab. (12 de agosto de 2021). *Injerto / Textil Vivo. Laboratorio de experimentación textil*. Obtenido de <https://www.medialab-matadero.es/programas/injerto-textil-vivo-laboratorio-de-experimentacion-textil>

MecSoft. (25 de enero de 2009). *RhinoCAM*. Obtenido de <https://mecsoft.com/rhinocam/>

Mendoza, R. (11 de marzo de 2022). Por qué se suman ahora insectos como los grillos y los gusanos a la dieta. *ABC*.

Microsoft. (24 de junio de 2022). *FarmBeats: AI, Edge & IoT for Agriculture*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/farmbeats-iot-agriculture/>

Ministerio de Universidades. (2020). *Datos y cifras del sistema universitario español*. Madrid.

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2018). *Programa LIFE*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/ayudas-subvenciones/programa-life/>

Ministro de agricultura, pesca y alimentación. (2022). *INFORME ANUAL DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA ESPAÑOLA PERIODO 2021 - 2022*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/20220307informeanualindustria2021-2022_ok_tcm30-87450.pdf

MIT. (2022). *MIT Inventor*. Obtenido de <https://appinventor.mit.edu/>

MIT Center for Bits and Atoms. (9 de septiembre de 2008). *Fab Lab/Class Inventory*. Recuperado el mayo de 2022, de <http://inventory.fabcloud.io/data/>

Mitchell, G. R. (2021). *D/4D Printing of Polymers: Fused Deposition Modelling (FDM), Selective Laser Sintering (SLS), and Stereolithography (SLA)*. <https://www.mdpi.com/2073-4360/13/18/3101/htm>.

MOAI Labs. (24 de febrero de 2021). *Página principal*. Obtenido de <https://www.moailabs.eu/>

Moai Labs. (2022). *Proyecto MOAI Labs*. Recuperado el marzo de 2022, de www.moailabs.eu

- Mordor Intelligence . (2022). *Vertical Farming Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2022 - 2027)*. Mordor Intelligence.
- Node-Red. (2022). *Node-Red Página principal*. Obtenido de <https://nodered.org/>
- Oguz, Y. (2020). *Smart textiles for healthcare and medicine applicatioons*.
- Omega. (2022). *Termopar tipo k*. Obtenido de <https://es.omega.com/pptst/XC.html>
- Open Remote. (2022). *Open Remote Página Principal*. Obtenido de <https://openremote.io/>
- Open Remote. (2022). *Página principal*. Obtenido de <https://openremote.io/>
- Openfitlab. (29 de junio de 2013). *Openfitlab Guide*. Obtenido de <https://openfitlab.com/guide>
- Opo-Lab. (30 de mayo de 2017). *Página principal*. Obtenido de <https://www.opolab.com/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *El estado de la ciencia en el mundo*.
- Owen, J. (09 de diciembre de 2005). *National Geographic*. Obtenido de Farming Claims Almost Half Earth's Land, New Maps Show: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/agriculture-food-crops-land>
- Pc Componentes. (2022). *Raspberry Fuente de Alimentación USB-C para Raspberry Pi 4 5V 3A 15W Blanca*. Obtenido de <https://www.pccomponentes.com/raspberry-fuente-de-alimentacion-usb-c-para-raspberry-pi-4-5v-3a-15w-blanca>
- Planeta Huerto. (2022). *Pack 5 Bandejas Cultivo de Semillas, 35x23.5 cm*. Obtenido de https://www.planetahuerto.es/venta-pack-5-bandejas-cultivo-de-semillas-35x235-cm_03669
- Planeta Huerto. (2022). *Semillas de Brócoli verde Calabrese*. Obtenido de https://www.planetahuerto.es/venta-semillas-de--brocoli-verde-calabrese_455
- Planeta Huerto. (2022). *Semillas de Guisante 1/2 enrame Rondo* . Obtenido de https://www.planetahuerto.es/venta-semillas-de-guisante-12-enrame-rondo_44529
- Planeta Huerto. (2022). *Semillas ecológicas de Lechuga maravilla de verano* . Obtenido de https://www.planetahuerto.es/venta-semillas-ecologicas-de--lechuga-maravilla-de-verano_77
- Planeta Huerto. (2022). *Semillas ecológicas de Pimiento Dulce Italiano*. Obtenido de https://www.planetahuerto.es/venta-semillas-ecologicas-de-pimiento-dulce-italiano_14885
- Planeta Huerto. (2022). *Semillas ecológicas de Tomate marmande raf* . Obtenido de https://www.planetahuerto.es/venta-semillas-ecologicas-de--tomate-marmande-raf_88
- Plastics Magazine. (15 de junio de 2021). *Flipflop: a 100% recycled boat celebrating the fight against plastic waste*. Obtenido de <https://plastics-themag.com/Flipflop:-a-100-recycled-boat-celebrating-the-fight-against-plastic-waste>

BIBLIOGRAFÍA

- Poblenou Urban District. (16 de noviembre de 2015). *Talleres de fin de Semana en Fab Lab BCN*. Obtenido de <https://www.poblenouurbandistrict.com/es/tallers-de-cap-de-setmana-fab-lab-bcn/>
- PonicsArea. (2022). *Hydroponics vs. Aquaponics vs Aeroponics: Common Features & Differences*. Obtenido de PonicsArea: <https://ponicsarea.com/hydroponics-vs-aquaponics-vs-aeroponics/>
- Precious Plastic. (22 de octubre de 2015). *Our history*. Recuperado el abril de 2022, de <https://preciousplastic.com/about/history.html>
- Precious Plastic. (22 de octubre de 2015). *Página Principal*. Obtenido de <https://preciousplastic.com/>
- Precious Plastic. (16 de marzo de 2017). *Mapa*. Recuperado el abril de 2022, de <https://community.preciousplastic.com/map>
- Precious Plastic. (27 de julio de 2017). *Precious Plastic Bazar*. Obtenido de <https://bazar.preciousplastic.com/>
- Precious Plastic. (6 de octubre de 2019). *Academy*. Obtenido de <https://community.preciousplastic.com/academy/intro.html>
- Precious Plastic. (26 de junio de 2020). *Bricks Starterkit*. Recuperado el 27 de 06 de 2022, de <https://preciousplastic.com/starterkits/buy/bricks.html>
- Precious Plastic. (7 de enero de 2020). *Build an Injection Machine*. Obtenido de <https://community.preciousplastic.com/academy/build/injection>
- Precious Plastic. (7 de enero de 2020). *Collection Point*. Obtenido de <https://preciousplastic.com/starterkits/showcase/collection-point.html>
- Precious Plastic. (7 de enero de 2020). *Shredder Starterkit*. Obtenido de <https://community.preciousplastic.com/academy/build/shredderprobuilt>
- Precious Plastic. (27 de 06 de 2022). *Basics*. Obtenido de <https://community.preciousplastic.com/academy/plastic/basics>
- Precious Plastic. (1 de marzo de 2022). *Starterkits to create recycling spaces*. Recuperado el 12 de abril de 2022, de <https://preciousplastic.com/archived/starterkits/overview.html>
- Precious Plastic Capi. (2022). *V3.3 SHREDDER BOX KIT*. Obtenido de <https://bazar.preciousplastic.com/machines/shredder/shredder-kits/v3.3-shredder-box-kit/>
- Promonautica. (2022). *Depósito de agua 72 L con tapón*. Obtenido de https://www.promonautica.com/depositos-de-agua-potable/7220-deposito-de-agua-72-l-con-tapon.html?gclid=CjwKCAjw5NqVBhAjEiwAeCa97ZmNID2DpZ6-ZNhxysIcZ9Oq2Mprg0Q51WQv8g-ViJ0X3tiZ7IcoOxoC7SwQAvD_BwE
- Puentes, R. R. (2020). *Granja de insectos Organia*. Valladolid.

- Randstad research. (2022). *Informe de tendencias salariales. Sector ingeniería*. Obtenido de <https://www-randstadresearch-es.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/06/RANDSTAD-RESEARCH-Infografi%CC%81a-Tendencias-Salariales-2022-Ingenieri%CC%81apdf.pdf>
- Raspberry Pi Foundation. (2022). *Main Page*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/>
- Ray, D. K., Muller, N. D., West, C. P., & Foley, J. A. (2013). *Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050*. New York: John P. Hart, New York State Museum. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>
- ReDeTec. (18 de diciembre de 2020). *Guides and Manuals*. Obtenido de <https://redetec.com/pages/guides-and-manuals>
- ReDeTec. (19 de diciembre de 2020). *Software*. Obtenido de <https://redetec.com/pages/software>
- ReDeTec. (1 de enero de 2022). *ProtoCycler+*. Obtenido de <https://redetec.com/products/protocycler?variant=39805378658352>
- Reimagine Textile. (16 de mayo de 2022). *Página Principal*. Obtenido de <https://reimaginertextile.com/>
- Repair Together. (septiembre de 2020). *Repair Café Genk*. Obtenido de <https://repairtogether.be/group/repair-cafe-genk/>
- Reus Editorial. (2022). *Internet de las cosas*. Obtenido de <https://www.editorialreus.es/libros/internet-de-las-cosas/9788429026092/>
- Rhinoceros. (27 de noviembre de 2012). *Descargas*. Obtenido de <https://www.rhino3d.com/download/>
- Rogers, J. A. (3 de abril de 2014). *Off the shelf, on the skin: Stick-on electronic patches for health monitoring*. Obtenido de <https://news.illinois.edu/view/6367/233722#image-2>
- ROMI Robotics for Microfarms. (2021). *Main Page*. Recuperado el 2022 de junio de 09, de <https://romi-project.eu/>
- Rs Online. (2022). *Arduino Uno Rev 3 SMD*. Obtenido de [https://es.rs-online.com/web/p/arduino/7697409?cm_mmc=ES-PLA-DS3A--google--CSS_ES_ES_Raspberry_Pi_%26_Arduino_y_Modulos_de_Desarrollo_Whoop--\(ES:Whoop!\)+Arduino--7697409&matchtype=&pla-341920527054&gclid=CjwKCAjw5NqVBhAjEiwAeCa97aEI_YySRr80t8oCK42YzQR](https://es.rs-online.com/web/p/arduino/7697409?cm_mmc=ES-PLA-DS3A--google--CSS_ES_ES_Raspberry_Pi_%26_Arduino_y_Modulos_de_Desarrollo_Whoop--(ES:Whoop!)+Arduino--7697409&matchtype=&pla-341920527054&gclid=CjwKCAjw5NqVBhAjEiwAeCa97aEI_YySRr80t8oCK42YzQR)
- RS online. (2022). *Calentador de banda Acim Jouanin, Ø 34 mm, 230 V ac, 155 W*. Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/elementos-de-calefaccion/3742836>
- Salunatur. (20 de enero de 2020). *Alcohol 96° montplet 1000 ml 1ud*. Obtenido de <https://salunatur.com/botiquin/alcohol-96-montplet-1000-ml-1ud>

BIBLIOGRAFÍA

Schwarz, A., Van Langenhove, L., Guernonprez, P., & Deguillemont, D. (2010). *A roadmap on smart textiles*. Villeneuve d Ascq, France: Taylor & Francis.

Seamly. (15 de septiembre de 2011). *Downloads*. Obtenido de <https://seamly.net/our-software/#download>

Seed Studio. (2022). *Grove - VOC and eCO2 Gas Sensor - Arduino Compatible - SGP30*. Obtenido de https://www.seeedstudio.com/Grove-VOC-and-eCO2-Gas-Sensor-for-Arduino-SGP30.html?queryID=4faeaaababc29da7f41491598d5d55a&objectID=127&indexName=bazaar_retailer_products

Seed Studio. (2022). *Grove - Water Level Sensor (10CM) for Arduino*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Grove-Water-Level-Sensor-10CM-p-4443.html>

Seed Studio. (2022). *Water Flow Sensor YF-B6*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Water-Flow-Sensor-YF-B6-p-2883.html>

Seed Studio. (2022). *5mm Triple Output LED RGB - Common cathode (20 PCs)*. Obtenido de https://www.seeedstudio.com/5mm-Triple-Output-LED-RGB-Common-cathode-20-PC-p-623.html?queryID=401f43f1963c64f543b0c9865ab78124&objectID=1920&indexName=bazaar_retailer_products

Seed Studio. (2022). *Grove - EC Sensor Kit*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Grove-EC-Sensor-Kit-DJS-1C-Black-p-4576.html>

Seed Studio. (2022). *Grove - Light Sensor v1.2 - LS06-S phototransistor*. Obtenido de https://www.seeedstudio.com/Grove-Light-Sensor-v1-2-LS06-S-phototransistor.html?queryID=dd01953092ccb8c3174b995d8b5f10d3&objectID=426&indexName=bazaar_retailer_products

Seed Studio. (2022). *Grove - Multichannel Gas Sensor v2*. Obtenido de https://www.seeedstudio.com/Grove-Multichannel-Gas-Sensor-v2-p-4569.html?queryID=78d78a216c664ffa9483a9f06178ca21&objectID=4569&indexName=bazaar_retailer_products

Seed Studio. (2022). *Grove - PH Sensor Kit (E-201C-Blue)*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Grove-PH-Sensor-Kit-E-201C-Blue-p-4577.html>

Seed Studio. (2022). *Grove - Temperature & Humidity Sensor (DHT11)*. Obtenido de https://www.seeedstudio.com/Grove-Temperature-Humidity-Sensor-DHT11.html?queryID=756d59bbe5d885a408a78840b687b5f6&objectID=1826&indexName=bazaar_retailer_products

Seed Studio. (2022). *Grove Base Shield V2.0 for Arduino*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Base-Shield-V2.html>

Seeed Studio. (2022). *Grove CO2 Temperature Humidity Sensor*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Grove-CO2-Temperature-Humidity-Sensor-SCD30-p-2911.html>

Seeed Studio. (2022). *Grove Smart Agriculture Kit with Raspberry Pi 4 - designed for Microsoft FarmBeats for Students*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Grove-Kit-with-Raspberry-Pi-4-designed-for-Microsoft-FarmBeats-for-Students-p-4872.html>

Seeed Studio. (2022). *GrovePi+*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/GrovePi.html>

Seeed Studio. (2022). *One Wire Temperature Sensor - DS18B20*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/One-Wire-Temperature-Sensor-p-1235.html>

Seeed Studio. (2022). *Relay Shield v3.0*. Obtenido de https://www.seeedstudio.com/Relay-Shield-v3-0.html?queryID=241e02f8bc24266dba3ece180e5bbdab&objectID=699&indexName=bazaar_retailer_products

Seeed Studio. (2022). *Smart Citizen Starter Kit*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Smart-Citizen-Starter-Kit-p-2865.html>

Seeed Studio. (2022). *Water Pressure Sensor G1/4 1.2MPa*. Obtenido de <https://www.seeedstudio.com/Water-Pressure-Sensor-G1-4-1-2MPa-p-2887.html>

Servei estació. (1 de mayo de 2022). *Filtro sintético 2 mm*. Obtenido de <https://serveiestacio.com/es/filtro-sintetico-3-y-5-mm-a-metros.html>

Shahbandeh, M. (2022). *Global vertical farming market projection 2019 & 2025*. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/487666/projection-vertical-farming-market-worldwide/>

Smart Citizen. (24 de julio de 2012). *Smart Citizen Página Principal*. Recuperado el marzo de 2022, de <https://smartcitizen.me/>

Smart Citizen. (24 de julio de 2012). *Smart Citizen Starter Kit*. Obtenido de <https://smartcitizen.me/>

SolidWorks. (15 de marzo de 2006). *Página Principal*. Obtenido de <https://www.solidworks.com/>

Soloepis. (2022). *Gafas de protección*. Obtenido de <https://www.soloepis.com/gafas-de-proteccion/5604-gafa-de-seguridad-con-patillas-extensibles-e-inclinables.html>

Soloepis. (2022). *Guante anticorte Tomás Boderó*. Obtenido de <https://www.soloepis.com/guantes-anticorte/13693-31144-guante-anticorte-toms-bodero-413rf-tfln.html#/1062-talla-8>

Soloepis. (2022). *Guante Tomás Boderó con palma de poliuretano*. Obtenido de <https://www.soloepis.com/sinteticos/1606-23176-guante-de-nylon-con-poliuretano.html#/1061-talla-9>

Solteco. (2022). *Página principal*. Obtenido de <http://solteco.org/>

BIBLIOGRAFÍA

Soria Forest Adapt. (16 de diciembre de 2020). *Página principal*. Obtenido de <https://www.soriaforestadapt.es/>

STEM Talent Girl. (2022). *Página principal*. Obtenido de <https://talent-girl.com/>

Stitching Worlds. (19 de junio de 2018). *Stitching Worlds: Exploring Textiles and Electronics*. Obtenido de <http://www.stitchingworlds.net/reflection-dissemination/book-stitching-worlds-exploring-textiles-and-electronics/>

Stoklasa. (2022). *Gomaespuma, ancho 100 cm*. Obtenido de <https://www.stoklasa.es/gomaespuma-ancho-100-cm-x136878>

Swiat Druku 3D. (2019). *CLIP – Continuous Liquid Interface Production*. Obtenido de <http://www.swiatdruku3d.pl/clip-continuous-liquid-interface-production/>

Textile Lab Lyon. (15 de noviembre de 2020). *Página principal*. Obtenido de <https://letextilelab.com/>

Textiles Torcal. (3 de mayo de 2021). *Lino natural*. Obtenido de <https://textilestorcal.com/lino/lino-natural/>

The FabLab Foundation. (2022). *Fabfoundation.org*. Obtenido de www.fabfoundation.org

Thompson, R. C. (2006). *Plastic debris in the marine environment*. University of Plymouth, UK: Marine Nature Conservation in Europe 2006.

Tienda Animal. (2022). *Viruta de haya extra fina sustrato natural para terrarios*. Obtenido de <https://www.tiendanimal.es/viruta-haya-extra-fina-sustrato-natural-para-terrarios-p-6132.html>

Todoelectrónica. (30 de octubre de 2021). *Medidor de PH 0,00...14,00 retroiluminado - PeakTech P 5315*. Obtenido de <https://www.todoelectronica.com/medidor-de-ph-0001400-retroiluminado-peaktech-p-5315-p-117125.html>

Torrado, S. C. (2021). *Guillermo Martínez, sueños impresos en 3D*. Madrid: <https://elpais.com/eps/2021-09-01/guillermo-martinez-suenos-impresos-en-3d.html>.

Trumpf. (19 de noviembre de 2021). *El corte con láser como procedimiento de corte sin contacto*. Obtenido de https://www.trumpf.com/es_ES/soluciones/aplicaciones/corte-por-laser/

Tu & Co. (2022). *Tubo bajante cuadrado Serie Omega 2,5 M 65x65 Marrón JIMTEN*. Obtenido de <https://www.tuandco.com/tubo-bajante-cuadrado-serie-omega-2-5-m-65x65-marron-jimten?srsId=AQP2TeM7n5J4HLpMBoCrlognfNgmqWvKRcrY2sb8Yqwb5RgGK7LhNtpsdg>

Uhrig, A. (2022). *Fiixit, la empresa española que fabrica férulas impresas en 3D para decir "adiós" a las escayolas*. Madrid: https://www.consalud.es/saludigital/278/fiixit-empresa-espanola-fabrica-ferulas-3d-adios-escayolas_104842_102.html.

Ultra Lab. (10 de agosto de 2015). *Gemma V2*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/gemma-v2/>

Ultra Lab. (16 de octubre de 2015). *Goma conductiva / Sensor de estiramiento de Adafruit*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/goma-conductiva-sensor-estiramiento-adafruit/>

Ultra Lab. (31 de marzo de 2015). *Velcro conductivo de Adafruit – Conductive Hook and Loop tape*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/velcro-conductivo-adafruit-1324/>

Ultra Lab. (31 de diciembre de 2017). *Electric Paint de Bare Conductive – 10ml – Boli de Pintura Conductiva*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/electric-paint-de-bare-conductive-10ml/>

Ultra Lab. (1 de enero de 2018). *Kit Workshop Base con Arduino Uno*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/kit-workshop-base-con-arduino-uno/>

Ultra Lab. (2 de enero de 2018). *LED NeoPixel RGB para Flora/Gemma – V.2*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/led-neopixel-rgb-para-floragemma-v-2/>

Ultra Lab. (2 de enero de 2018). *LilyPad FTDI Basic Breakout – 5V*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/lilypad-ftdi-basic-breakout-5v/>

Ultra Lab. (12 de abril de 2019). *Batería LiPo (de Polímero de litio) – 150mAh*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/bateria-lipo-de-polimero-de-litio-150mah/>

Ultra Lab. (20 de diciembre de 2019). *Cinta de cobre conductiva en las dos caras de SparkFun*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/cinta-de-cobre-conductiva-sparkfun/>

Ultra Lab. (20 de septiembre de 2019). *Módulo de sensor de luz de Teknikio*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/modulo-de-sensor-de-luz-de-teknikio/>

Ultra Lab. (25 de abril de 2019). *Motor vibrador de Sparkfun*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/motor-vibrador-de-sparkfun/>

Ultra Lab. (20 de septiembre de 2019). *Shieldit Super*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/shieldit-super/>

Ultra Lab. (23 de julio de 2019). *Tela de fibra óptica (negra)*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/tela-de-fibra-optica-negra-sparkfun/>

Ultra Lab. (11 de diciembre de 2019). *Velostat – material sensible a la presión*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/velostat-por-metro-material-sensible-a-la-presion/>

Ultra Lab. (26 de marzo de 2020). *GSR Sensor de humedad / Humidity Sensor*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/gsr-sensor-humedad-humidity-sensor/>

Ultra Lab. (24 de enero de 2020). *Hilo conductivo HC 12*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/hilo-conductivo-hc-12/>

Ultra Lab. (23 de diciembre de 2021). *Interruptor LilyPad de SparkFun – LilyPad Slide switch*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/interruptor-lilypad-slide-switch/>

BIBLIOGRAFÍA

- Ultra Lab. (18 de diciembre de 2021). *LilyPad ProtoSnap Plus Kit*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/lilypad-protosnap-plus-kit/>
- Ultra Lab. (19 de abril de 2021). *Stretch Conductive Fabric – Tela conductiva elástica*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/stretch-conductive-fabric-tela-conductiva-elastica/>
- Ultra Lab. (1 de junio de 2022). *LED 3 mm*. Obtenido de <http://ultra-lab.net/producto/led-3mm/>
- United Nations. (2017). *World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100*. Revision of World Population Prospects. Recuperado el 09 de junio de 2022
- Universidad de Colorado. (2022). *Maker Challenges*. Colorado. Obtenido de <https://www.teachengineering.org/k12engineering/makerchallenges>
- Universidad de Valladolid. (4 de mayo de 2022). *Jornada en el Campus de Soria : FABLAT ITINERANTE enmarcada en el PLAN TCUE-2021-2023*. Obtenido de <https://eventos.uva.es/83315>
- Universidad de Valladolid. (18 de febrero de 2022). *Oferta de Grados*. Obtenido de <https://www.uva.es/export/sites/uva/2.estudios/2.03.grados/gabinete/>
- Ustáriz, S. R. (2021). *La impresión 3D revoluciona el campo de la medicina y abre caminos*. <https://www.bbva.ch/noticia/la-impresion-3d-revoluciona-el-campo-de-la-medicina-y-abre-caminos/>.
- Valin, H., Sands, R. D., Nelson, G. C., & Ahammad, H. (2013). *The future of food demand: understanding differences in global economic models*. doi: <https://doi.org/10.1111/agec.12089>
- Vázquez, C. (12 de diciembre de 2017). *Un invernadero hidropónico con capacidad para 10 millones de plantas*. Obtenido de El país: https://elpais.com/ccaa/2017/12/12/valencia/1513081835_702981.html
- Vega Zamora, M., Parras Rosa, M., & Torres Ruíz, F. J. (2007). *EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS EN ESPAÑA: UN ESTUDIO EXPLORATORIO A PARTIR DE VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS Y ECONÓMICAS*. Logroño.
- Vélez, V. S. (2020). *Fab Lab prepara un campamento de verano para jóvenes 'makers'*. León: <https://www.lanuevacronica.com/fab-lab-prepara-un-campamento-de-verano-para-jovenes-makers>.
- Vidra FOC. (13 de octubre de 2015). *Portapipetas vertical*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/portapipetas-vertical.html?referer=KART.265>
- Vidra FOC. (5 de diciembre de 2016). *Vaso graduado forma alta Schott*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/productos/categorias/vidrio-borosilicato-horno/vasos-vidrio-borosilicato/vaso-graduado-forma-alta-schott.html>

Vidra FOC. (20 de abril de 2017). *PROBETA 25 ML. BLAUBRAND ETERNA class A*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/productos/categorias/volumetria-densimetria/probetas/probeta-25-blaubrand-eterna-a.html>

Vidra FOC. (7 de junio de 2018). *Termómetro de varilla para Termostato de inmersión Digiterm-S-150, -10-100 °C*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/productos/categorias/volumetria-densimetria/termometros/termometro-de-varilla-para-termostato-de-inmersio-n-digiterm-s-150-10-100-c.html>

Vidra FOC. (7 de junio de 2018). *Tubo de ensayo con aforo*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/productos/categorias/fabricados-vidrafoc/tubos-de-ensayo/tubo-de-ensayo-con-aforo.html>

Vidra FOC. (6 de junio de 2018). *Tubo tipo pipeta*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/tubo-tipo-pipeta.html/?referer=VFOC.1198%2F2>

Vidra FOC. (7 de junio de 2018). *Vidrios de reloj*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/productos/categorias/vidrio-borosilicato-horno/vidrios-reloj-vidrio-borosilicato/vidrios-de-reloj-vidrio-corriente-38372.html>

Vidra FOC. (11 de abril de 2019). *Matraz Erlenmeyer con boca roscada y tapón GL*. Obtenido de <https://www.vidrafoc.com/productos/categorias/fabricados-vidrafoc/matrazes/matraz-erlenmeyer-con-boca-roscada-y-tapon-gl.html>

Water Planner. (2022). *Water Planner Gro Observatory*. Obtenido de <http://waterplanner.growobservatory.org/>

West Contra Costa. (20 de marzo de 2020). *Resources and Tutorials*. Obtenido de <https://www.wccusd.net/Page/5657>

Whetham, B. (27 de 06 de 2022). *ABC News*. Obtenido de <https://www.abc.net.au/news/2020-06-26/nescafe-comes-calling-brad-scott-plastic-recycled-homewares/12380828>

Wolf, P., Troxler, P., Kocher, P. Y., Harboe, J., & Gaudenz, U. (2014). *Sharing is Sparing: Open Knowledge Sharing in Fab Labs*. Lucerna: Journal of Peer Production.

World Economic Forum. (2016). *The new plastics economy: Rethinking the future of plastics*. Obtenido de https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf

Zoomalia. (2022). *Avena 4 kg*. Obtenido de <https://www.zoomalia.es/mascotas/avena-4-kg-p-24538.html#1215811>