



***Proyecto de real decreto XXX de XX de 2020 por el que se establece el curso de especialización en Fabricación aditiva y se fijan los aspectos básicos del currículo.***

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, dispone en su artículo 39.6 que el Gobierno, previa consulta a las comunidades autónomas, establecerá las titulaciones correspondientes a los estudios de formación profesional, así como los aspectos básicos del currículo de cada una de ellas.

La Ley Orgánica 4/2011, de 11 de marzo, complementaria de la Ley de Economía Sostenible, por la que se modifican las Leyes Orgánicas 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, modificó determinados aspectos de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio. Entre ellos se encontraba la adición de un nuevo apartado 3 al artículo 10 de la misma, según el cual el Gobierno, previa consulta a las comunidades autónomas y mediante Real Decreto, podía crear cursos de especialización para completar las competencias de quienes dispusieran de un título de formación profesional.

Por tanto, y a efectos de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE-11), los cursos de especialización se considerarán un programa secuencial de los títulos de referencia que dan acceso a los mismos.

Por su parte, la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo en su artículo 6 bis, apartado 4, establece, en relación con la formación profesional, que el Gobierno fijará los objetivos, competencias, contenidos, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación del currículo básico. Los contenidos del currículo básico requerirán el 55 por 100 de los horarios para las comunidades autónomas que tengan lengua cooficial y el 65 por 100 para aquellas que no la tengan.

El Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo, regula en su artículo 27 los cursos de especialización de formación profesional e indica los requisitos y condiciones a que deben ajustarse dichos cursos de especialización. En el mismo artículo se indica que versarán sobre áreas que impliquen profundización en el campo de conocimiento de los títulos de referencia, o bien una ampliación de las competencias que se incluyen en los mismos. Por tanto, en cada curso de especialización se deben especificar los títulos de formación profesional que dan acceso al mismo.

En este sentido los cursos de especialización deben responder de forma rápida a las innovaciones que se produzcan en el sistema productivo, así como a ámbitos emergentes que complementen la formación incluida en los títulos de referencia.



Asimismo, el artículo 9 del citado real decreto, establece la estructura de los cursos de especialización y se indica en el artículo 27, que, dada la naturaleza de los mismos, se requiere la especificación completa de la formación; no obstante, las administraciones educativas podrán incorporar especificaciones puntuales en razón de las características del sector productivo de su territorio.

A estos efectos, procede determinar para cada curso de especialización de formación profesional su identificación, el perfil profesional, el entorno profesional, la prospectiva en el sector o sectores, las enseñanzas del curso de especialización y los parámetros básicos de contexto formativo.

Con el fin de facilitar el reconocimiento de créditos entre el curso de especialización y las enseñanzas conducentes a títulos universitarios y viceversa, y de acuerdo con el artículo 10 apartado 3.g) del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, se establecerá la equivalencia de cada módulo profesional con créditos europeos ECTS para todo el Estado.

Así, este real decreto, conforme a lo previsto en el Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, establece y regula, en los aspectos y elementos básicos antes indicados, el curso de especialización de formación profesional del sistema educativo en Fabricación aditiva.

En relación con el contenido de carácter básico del presente Real Decreto, se ha recurrido a una norma reglamentaria para establecer bases estatales conforme con el Tribunal Constitucional, que admite que “excepcionalmente” las bases puedan establecerse mediante normas reglamentarias en determinados supuestos, como ocurre en el presente caso, cuando “resulta complemento indispensable para asegurar el mínimo común denominador establecido en las normas legales básicas” (STC 25/1983, de 7 de abril, 32/1983, de 28 de abril, y 42/1988, de 22 de marzo).

Asimismo, cabe mencionar que este real decreto se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, y en la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, entre ellos los principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia y eficiencia, en tanto que persigue el interés general al facilitar la adecuación de la oferta formativa a las demandas de los sectores productivos, ampliar la oferta de formación profesional, avanzar en la integración de la formación profesional en el conjunto del sistema educativo y reforzar la cooperación entre las administraciones educativas, así como con los agentes sociales y las empresas privadas; no existiendo ninguna alternativa regulatoria menos restrictiva de derechos, resulta coherente con el ordenamiento jurídico y permite una gestión más eficiente de los recursos públicos. Del mismo modo, durante el procedimiento de elaboración de la norma se ha permitido la participación activa de los potenciales destinatarios a través del trámite de audiencia e información pública y quedan justificados los objetivos que persigue la ley.

En el proceso de elaboración de este real decreto han sido consultadas las comunidades autónomas, ha emitido dictamen el Consejo Escolar del Estado y



han informado el Consejo General de la Formación Profesional, y el Ministerio de Política Territorial y Función Pública.

En la tramitación de este real decreto se han cumplido los trámites establecidos en la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y en la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

Este real decreto se dicta al amparo de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30ª de la Constitución para la regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de los títulos académicos y profesionales y normas básicas para el desarrollo del artículo 27 de la Constitución, a fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones de los poderes públicos en esta materia.

En su virtud, a propuesta de de la Ministra de Educación y Formación Profesional y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día XXX.

DISPONGO:

## CAPÍTULO I

### **Disposiciones generales**

Artículo 1. *Objeto.*

Este real decreto tiene por objeto el establecimiento del curso de especialización de formación profesional en Fabricación aditiva, con carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como de los aspectos básicos de su currículo.

## CAPÍTULO II

### **Identificación del curso de especialización, perfil profesional, entorno profesional y prospectiva del curso de especialización en el sector o sectores**

Artículo 2. *Identificación.*

El curso de especialización en Fabricación aditiva queda identificado para todo el territorio nacional por los siguientes elementos:

Denominación: Fabricación aditiva.

Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 600 horas.



Curso de especialización en Fabricación aditiva.

Página 4 de 52

Familia Profesional: Fabricación Mecánica.

Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura.

Créditos ECTS: 36

Referente en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación: P-5.5.4.

### Artículo 3. *Perfil profesional del curso de especialización.*

El perfil profesional del curso de especialización en Fabricación aditiva queda determinado por su competencia general y sus competencias profesionales, personales y sociales.

### Artículo 4. *Competencia general.*

La competencia general de este curso de especialización consiste en desarrollar y gestionar proyectos de fabricación aditiva mediante el uso de impresión 3D, supervisar o ejecutar el montaje, mantenimiento y puesta en marcha de dichos proyectos, así como tomar decisiones de implementación en el desarrollo de productos de empresa (auxiliares o finalistas) respetando criterios de calidad, diseño, seguridad y respeto al medio ambiente.

### Artículo 5. *Competencias profesionales, personales y sociales.*

Las competencias profesionales, personales y sociales de este curso de especialización son las que se relacionan a continuación:

- a) Identificar las etapas del proceso productivo de fabricación aditiva.
- b) Definir el método de impresión 3D teniendo en cuenta las características del objeto que se va a producir.
- c) Aplicar técnicas de ingeniería inversa para reproducir elementos mediante impresión 3D.
- d) Realizar adaptaciones del diseño de objeto teniendo en cuenta el método de impresión utilizado y los correspondientes criterios de seguridad, eficiencia y sostenibilidad.
- e) Reconocer las posibilidades de la fabricación aditiva frente a la fabricación tradicional.
- f) Reprogramar y ajustar parámetros de fabricación de acuerdo con los nuevos requisitos de producción en el entorno de la fabricación aditiva.
- g) Integrar el sistema de fabricación aditiva en el sistema de gestión de control de la producción de la empresa, atendiendo a requisitos de calidad, seguridad y medio ambiente.



h) Supervisar el funcionamiento de los equipos de impresión 3D para evitar posibles desviaciones.

i) Elaborar documentación técnica y administrativa de acuerdo con la legislación vigente y con los requerimientos del cliente.

j) Cumplir con la legislación vigente que regula la normativa de la fabricación aditiva.

k) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.

l) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en el de los miembros del equipo.

m) Organizar y coordinar equipos de trabajo con responsabilidad, supervisando el desarrollo del mismo, manteniendo relaciones fluidas y asumiendo el liderazgo, así como aportando soluciones a los conflictos grupales que se presenten.

n) Comunicarse con sus iguales, superiores, clientela y personas bajo su responsabilidad, utilizando vías eficaces de comunicación, transmitiendo la información o conocimientos adecuados y respetando la autonomía y competencia de las personas que intervienen en el ámbito de su trabajo.

ñ) Generar entornos seguros en el desarrollo de su trabajo y el de su equipo, supervisando y aplicando los procedimientos de prevención de riesgos laborales y ambientales, de acuerdo con lo establecido por la normativa y los objetivos de la empresa.

o) Supervisar y aplicar procedimientos de gestión de calidad, de accesibilidad universal y de “diseño para todas las personas”, en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.

p) Ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones derivadas de su actividad profesional, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, participando activamente en la vida económica, social y cultural.

## Artículo 6. *Entorno profesional.*

1. Las personas que hayan obtenido el certificado que acredita la superación de este curso de especialización podrán ejercer su actividad en pequeñas, medianas y grandes empresas, tanto públicas como privadas, principalmente en los ámbitos de la investigación, desarrollo de productos, producción industrial, mantenimiento industrial y servicios.



2. Las ocupaciones y puestos de trabajo más relevantes son los siguientes:

- a) Experto en sistemas de fabricación aditiva.
- b) Experto en impresión 3D.
- c) Experto en diseño de producto para impresión 3D.
- d) Diseñador 3D por escaneado.
- e) Experto en prototipado rápido.

*Artículo 7. Prospectiva del curso de especialización en el sector o sectores.*

Las administraciones educativas tendrán en cuenta, para la implantación de la oferta, la valoración de las siguientes consideraciones en su territorio:

- a) La creciente exigencia de competitividad y productividad a las que están sometidos los sistemas productivos, incorporando cada vez a mayor escala procesos de fabricación aditiva, tanto en fabricación de herramientas y elementos auxiliares, como directamente en elementos finalistas, junto con la rápida evolución que experimenta esta tecnología y su rápida implantación, demanda especialistas con un conocimiento global de estos aspectos, y con capacidad de integrarse en los procesos.
- b) Las enormes posibilidades de fabricación de geometrías complejas a través de procesos de fabricación aditiva, que hasta hace poco estaban limitadas por los procesos de fabricación tradicionales, hace necesario que estos técnicos tengan un conocimiento amplio que permita la creación y manipulación de estas geometrías.
- c) La variedad de materiales y tecnologías de fabricación aditiva existentes permite dar respuesta a cualquier necesidad de fabricación, siendo de aplicación en casi cualquier proceso (bien como elemento finalista, herramienta, o elemento auxiliar en la producción). Las posibilidades son inmensas y aplicables en cualquier sector. El conocimiento de las diferentes tecnologías permitirá su integración y uso de las más adecuadas, según las necesidades específicas. Al mismo tiempo, permitirá incorporar nuevas tecnologías aditivas a medida que se vayan desarrollando.
- d) La fabricación aditiva permite cubrir la necesidad creciente de optimizar elementos estructurales mediante la utilización de geometrías complejas, de manera que el conocimiento global de estas geometrías y de sus aplicaciones permitirá al experto una mejor integración y optimización de los diseños industriales.
- e) La progresiva integración de esta tecnología en la cadena de valor demanda profesionales con competencias específicas, que den respuesta a la implantación de las mismas en los procesos productivos existentes y con atención a los aspectos de seguridad.
- f) Las condiciones de competitividad y optimización de los procesos productivos empujan a las empresas a crear nuevos sistemas o mejorar los ya existentes. Es por eso que el conocimiento de técnicas asociadas a la ingeniería inversa, íntimamente ligada a los procesos de fabricación aditiva,



se hace imprescindible. Los técnicos especializados tendrán que ser, por lo tanto, competentes en estas técnicas asociadas.

g) La fabricación aditiva permite dar respuesta a una fabricación cada vez más personalizada.

h) La demanda de profesionales cualificados en técnicas de fabricación aditiva, su automatización y su integración con los sistemas globales de gestión de la empresa es ya considerable y se prevé que crecerá rápidamente en los próximos años.

### CAPÍTULO III

#### **Enseñanzas del curso de especialización y parámetros básicos de contexto.**

##### Artículo 8. *Objetivos generales.*

Los objetivos generales de este curso de especialización son los siguientes:

- a) Definir las etapas del proceso productivo para identificar aquellas fases que son susceptibles de resolverse mediante procesos de fabricación aditiva.
- b) Analizar las características de los objetos que se van a producir para seleccionar el método de impresión más adecuado.
- c) Fabricar objetos y elementos mediante impresión 3D aplicando técnicas de ingeniería inversa para mejorar los procesos productivos.
- d) Definir los métodos de impresión y los criterios de seguridad y eficiencia para adaptar el diseño de los objetos a la impresión 3D.
- e) Establecer las ventajas de la producción de objetos por impresión 3D para evaluar el rendimiento en su fabricación.
- f) Identificar los requisitos de producción para adaptarlos a los nuevos sistemas de producción aditiva.
- g) Definir los requisitos de calidad, seguridad y medio ambiente en entornos de fabricación aditiva para integrarlos en el sistema de gestión de control de la producción.
- h) Analizar históricos de disfunciones y averías de equipos de impresión 3D para establecer un mantenimiento predictivo, y garantizar su adecuado funcionamiento.
- i) Desarrollar manuales de información para los destinatarios, utilizando herramientas ofimáticas y de diseño asistido por ordenador para elaborar la documentación técnica y administrativa.
- j) Analizar y utilizar los recursos y oportunidades de aprendizaje relacionados con la evolución científica, tecnológica y organizativa del sector y las tecnologías de la información y la comunicación, para mantener el espíritu de actualización y adaptarse a las nuevas situaciones laborales y personales.



- k) Desarrollar la creatividad y el espíritu de innovación para responder a los retos que se presentan en los procesos y en la organización del trabajo y de la vida personal.
- l) Desarrollar técnicas de liderazgo, motivación, supervisión y comunicación en contextos de trabajo en grupo, para facilitar la organización y coordinación de equipos de trabajo.
- m) Aplicar estrategias y técnicas de comunicación, adaptándose a los contenidos que se van a transmitir, a la finalidad y a las características de los receptores, para asegurar la eficacia en los procesos de comunicación.
- n) Evaluar situaciones de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, proponiendo y aplicando medidas de prevención personales y colectivas, de acuerdo con la normativa aplicable en los procesos de trabajo, para garantizar entornos seguros.
- ñ) Identificar y proponer las acciones profesionales necesarias para dar respuesta a la accesibilidad universal y al “diseño para todas las personas”.
- o) Identificar y aplicar parámetros de calidad en los trabajos y actividades realizados en el proceso de aprendizaje para valorar la cultura de la evaluación y de la calidad, y ser capaces de supervisar y mejorar procedimientos de gestión de calidad

#### Artículo 9. *Módulos profesionales.*

##### 1. Los módulos profesionales de este curso de especialización:

- a. Quedan desarrollados en el anexo I de este real decreto, cumpliendo lo previsto en el artículo 10 apartado 3 del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo.
- b. Son los que a continuación se relacionan:

5065. Tecnologías de fabricación aditiva.

5066. Diseño de estructuras aligeradas y optimización topológica en fabricación.

5067. Modelado, laminado e impresión 3D.

5068. Escaneado y reparación de mallas 3D.

5069. Post procesado.

5070. Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.

2. Las administraciones educativas podrán implantar de manera íntegra el curso de especialización objeto de este Real Decreto en cuanto a contenidos y duración. En caso de optar por la adaptación del currículo, se regirán por lo





Curso de especialización en Fabricación aditiva. Página 9 de 52  
dispuesto en el artículo 6 bis, apartado 4, de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

#### Artículo 10. *Espacios y equipamientos.*

1. Los espacios necesarios para el desarrollo de las enseñanzas de este curso de especialización son los establecidos en el anexo II de este real decreto.
2. Los espacios dispondrán de la superficie necesaria y suficiente para desarrollar las actividades de enseñanza que se deriven de los resultados de aprendizaje de cada uno de los módulos profesionales que se imparten en cada uno de los espacios. Además, deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - a) La superficie se establecerá en función del número de personas que ocupen el espacio formativo y deberá permitir el desarrollo de las actividades de enseñanza aprendizaje con la ergonomía y la movilidad requeridas dentro del mismo.
  - b) Deberán cubrir la necesidad espacial de mobiliario, equipamiento e instrumentos auxiliares de trabajo.
  - c) Deberán respetar los espacios o superficies de seguridad que exijan las máquinas y equipos en funcionamiento.
  - d) Respetarán la normativa sobre prevención de riesgos laborales, la normativa sobre seguridad y salud en el puesto de trabajo y cuantas otras normas sean de aplicación.
3. Los espacios formativos establecidos podrán ser ocupados por diferentes grupos que cursen el mismo u otros cursos de especialización o etapas educativas.
4. Los diversos espacios formativos identificados no deben diferenciarse necesariamente mediante cerramientos.
5. Los equipamientos que se incluyen en cada espacio han de ser los necesarios y suficientes para garantizar al alumnado la adquisición de los resultados de aprendizaje y la calidad de la enseñanza. Además, deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - a) El equipamiento (equipos, máquinas, entre otros) dispondrá de la instalación necesaria para su correcto funcionamiento, cumplirá con las normas de seguridad y de prevención de riesgos y con cuantas otras sean de aplicación.
  - b) La cantidad y características del equipamiento deberán estar en función del número de personas matriculadas y permitir la adquisición de los resultados de aprendizaje, teniendo en cuenta los criterios de evaluación y los contenidos que se incluyen en cada uno de los módulos profesionales que se impartan en los referidos espacios.
6. Las administraciones competentes velarán para que los espacios y el equipamiento sean los adecuados en cantidad y características para el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se derivan de los resul-



tados de aprendizaje de los módulos correspondientes y garantizar así la calidad de estas enseñanzas.

#### Artículo 11. *Profesorado.*

1. La docencia de los módulos profesionales que constituyen las enseñanzas de este curso de especialización corresponde al profesorado del Cuerpo de Catedráticos de Enseñanza Secundaria, del Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria y del Cuerpo de Profesores Técnicos de Formación Profesional, según proceda, de las especialidades establecidas en el anexo III A) de este real decreto.

2. Las titulaciones requeridas para acceder a los cuerpos docentes citados son, con carácter general, las establecidas en el artículo 13 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, aprobado por el Real Decreto 276/2007, de 23 de febrero.

3. El profesorado especialista tendrá atribuida la competencia docente de los módulos profesionales especificados en el anexo III A) de este real decreto.

4. El profesorado especialista deberá cumplir los requisitos generales exigidos para el ingreso en la función pública docente establecidos en el artículo 12 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, aprobado por el Real Decreto 276/2007, de 23 de febrero.

5. Además, con el fin de garantizar que se da respuesta a las necesidades de los procesos involucrados en el módulo profesional, es necesario que el profesorado especialista acredite al inicio de cada nombramiento una experiencia profesional reconocida en el campo laboral correspondiente, debidamente actualizada, de al menos dos años de ejercicio profesional en los cuatro años inmediatamente anteriores al nombramiento.

6. Para el profesorado de los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas de las educativas, las titulaciones requeridas y los requisitos necesarios para la impartición de los módulos profesionales que conforman el curso de especialización son las incluidas en el anexo III C de este real decreto. En todo caso, se exigirá que las enseñanzas conducentes a las titulaciones citadas engloben los objetivos de los módulos profesionales y, si dichos elementos citados no estuvieran incluidos, además de la titulación deberá acreditarse, mediante certificación, una experiencia laboral de, al menos, tres años en el sector vinculado a la familia profesional, realizando actividades productivas en empresas relacionadas implícitamente con los resultados de aprendizaje.

7. Las administraciones competentes velarán para que el profesorado que imparta los módulos profesionales cumpla con los requisitos especificados y garantizar así la calidad de estas enseñanzas.

8. Dada la naturaleza de estos cursos de especialización, el profesorado de centros públicos y privados deberá demostrar que posee los conocimientos



Curso de especialización en Fabricación aditiva. Página 11 de 52  
suficientes sobre los contenidos de los módulos profesionales a impartir en dicho curso.

**Artículo. 12.** *Requisitos de los centros que impartan los cursos de especialización.*

Los centros docentes que oferten estos cursos de especialización deberán cumplir, además de lo establecido en este real decreto, el requisito de impartir alguno de los títulos que dan acceso a los mismos y que figuran en el artículo 13 de este real decreto.

## CAPÍTULO IV

### **Acceso y vinculación a otros estudios.**

**Artículo 13.** *Requisitos de acceso al curso de especialización.*

Para acceder al curso de especialización en Fabricación aditiva es necesario estar en posesión de alguno de los siguientes títulos:

- a) Técnico Superior en Audiología Protésica, establecido por el Real Decreto 1685/2007, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Audiología Protésica y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- b) Técnico Superior en Patronaje y Moda, establecido por el Real Decreto 954/2008, de 6 de junio, por el que se establece el título de Técnico Superior en Patronaje y Moda y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- c) Técnico Superior en Automoción, establecido por el Real Decreto 1796/2008, de 3 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Automoción y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- d) Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1630/2009, de 30 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- e) Técnico Superior en Dirección de Cocina, establecido por el Real Decreto 687/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Dirección de Cocina, y Corrección de errores del Real Decreto 687/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Dirección de Cocina y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- f) Técnico Superior en Diseño y Producción de Calzado y Complementos, establecido por el Real Decreto 689/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Diseño y Producción de Calzado y Complementos y se fijan sus enseñanzas mínimas.



- g) Técnico Superior en Proyectos de Edificación, establecido por el Real Decreto 690/2010, de 20 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Proyectos de Edificación y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- h) Técnico Superior en Energías Renovables, establecido por el Real Decreto 385/2011, de 18 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Energías Renovables y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- i) Técnico Superior en Proyectos de Obra Civil, establecido por el Real Decreto 386/2011, de 18 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Proyectos de Obra Civil y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- j) Técnico Superior en Programación de la Producción en Moldeo de Metales y Polímeros, establecido por el Real Decreto 882/2011, de 24 de junio, por el que se establece el título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Moldeo de Metales y Polímeros y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- k) Técnico Superior en Diseño y Amueblamiento, establecido por el Real Decreto 1579/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Diseño y Amueblamiento y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- l) Técnico Superior en Diseño Técnico en Textil y Piel, establecido por el Real Decreto 1580/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Diseño Técnico en Textil y Piel y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- m) Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial, establecido por el Real Decreto 1581/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas, y Corrección de errores del Real Decreto 1581/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior Automatización y Robótica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- n) Técnico Superior en Animaciones 3D, Juegos y Entornos Interactivos, establecido por el Real Decreto 1583/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Animaciones 3D, Juegos y Entornos Interactivos y se fijan sus enseñanzas mínimas, y Corrección de errores del Real Decreto 1583/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Animaciones 3D, Juegos y Entornos Interactivos y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- ñ) Técnico Superior en Vestuario a Medida y de Espectáculos, establecido por el Real Decreto 1679/2011, de 18 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Vestuario a medida y de espectáculos y se fijan sus enseñanzas mínimas, y Corrección de error y errata del Real Decreto 1679/2011, de 18 de noviembre, por el que se



Curso de especialización en Fabricación aditiva.

Página 13 de 52

establece el título de Técnico Superior en Vestuario a medida y de espectáculos y se fijan sus enseñanzas mínimas.

- o) Técnico Superior en Caracterización y Maquillaje Profesional, establecido por el Real Decreto 553/2012, de 23 de marzo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Caracterización y Maquillaje Profesional y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- p) Técnico Superior en Ortoprótisis y Productos de Apoyo, establecido por el Real Decreto 905/2013, de 22 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Ortoprótisis y Productos de Apoyo y se fijan sus enseñanzas mínimas.

#### Artículo 14. *Vinculación a otros estudios.*

A efectos de facilitar el régimen de convalidaciones, en este real decreto se han asignado 36 créditos ECTS entre todos los módulos profesionales de este curso de especialización.

#### Disposición adicional primera. *Regulación del ejercicio de la profesión.*

El curso de especialización establecido en este real decreto no constituye una regulación del ejercicio de profesión regulada alguna.

#### Disposición adicional segunda. *Oferta a distancia de este curso de especialización.*

Los módulos profesionales que forman las enseñanzas de este curso de especialización podrán ofertarse a distancia, siempre que se garantice que el alumnado pueda conseguir los resultados de aprendizaje de estos, de acuerdo con lo dispuesto en este real decreto. Para ello, las administraciones educativas, en el ámbito de sus respectivas competencias, adoptarán las medidas necesarias y dictarán las instrucciones precisas.

#### Disposición adicional tercera. *Accesibilidad universal en las enseñanzas de este curso de especialización.*

1. Las administraciones educativas, en el ámbito de sus respectivas competencias, incluirán en el currículo de este curso de especialización los elementos necesarios para garantizar que las personas que lo cursen desarrollen las competencias incluidas en el currículo en «diseño para todas las personas».

2. Asimismo, dichas administraciones adoptarán las medidas necesarias para que este alumnado pueda acceder y cursar dicho curso de especialización en las condiciones establecidas en la disposición final segunda del Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre.



Disposición adicional cuarta. *Titulaciones habilitantes a efectos de docencia.*

1. A los efectos del artículo 11.2 de este real decreto, y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 95.1 de la Ley Orgánica, 2/2006, de 3 de mayo, de Educación y en la disposición adicional décimo quinta de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, excepcionalmente habilitarán a efectos de docencia en centros de titularidad pública las titulaciones recogidas en el anexo III B) de este real decreto para las distintas especialidades del profesorado.

2. A los efectos del artículo 11.6 de este real decreto, y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 95.1 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, y en la disposición adicional décimo quinta de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, excepcionalmente habilitarán a efectos de docencia para impartir módulos profesionales en centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas a la educativa las titulaciones recogidas en el anexo III D) de este real decreto

Disposición final primera. *Título competencial.*

Este real decreto se dicta al amparo de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30ª. de la Constitución para la regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de los títulos académicos y profesionales y normas básicas para el desarrollo del artículo 27 de la Constitución, a fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones de los poderes públicos en esta materia.

Disposición final segunda. *Implantación del nuevo currículo.*

Las administraciones educativas implantarán el nuevo currículo de estas enseñanzas en el curso escolar 202X-202X. No obstante, podrán anticipar al año académico 202X-202X la implantación de este curso de especialización.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

Este real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

Dado en Madrid, el            de            de 2020

La Ministra de Educación y Formación Profesional



M<sup>a</sup> ISABEL CELAÁ DIÉGUEZ



## ANEXO I

### Módulos Profesionales

**Módulo Profesional: Tecnologías de fabricación aditiva.**  
**Equivalencia en créditos ECTS: 5.**  
**Código: 5065.**

#### Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Reconoce los principios básicos de la fabricación aditiva analizando las ventajas e inconvenientes de la misma.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha definido el concepto y alcance de la fabricación aditiva.
- b) Se han identificado los sectores de aplicación de la fabricación aditiva.
- c) Se ha establecido el valor añadido que aporta la fabricación aditiva en cada uno de los sectores de aplicación.
- d) Se han identificado las fases comunes a todos los procesos de impresión 3D.
- e) Se han definido las ventajas que representa la creación de estructuras complejas.
- f) Se han previsto los límites y dificultades propias de la tecnología aditiva.

2. Reconoce las diferentes técnicas de impresión 3D existentes, describiendo las características específicas de cada una de ellas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han reconocido las diferentes técnicas de impresión 3D.
- b) Se han descrito las características específicas de cada técnica.
- c) Se han identificado las cualidades y los defectos de cada técnica.
- d) Se han comparado las diferentes tecnologías de impresión 3D en función de su capacidad estructural.
- e) Se han comparado las diferentes tecnologías de impresión 3D en función de su resultado estético.

3. Determina los materiales de impresión adecuados, asociándolos a la técnica de impresión 3D más conveniente.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los materiales habitualmente empleados en las diferentes tecnologías de impresión 3D.





- b) Se han establecido las posibilidades de uso de materiales afines a cada una de las técnicas de impresión 3D.
  - c) Se han seleccionado los diferentes materiales y sus tecnologías asociadas con las necesidades estructurales exigidas.
  - d) Se han seleccionado los diferentes materiales y sus tecnologías asociadas con las necesidades estéticas y de acabado.
4. Identifica las demandas características de los diferentes sectores económicos relacionándolas con las técnicas de impresión 3D.

Criterios de evaluación:

- a) Se han determinado los sectores en los que la fabricación aditiva genera productos elaborados.
  - b) Se han identificado los sectores en los que la fabricación aditiva genera herramientas o elementos auxiliares a la producción.
  - c) Se han definido las técnicas de fabricación aditiva y los materiales empleados atendiendo a los sectores de aplicación.
  - d) Se han relacionado las necesidades estéticas y estructurales con las técnicas de impresión necesarias en los principales sectores industriales.
  - e) Se han valorado las diferentes tecnologías de impresión 3D en razón de su coste económico de implantación.
  - f) Se han tenido en cuenta criterios de calidad, seguridad y medioambiente de cada una de las diferentes tecnologías de impresión 3D, para poder incorporarlos a los sistemas de gestión de la producción de las empresas.
5. Genera objetos prediseñados aplicando tecnologías FDM y SLA.

Criterios de evaluación:

- a) Se han seleccionado programas para realizar el laminado.
- b) Se han tenido en cuenta las posibilidades de orientación del objeto.
- c) Se ha previsto el comportamiento anisotrópico.
- d) Se han tenido en cuenta las características de relleno, recubrimientos y soporte en la realización del laminado.
- e) Se ha trabajado con las tecnologías FDM y SLA.
- f) Se ha previsto el uso estético o funcional del objeto.
- g) Se han comparado los objetos generados con las diferentes tecnologías.
- h) Se ha reconocido la resistencia y acabado de cada uno de los objetos generados con las distintas tecnologías.

**Duración: 45 horas.**

**Contenidos básicos:**



#### Definición de los principios básicos de la fabricación aditiva:

- Concepto de fabricación aditiva.
- Sectores de aplicación de la fabricación aditiva.
- Procesos y etapas de impresión 3D.
- Fabricación aditiva y creación de estructuras complejas.
- Límites de la fabricación aditiva.

#### Identificación de las técnicas de impresión 3D:

- Características técnicas de impresión 3D: estructurales y estéticas.
- Tipología de las técnicas de impresión 3D:
  - o FDM. Modelado por deposición fundida.
  - o Polimerización VAT (resinas fotopoliméricas).
    - SLA. Estereolitografía.
  - o SLS. Sinterización selectiva por láser.
  - o Otras tecnologías.

#### Selección de materiales asociados a las técnicas de impresión:

- Materiales empleados en impresión 3D:
  - o Materiales afines a cada tecnología.
  - o Materiales y necesidades estructurales.
  - o Materiales y necesidades estéticas y de acabado.

#### Determinación de necesidades en los sectores productivos vinculados a la impresión 3D:

- Tipología de elementos generados en los diferentes sectores productivos:
  - o Productos elaborados.
  - o Herramientas y elementos auxiliares.
- Necesidades estéticas y estructurales específicas de los distintos sectores productivos.
- Coste económico de implantación en las distintas tecnologías de impresión 3D.

#### Desarrollo de objetos prediseñados con tecnologías FDM y SLA: plantillas, elementos auxiliares, herramientas asociadas:

- Laminado en impresión 3D con *software* propietario.
- Laminado en impresión 3D con *software* libre.
- Orientación y posible comportamiento anisotrópico de las piezas.
- Laminado con tecnología FDM y SLA.



- Técnicas de impresión 3D vinculadas al uso estético o funcional de los objetos.
- Resistencia y acabado de los objetos producidos con tecnología FDM y SLA.

### **Orientaciones pedagógicas.**

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para identificar las diferentes tecnologías de fabricación aditiva, identificando las partes comunes a todas ellas, así como las específicas, siendo capaz de relacionarlas con los sectores industriales.

La función de identificar las diferentes tecnologías de fabricación aditiva, así como los procesos específicos de cada sistema en particular incluye aspectos como:

- Determinación de los principios de funcionamiento comunes a todos los sistemas de fabricación aditiva.
- Determinación de las particularidades y especificidades propias de cada tecnología de fabricación aditiva.
- Determinación de los materiales de impresión asociados y afines a las diferentes tecnologías de impresión 3D.
- Relación de cada material con su resistencia estructural, su calidad estética y de acabado.
- Preparación y generación de objetos simples prediseñados con la finalidad de analizar acabados y características estructurales y estéticas.

La función de relacionar cada una de las tecnologías de fabricación aditiva con los sectores industriales incluye aspectos como:

- Identificación de los sectores industriales en los que la fabricación aditiva es de uso habitual, o en los que su implantación supondrá mejoras competitivas.
- Caracterización de las diferentes tecnologías de fabricación aditiva en razón al coste económico de implantación.
- Determinación de las condiciones de calidad, seguridad y medioambiente necesarias para la correcta inclusión de un proceso de fabricación aditiva en los sistemas de gestión de la producción, de las empresas que incorporen esta tecnología.
- Identificación de las limitaciones de la de fabricación aditiva.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- El asesoramiento en tecnología de fabricación aditiva.



- El asesoramiento en el comportamiento de los elementos fabricados mediante los diferentes sistemas de impresión 3D.
- La selección de materiales de fabricación adecuados, ajustados a las necesidades estructurales, estéticas y de acabado demandadas.
- La selección de las tecnologías de fabricación aditiva adecuada a cada sector productivo.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a) b), d), e), f), g), h), i), j), ñ), y o) y las competencias profesionales, personales y sociales a), b), d) e), f), g), h), i), j), k), o) y p) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- Los principios comunes a la tecnología de fabricación aditiva.
- La identificación de los elementos comunes permite avanzar en los conocimientos específicos de cada tecnología.
- La identificación de los materiales y sus características, junto con las capacidades de cada tecnología, permite relacionar las técnicas con sectores industriales susceptibles de implementar la tecnología, o que la usan habitualmente.
- La producción de un modelo estándar de prueba con diferentes tecnologías de impresión permite apreciar las diferencias estructurales, estéticas y de acabado entre ellos.

### **Módulo Profesional: Diseño de estructuras aligeradas y optimización y optimización topológica en fabricación.**

**Equivalencia en créditos ECTS: 5.**

**Código: 5066.**

#### **Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. Relaciona objetos fabricados mediante impresión 3D analizando su estructura y funciones.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las principales funciones de una estructura.
- b) Se han relacionado los esfuerzos estructurales simples y combinados que actúan sobre una estructura.
- c) Se han establecido las propiedades mecánicas de los materiales más habituales, empleados en fabricación aditiva.



Curso de especialización en Fabricación aditiva.

Página 21 de 52

- d) Se ha definido el comportamiento anisotrópico de objetos modelados mediante técnicas de impresión 3D.
- e) Se ha determinado el posicionamiento de piezas durante el proceso de fabricación.
- f) Se ha previsto el comportamiento estructural de los objetos impresos mediante modelado por deposición fundida.

2. Calcula la resistencia de objetos fabricados mediante impresiones 3D realizando ensayos físicos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han definido los procesos de control de calidad ligados a la fabricación aditiva.
- b) Se han aplicado los estándares europeos en los procedimientos de ensayo.
- c) Se han identificado las máquinas habituales para la realización de ensayos físicos.
- d) Se han analizado las principales normas españolas UNE-EN en relación a la fabricación aditiva.
- e) Se han realizado ensayos físicos (tracción, compresión y absorción de humedad) con probetas de diferentes materiales.

3. Genera diferentes tipologías de estructuras aligeradas mediante impresión 3D utilizando *softwares* específicos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las diferentes tipologías de estructuras aligeradas.
- b) Se han seleccionado programas propietarios o de código abierto para la transformación de modelos STL en estructura aligerada.
- c) Se han generado piezas con estructura aligerada.
- d) Se han generado piezas con diferentes tipologías de rellenos atendiendo a la funcionalidad de la pieza impresa.
- e) Se ha calculado el tiempo de impresión.
- f) Se ha reconocido el uso de los materiales a utilizar.

4. Define el proceso de topologización estructural relacionándolo con la fabricación aditiva.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha definido el concepto de topologización estructural.
- b) Se ha relacionado la creación de estructuras complejas con la topologización estructural.



- c) Se han identificado los sectores industriales en los que la topologización estructural es un elemento importante del diseño.
- d) Se han valorado casos reales de topologización estructural.
- e) Se han planificado los pasos necesarios para transformar un diseño preexistente en un diseño topologizado.
- f) Se han identificado las mejoras y ahorros derivados de la transformación de un diseño preexistente mediante topologización.
- g) Se han generado piezas impresas estándar y su versión topologizada.
- h) Se ha calculado la variación del peso y el comportamiento estructural de las piezas topologizadas.
- i) Se ha tenido en cuenta en el diseño criterios de calidad, seguridad y medioambiente.

**Duración: 45 horas.**

**Contenidos básicos:**

Definición del concepto de estructura y sus funciones:

- Funciones de las estructuras.
- Esfuerzos sobre estructuras: simples y combinados.
- Propiedades mecánicas de materiales en fabricación aditiva.
- Comportamiento anisotrópico de objetos impresos.
- Comportamiento estructural de objetos impresos.
- Posicionamiento de piezas en el proceso de fabricación aditiva.

Caracterización de los ensayos físicos en fabricación aditiva:

- Control de calidad en la fabricación aditiva.
- Normativa de ensayos: Estándar europeo.
- Normas UNE-EN relacionadas con la fabricación aditiva.
- Laboratorio de ensayos en fabricación aditiva. Maquinaria para la realización de ensayos.
- Probetas modeladas por deposición fundida en diferentes materiales: PLA, ABS, nailon, entre otros.
- Ensayos comparativos: tracción, compresión y absorción de humedad.
- Otros ensayos físicos.

Identificación de las tipologías de estructuras aligeradas en fabricación aditiva:

- Principales tipologías de estructuras aligeradas: *lattice*, *t-grid*, *iso-grid*, giroides, fractales, entre otros.
- Software para la creación de estructuras aligeradas:



- *Software* de diseño 3D generativo.
- Piezas con estructura aligerada.
- Tipologías de relleno.

Determinación de la topologización estructural en la fabricación aditiva:

- Topologización estructural.
- Topologización y estructuras complejas.
- Topologización estructural en los diferentes sectores productivos.
- Topologización y reducción de costes en el proceso productivo.
- Topologización y comportamiento estructural de las piezas.
- Diferencias entre las piezas estándar y las topologizadas.
- *Software* para topologización estructural:
  - *Software* de diseño 3D generativo.

### **Orientaciones pedagógicas.**

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de diseño de estructuras aligeradas e identificar los procesos de topologización estructural y su aplicación en elementos impresos con función resistente.

La función de diseño de estructuras aligeradas incluye aspectos como:

- Identificación del funcionamiento de las estructuras, de los esfuerzos que actúan sobre ellas, y de las propiedades mecánicas de los materiales de impresión 3D con los que se fabrican.
- Identificación del comportamiento anisotrópico de objetos producidos por fabricación aditiva.
- Valoración de los resultados de impresión 3D, a través de ensayos físicos específicos.
- Determinación de las tipologías de estructuras aligeradas.

La función de identificación del funcionamiento de los procesos de topologización estructural y su aplicación en elementos impresos con función resistente, incluye aspectos como:

- Determinación de los principios que rigen un proceso de topologización estructural.
- Desarrollo de elementos topologizados, así como sus originales, para establecer un marco comparativo.
- Evaluación de las mejoras que aporta la topologización estructural, así como sus aplicaciones.



- Determinación de las condiciones de calidad, seguridad y medioambiente a tener en cuenta en el proceso de diseño.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- La determinación de estructuras aligeradas en la fabricación aditiva.
- El asesoramiento en materia de diseño y producción de estructuras aligeradas y de topologización estructural.
- La generación de elementos aligerados mediante estructuras complejas.
- La generación de elementos topologizados.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), b), d), g), h), j), k), l), m), n) y ñ) ) y las competencias profesionales, personales y sociales generales a), b), d), g), h), k), l), m), n), ñ) y o) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- El análisis del funcionamiento de las estructuras, de los esfuerzos que actúan sobre ellas y de la capacidad de los materiales para oponerse a las deformaciones.
- La determinación del funcionamiento de estructuras, esfuerzos y materiales, permite profundizar en el análisis del comportamiento anisotrópico de muchos elementos producidos mediante fabricación aditiva.
- La caracterización de diseño de estructuras aligeradas y su incidencia en los procesos de fabricación aditiva.
- La determinación de los procesos y fases de topologización.

### **Módulo Profesional: Modelado, laminado e impresión 3D.**

**Equivalencia en créditos ECTS: 11.**

**Código: 5067.**

### **Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. Diseña o redefine objetos utilizando *software* de diseño paramétrico para realizar impresión 3D.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los principales programas de diseño paramétrico.
- b) Se ha planificado el diseño de las partes y del conjunto.





- c) Se han generado objetos digitales.
- d) Se han realizado ensamblajes de elementos articulando movimientos.
- e) Se ha verificado el funcionamiento del diseño.
- f) Se han rediseñado objetos.
- g) Se han editado los planos de los objetos diseñados.
- h) Se han migrado los diseños a soportes aptos para la manipulación en programas laminadores.
- i) Se han tenido en cuenta en el diseño criterios de calidad, seguridad y medioambiente.

2. Pone a punto la maquinaria de fabricación aditiva realizando comprobaciones de calidad dimensional.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las principales herramientas analógicas y digitales de medición y calibración.
- b) Se han realizado medidas con el nonio.
- c) Se han aplicado los procedimientos de tarado de las diferentes herramientas de medición y calibración.
- d) Se han tomado medidas con herramientas de precisión.
- e) Se han calculado coeficientes de deformación dimensional en piezas impresas.

3. Realiza la reconstrucción volumétrica de objetos 3D partiendo de imágenes fotográficas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los programas específicos de reconstrucción 3D a partir de imágenes fotográficas.
- b) Se han establecido las fases de creación de objetos 3D a partir de fotografías.
- c) Se han realizado reconstrucciones volumétricas a partir de retratos fotográficos.
- d) Se ha realizado la reconstrucción volumétrica de un objeto a partir de varias fotografías tomadas desde distintos ángulos.
- e) Se ha generado un archivo STL con la volumetría creada a partir de fotografías.

4. Genera códigos *G-code* a través de programas laminadores permitiendo la fabricación aditiva del objeto.

Criterios de evaluación:



- a) Se han identificado los programas específicos de laminado 3D.
- b) Se han identificado los diferentes elementos que influyen en la generación de los códigos *G-code*.
- c) Se ha reconocido como afectan los códigos *G-code* al modelo impreso.
- d) Se han identificado los elementos que pueden causar problemas en la impresión.
- e) Se han determinado las posibles soluciones a los problemas de impresión 3D.
- f) Se ha caracterizado el funcionamiento del laminado para optimizar sus resultados.

5. Determina la estructura y edición de archivos *G-code* favoreciendo la mejora del proceso de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha reconocido la estructura de un código *G-code*.
- b) Se han reconocido los diferentes comandos que aparecen en el *G-code*.
- c) Se han identificado los modificadores que se pueden añadir al *G-code* para realizar funciones específicas.
- d) Se han establecido modificaciones en un código *G-code* para añadir cambios de filamentos a mitad de impresión.
- e) Se han realizado modificaciones en un código *G-code* para recuperar una impresión fallida.

**Duración: 110 horas.**

**Contenidos básicos:**

Determinación del diseño adaptado a fabricación aditiva:

- *Software* de diseño paramétrico propietario y de código abierto.
- *Software* laminador propietario y de código abierto.
- Modelado digital en impresión 3D.
- Ensamblajes de elementos articulando movimientos en impresión 3D.
- Modificación de diseños en impresión 3D.
- Edición de planos de objetos.
- Programas laminadores: ficheros STL o similares.

Identificación de las herramientas de medición y calibración:

- Herramientas de medición y calibración: analógicas y digitales.
- Procedimientos de tarado.
- Herramientas de medición de precisión.
- Correcciones dimensionales en fabricación aditiva.



### Reconstrucción volumétrica en 3D a partir de 2D:

- Fotogrametría y sus aplicaciones.
- *Software* de fotogrametría: propietario y de código abierto.
- *Software* para reconstrucción volumétrica a partir de imágenes fotográficas: propietario o de código abierto.
- Objetos 3D a partir de imágenes: fotografías, análisis de coincidencias, triangulación, creación de nube de puntos y generación de superficies.

### Desarrollo del laminado de objetos digitales:

- Lenguaje de programación *G-code* en impresión 3D.
- *Software* laminador propietario y de código abierto.
- Identificación de problemas en el laminado 3D. Soluciones propuestas.
- Optimización de resultados en impresión 3D.

### Generación de códigos *G-code*:

- Estructura del *G-code*.
- Comandos *G-code*.
- Modificadores *G-code* para funciones específicas.
- Modificaciones de *G-code*. Cambio de filamento. Recuperación de una impresión fallida.

### **Orientaciones pedagógicas.**

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para el diseño de objetos en 3D, tanto en la edición digital previa, como en la configuración del proceso de laminado y generación de *G-code*.

La función de diseño de objetos modelados digitalmente incluye aspectos como:

- Identificación de *software* de modelado de objetos en 3D.
- Desarrollo de objetos digitales, simples y articulados, verificando su diseño.
- Edición de documentación técnica de los objetos diseñados.
- Desarrollo de reconstrucción volumétrica a partir de imágenes fotográficas.
- Determinación de las condiciones de calidad, seguridad y medioambiente a tener en cuenta en el proceso de diseño.



La función de configuración del laminado y generación de G-code incluye aspectos como:

- Determinación de los procesos de medición y calibración.
- Utilización de *software* de laminado.
- Análisis, generación, edición y modificación de código G-code.
- Optimización de resultados en el proceso de impresión.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- La caracterización de los principales sistemas de modelado en 3D.
- La generación de modelos digitales.
- La determinación de los sistemas de medición y calibración.
- El uso de *software* de laminación.
- La generación y manipulación de códigos G-code.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), b), d), f), g), j), k), l), m), n), ñ) y o) y las competencias profesionales, personales y sociales a), b), d), f), g), j), k), l), m), n), ñ), o) y p) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La determinación de los principales programas existentes para el diseño en 3D.
- La creación de objetos digitales simples y articulados mediante *software* específico o mediante reconstrucción, su comprobación y la edición de documentación técnica.
- La configuración del laminado y la generación del código G-code.
- La edición, modificación y reparación de código G-code.

### **Módulo Profesional: Escaneado y reparación de mallas 3D.**

**Equivalencia en créditos ECTS: 4.**

**Código: 5068.**

#### **Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. Identifica en función de las necesidades específicas los tipos de escáneres relacionándolos con las aplicaciones para los que están destinados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado tipologías de escaneado 3D.



- b) Se han valorado los principios físicos que intervienen en las diferentes tecnologías aplicadas al escaneo 3D.
- c) Se han identificado diferentes aplicaciones de escaneo 3D.
- d) Se han valorado las diferentes tipologías de escaneo con sus ventajas y limitaciones.
- e) Se ha relacionado cada tipología de escáner 3D con las aplicaciones a las que se destina.
- f) Se han relacionado tipologías de escáneres 3D con necesidades industriales específicas.

2. Controla el escaneo y sus aplicaciones asimilando los conceptos propios del proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha caracterizado el proceso de escaneo en los diferentes sistemas.
- b) Se han identificado los problemas derivados de la gestión de nubes de puntos y los procesos matemáticos para definir superficies por triangulación.
- c) Se han determinado los mecanismos necesarios para escanear en 3D la geometría, la textura y el color de los objetos.
- d) Se han identificado los términos propios de la técnica de escaneo 3D.
- e) Se ha definido el concepto de ingeniería inversa y sus aplicaciones.
- f) Se ha valorado la importancia del escaneo en procesos de ingeniería inversa.

3. Escanea objetos para impresión en 3D utilizando un escáner estándar.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha generado una nube de puntos.
- b) Se ha generado una malla 3D a partir de la nube de puntos.
- c) Se han corregido, reparado y ensamblado las mallas 3D obteniendo un modelo tridimensional del objeto.
- d) Se ha convertido la malla en un objeto sólido digital.
- e) Se ha recogido información de la geometría y las características del objeto.
- f) Se ha generado un archivo STL.

4. Escanea objetos para impresión en 3D utilizando aplicaciones para teléfonos móviles y *software* específico de fotogrametría.

Criterios de evaluación:



Curso de especialización en Fabricación aditiva.

Página 30 de 52

- a) Se ha escaneado un objeto mediante de fotogrametría.
- b) Se ha escaneado el mismo objeto mediante aplicaciones fotográficas para teléfonos móviles.
- c) Se han manipulado las mallas 3D, corrigiéndolas, depurándolas y enlazándolas.
- d) Se ha generado un modelo tridimensional de cada malla.
- e) Se han planificado los modelos en el formato adecuado.
- f) Se ha comparado la calidad en la geometría y en las texturas obtenidas en los escaneos.

5. Repara ficheros STL utilizando *software* libre específico para permitir el aprovechamiento de archivos dañados o incompletos.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado la morfología de una malla STL.
- b) Se ha reconocido una malla STL en busca de errores.
- c) Se ha eliminado malla corrupta reparándola con nuevos triángulos.
- d) Se han unido varias mallas para generar un nuevo modelo STL.
- e) Se han invertido polígonos en una malla STL para orientarla hacia un mismo lado.

**Duración: 35 horas.**

**Contenidos básicos:**

Caracterización de las tipologías de escáneres 3D:

- Fundamentos del escaneado 3D.
- Aplicaciones del escaneado 3D:
  - o Producción industrial.
  - o Diseño, entretenimiento.
  - o Modelado.
  - o Topografía.
  - o Arquitectura.
  - o Sanidad.
- Clasificación de escáneres 3D:
  - o Con contacto.
  - o Sin contacto.
- Sectores industriales y tipología de escáneres.
- Ventajas e inconvenientes de las distintas tipologías de escáneres 3D.
- Necesidades industriales en escaneado 3D.



### Determinación del proceso de escaneado 3D.

- Fundamentos de las tecnologías de escaneado 3D:
  - o Fundamento físico del escáner de luz estructurada.
  - o Fundamento físico del escaneado basado en fotogrametría.
- Creación y gestión de nubes de puntos.
- Escaneado de geometría.
- Escaneado de colores y texturas.
- Ingeniería inversa y sus aplicaciones.
- Escaneado 3D e ingeniería inversa.

### Desarrollo de objetos digitales a partir del escaneo 3D:

- *Software* propietario y de código abierto para escaneo 3D.
- Mallas a partir de nubes de puntos.
- Reparación y ensamblado de mallas.
- Conversión de mallas en sólidos 3D.
- Geometría y características de los objetos digitales escaneados.
- Conversión a sólido: Archivos STL.

### Identificación de aplicaciones de teléfonos móviles y del *software* específico de fotogrametría para escaneado 3D:

- Fotogrametría en impresión 3D.
- *Software* propietario y de código abierto para fotogrametría 3D:
  - o *Meshroom*.
- Aplicaciones de fotogrametría 3D para teléfonos móviles:
  - o *Scann 3D*.
- Manipulación de mallas 3D. Corrección y depuración.
- Obtención de modelos tridimensionales.

### Reparación de ficheros STL:

- *Software* de reparación y modelado 3D.
- Morfología de ficheros STL.
- Reparación de archivos STL.
- Eliminación de zonas corruptas en mallas 3D y su reparación.
- Unión de mallas para generar nuevos ficheros STL.
- Inversión de polígonos de una malla STL.

### **Orientaciones pedagógicas.**



Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar funciones de escaneado para la generación y tratamiento de mallas 3D, convirtiéndolas en objetos digitales aptos para impresión.

La función de desempeño de funciones de escaneado incluye aspectos como:

- Determinación de las tipologías de escáneres, identificando los usos a los que están destinados.
- Gestión de nubes de puntos y conversión a mallas 3D.
- Determinación de los procesos de escaneado de texturas y colores.
- Determinación de los procesos de ingeniería inversa y su relación con el escaneado 3D.

La función de generación y tratamiento de mallas 3D incluye aspectos como:

- Creación de objetos digitales en formato STL a través de mallas procedentes de nubes de puntos obtenidas mediante escaneo 3D.
- Creación de objetos digitales en formato STL a través de fotogrametría mediante *software* específico o aplicaciones para teléfonos móviles.
- Determinación de *software* específico para la reparación de ficheros STL.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- La caracterización de los sistemas de escaneo 3D apropiados para cada sector.
- La manipulación y reparación de mallas 3D para generar objetos digitales.
- La reproducción de objetos reales en soporte digital mediante diferentes sistemas de escaneo 3D.
- La participación en procesos de ingeniería inversa a través del escaneo 3D.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), b), c), h), i), j), y ñ) y las competencias profesionales, personales y sociales a), b), c), h), i), k), y o) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La determinación de las principales tipologías de escaneo 3D, sus ventajas y sus limitaciones, para relacionarlas con sus posibles usos.





- El manejo de diferentes escáneres 3D, incluidos los teléfonos móviles a través de aplicaciones de fotogrametría, para obtener nubes de puntos.
- El manejo y procesado de la nube de puntos obtenida a partir de un escaneo, la compresión del proceso matemático que permite generar una malla, y la posterior manipulación de esta para terminar generando un objeto digital.
- El manejo y reparación de archivos STL.

**Módulo Profesional: Post procesado.**  
**Equivalencia en créditos ECTS: 5.**  
**Código: 5069.**

### **Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. Diseña y construye piezas de grandes dimensiones con impresoras de pequeño formato utilizando *software* específico.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha separado una pieza en elementos menores con un *software* de diseño específico.
- b) Se ha valorado el tipo de ensamblaje entre piezas para asegurar una unión correcta y duradera.
- c) Se han generado las partes impresas del modelo.
- d) Se han ensamblado y encolado las partes de acuerdo al diseño inicial.
- e) Se ha realizado un suavizado de los encuentros y superficies teniendo en cuenta los materiales y métodos de impresión utilizados.
- f) Se ha aplicado el acabado adecuado del modelo.

2. Identifica y genera tratamientos superficiales mecánicos post impresión, comparándolos con los acabados primarios del proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se han determinado posibles tratamientos superficiales mecánicos y sus compatibilidades con los materiales usuales de impresión.
- b) Se han realizado procedimientos de acabado manual básicos de acuerdo con las medidas adecuadas de seguridad y salud.
- c) Se han realizado procesos de acabado con equipos especializados.
- d) Se han relacionado los procedimientos mecánicos de post impresión con las calidades superficiales del objeto tratado.
- e) Se ha valorado la calidad obtenida comparándolo con el objeto primario teniendo en cuenta el material empleado.



- f) Se han identificado los principales riesgos de seguridad e higiene en los procesos mecánicos de post impresión tomando las medidas de protección individuales y colectivas necesarias.

3. Identifica y realiza tratamientos superficiales térmicos y químicos post impresión comparándolos con los acabados primarios del proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los posibles tratamientos superficiales químicos y su compatibilidad con los materiales usuales de impresión.
  - b) Se han identificado los posibles tratamientos superficiales térmicos y su compatibilidad con los materiales usuales de impresión.
  - c) Se han realizado procedimientos térmicos de soldadura, suavizado superficial y termoformado sobre piezas impresas cumpliendo las necesarias medidas de seguridad y salud.
  - d) Se han realizado procedimientos químicos de suavizado superficial y encolado de piezas impresas reconociendo los riesgos de seguridad e higiene y observando las medidas de seguridad y salud necesarias.
  - e) Se han comparado los resultados de los procesos de post procesado superficial, térmico y químico con las superficies primarias.
4. Identifica las diferentes tipologías de post-procesado, alcanzando resistencias óptimas en los materiales de impresión empleados.
- a) Se han relacionado las tipologías de post procesado y curado con los procesos industriales que los requieren.
  - b) Se ha determinado el proceso de post procesado de acabado y endurecimiento de las resinas fotopoliméricas.
  - c) Se ha generado un elemento impreso en resinas fotopoliméricas.
  - d) Se ha realizado un post procesado de endurecimiento de un objeto impreso en resinas fotopoliméricas.
  - e) Se ha reconocido el proceso de manipulado de polvos poliméricos en el post procesado de piezas impresas en SLS.
  - f) Se ha definido el post procesado de los objetos metálicos fabricados mediante sinterización directa de metal.
  - g) Se han identificado los principales riesgos de seguridad e higiene en los procesos de post procesado tomando las medidas de protección individuales y colectivas necesarias.
5. Reconoce los procedimientos de pegado y acabado de piezas impresas atendiendo al material y la técnica de impresión utilizada.

Criterios de evaluación:



- a) Se han identificado las diferentes colas y adhesivos relacionándolos con los materiales para los que están destinados y sus posibles incompatibilidades químicas.
  - b) Se han identificado los diferentes acabados, relacionándolos con los materiales a los que están destinados y sus posibles incompatibilidades químicas.
  - c) Se han generado piezas encoladas a partir de objetos impresos.
  - d) Se han generado diferentes acabados en objetos impresos.
  - e) Se han identificado las incompatibilidades químicas en los diferentes acabados.
6. Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, e identifica los riesgos asociados, las medidas y los equipamientos para prevenirlos.
- a) Se han identificado los riesgos y peligros que supone la manipulación de los materiales, las herramientas, los utensilios y las máquinas de post procesado.
  - b) Se han respetado las normas de seguridad al operar con máquinas y herramientas.
  - c) Se han identificado las causas más frecuentes de accidentes en la manipulación de productos químicos, herramientas, máquinas de corte y conformación, entre otras.
  - d) Se han reconocido los elementos de seguridad y los equipamientos de protección individual y colectiva (calzado, protección ocular e indumentaria, entre otras) necesarias en las operaciones de post procesado.
  - e) Se ha identificado el uso correcto de los elementos de seguridad y de los equipamientos de protección individual y colectiva.
  - f) Se ha relacionado la manipulación de productos químicos, herramientas y máquinas con las medidas de seguridad y protección personal requeridas.
  - g) Se han reconocido las posibles fuentes de contaminación del contorno ambiental.
  - h) Se han clasificado los residuos generados para su retirada selectiva.
  - i) Se ha valorado el orden y la limpieza de las instalaciones y de los equipamientos como primer factor de prevención de riesgos.

**Duración: 40 horas.**

**Contenidos básicos:**

Determinación de la fabricación aditiva de piezas de grandes dimensiones:



- *Software* de diseño para la preparación de piezas de grandes dimensiones en 3D.
- Diseño y ensamblaje de partes en elementos de grandes dimensiones
- Procedimientos de post procesado superficial en piezas de grandes dimensiones.

#### Desarrollo de tratamientos post impresión superficiales mecánicos:

- Compatibilidad de tratamientos mecánicos con los materiales de impresión.
- Procedimientos de post procesados mecánicos básicos.
- Equipos especiales para acabados mecánicos.
- Calidades en los diferentes sistemas de post procesados mecánicos.
- Prevención de riesgos y medidas de seguridad necesarias en la realización de tratamientos post procesados mecánicos.

#### Desarrollo de tratamientos post impresión superficiales térmicos y químicos:

- Compatibilidad de los tratamientos superficiales químicos y térmicos con los materiales de impresión.
- Procedimientos térmicos de post procesado.
- Procedimientos químicos de suavizado superficial y encolado de piezas impresas.
- Prevención de riesgos y medidas de seguridad necesarias en la realización de post procesados térmicos y químicos.

#### Caracterización de los procesos de curado o termofijado y estabilización de materiales de impresión:

- Procesos industriales en fabricación aditiva con necesidad de post procesado y curado.
- Acabado y endurecimiento de resinas fotopoliméricas.
- Prevención de riesgos y medidas de seguridad necesarias en la realización de post procesados de acabado y endurecimiento de resinas fotopoliméricas.
- Manipulado de polvos poliméricos en el post procesado de piezas impresas en SLS.  
Prevención de riesgos y medidas de seguridad necesarias en la manipulación de polvos poliméricos en el post procesado de piezas impresas en SLS.
- Post procesado de objetos metálicos fabricados con sinterización directa de metal.
- Prevención de riesgos y medidas de seguridad necesarias en la realización de post procesados de objetos metálicos fabricados mediante sinterización directa de metal.



### Selección de procedimientos de pegado y acabado de piezas impresas:

- Tipos de colas y adhesivos. Incompatibilidades químicas con los materiales de impresión.
- Acabados de objetos impresos. Incompatibilidades químicas de los acabados.

### Prevención de riesgos, seguridad y protección ambiental:

- Normativa de prevención de riesgos laborales asimilable a procesos de post procesado en fabricación aditiva.
- Prevención de riesgos laborales en los procesos post procesado.
- Normas de seguridad en el empleo de máquinas y herramientas.
- Identificación de las causas más frecuentes de accidentes laborales en las instalaciones de fabricación aditiva.
- Equipamientos de protección individual y colectiva: características y medios de uso.
- Normativa reguladora en gestión de residuos laborales asimilable a procesos de post procesado en fabricación aditiva.
- Orden y limpieza como elemento fundamental de la seguridad en el trabajo.

### Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para generar las correcciones estéticas, de acabado y curado necesarias en las diferentes tecnologías de fabricación aditiva, de acuerdo con los materiales empleados.

La función de realizar correcciones estéticas y de acabado en las diferentes tecnologías de impresión 3D atendiendo a los materiales empleados, incluye aspectos como:

- Caracterización de los tratamientos mecánicos de post procesado atendiendo a su compatibilidad con el material de impresión.
- Caracterización de los tratamientos térmicos y químicos de post procesado, atendiendo a su compatibilidad con el material de impresión.
- Caracterización de los procedimientos de pegado y acabado de piezas impresas.
- Observación de las normas de prevención y riesgos laborales adecuadas, atendiendo a la tipología de tratamiento de post procesado.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:



- La preparación de piezas impresas para que cumplan las exigencias estéticas y de acabado solicitadas.
- La preparación de piezas impresas para que cumplan las exigencias de resistencia y durabilidad solicitadas.
- El desarrollo de procedimientos de encolado y acabado para reparar piezas impresas, y la generación de objetos de mayor tamaño que el permitido por la maquinaria de impresión, mediante procedimientos de encolado y posterior acabado.
- La planificación de la actividad preventiva en espacios de producción mediante fabricación aditiva.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), d), e), f), g), h), i), j), n), ñ) y o) y las competencias profesionales, personales y sociales a), d), e), f), g), h), i), j), k), ñ), o) y p) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La generación de piezas de grandes dimensiones a través de la manipulación inicial del objeto digital, preparando y optimizando la impresión de los elementos parciales, para una posterior reconstrucción.
- El proceso de encolado de los elementos parciales y suavizado de superficie.
- La determinación de los tratamientos de post procesado adecuados a cada material y sistema de impresión: tratamientos mecánicos, térmicos y químicos que permitirán dotar al objeto impreso de la estética y del acabado pretendido.
- La determinación de los diferentes tratamientos de curado, atendiendo al material y a la tecnología de impresión 3D, con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y de durabilidad del objeto impreso.

**Módulo Profesional: Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.**

**Equivalencia en créditos ECTS: 6.**

**Código: 5070.**

**Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. Reconoce los principios básicos de funcionamiento de la fabricación aditiva y sus procesos, identificando las partes críticas y planificando el mantenimiento de la maquinaria.

Criterios de evaluación:



- a) Se han identificado los elementos particulares de cada tecnología de fabricación aditiva.
  - b) Se han establecido los elementos comunes a todas las tecnologías de fabricación aditiva.
  - c) Se han identificado los elementos críticos de cada tecnología de fabricación aditiva.
  - d) Se ha realizado una planificación del mantenimiento de una impresora 3D.
  - e) Se ha realizado un supuesto de planificación del mantenimiento de un proceso de fabricación aditiva profesional.
  - f) Se ha valorado el coste de la planificación de mantenimiento.
2. Desmonta, repara y sustituye los elementos de una impresora estándar identificando sus partes.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las partes de una impresora de modelado por deposición fundida.
  - b) Se han desmontado y montado los elementos críticos de una impresora de modelado por deposición fundida.
  - c) Se ha realizado el mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de funcionamiento de partes críticas de una impresora de modelado por deposición fundida.
  - d) Se ha impreso un modelo estándar para comprobar la calidad de impresión en una impresora de modelado por deposición fundida.
  - e) Se han identificado las partes de una impresora estereolitográfica (resinas foto poliméricas).
  - g) Se han desmontado y montado los elementos críticos de una impresora estereolitográfica.
  - h) Se ha realizado el mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de funcionamiento de partes críticas de una impresora estereolitográfica.
  - i) Se ha impreso en la impresora estereolitográfica un modelo estándar de comprobación de la calidad de impresión.
3. Edita y modifica los principales *firmwares* de trabajo en función de las necesidades específicas de cada impresión optimizando los resultados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los *firmwares* más habituales en impresión 3D.
- b) Se han valorado las ventajas y desventajas de los diferentes *firmwares* de código abierto en función de las impresoras 3D existentes en el taller.



- c) Se ha realizado el proceso de actualización del *firmware* de código abierto en función de las impresoras 3D existentes en el taller.
- d) Se han editado los códigos de los diferentes *firmwares* de las máquinas de impresión 3D del taller.
- e) Se ha modificado el *firmware* de código abierto de las diferentes tipologías de máquinas de impresión 3D del taller.
- f) Se ha impreso un modelo estándar para comprobar la calidad de impresión en una impresora 3D con *firmware* actualizado o modificado.

4. Identifica los problemas de calibrado en procesos de impresión optimizando la calidad de las piezas obtenidas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han detectado los mecanismos críticos con necesidad de calibración de las diferentes tecnologías de fabricación aditiva.
- b) Se han identificado los problemas de calibrado de las diferentes tipologías de máquinas de impresión 3D existentes en el taller.
- c) Se ha valorado el funcionamiento de las herramientas habituales para la realización de mediciones y calibración de precisión.
- d) Se ha seleccionado la metodología de calibración propia de las impresoras 3D existentes en el taller.
- e) Se han calibrado y ajustado las diferentes impresoras 3D existentes en el taller.
- f) Se ha impreso un modelo estándar en impresoras 3D calibradas y ajustadas para comprobar la calidad de impresión.

5. Genera objetos en 3D de acuerdo con la calidad y velocidad de impresión adecuadas optimizando el consumo de recursos.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha obtenido un modelo tridimensional del objeto.
- b) Se ha preparado el modelo en el formato adecuado.
- c) Se ha recogido información de la geometría y las características del objeto.
- d) Se ha laminado el objeto mediante el empleo de *software* privativo o de código abierto específicos.
- e) Se ha configurado el laminado del objeto atendiendo a su funcionalidad, calidad de acabado, tiempo de impresión y características específicas del material empleado.
- f) Se ha orientado el objeto atendiendo a su funcionalidad, las características anisotrópicas propias del proceso y la optimización del consumo de material.





g) Se ha generado un objeto impreso con la configuración deseada.

6. Planifica y determina los costes de la fabricación aditiva comparando las diferentes opciones tecnológicas para su implantación optimizada en la empresa.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los costes del diseño de un proceso de fabricación aditiva.
- b) Se han calculado los costes de producción de un proceso de fabricación aditiva.
- c) Se han determinado los costes de post producción de un proceso de fabricación aditiva.
- d) Se han calculado los costes de los sistemas de control de calidad en una producción de fabricación aditiva.
- e) Se han establecido los gastos generales y de consumibles de una producción de fabricación aditiva.
- f) Se ha generado un supuesto de implantación de una tecnología específica de fabricación aditiva en una línea de fabricación industrial.

7. Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental identificando los riesgos asociados, las medidas y los equipamientos para prevenirlos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los riesgos y el nivel de peligro que supone la manipulación de los materiales, las herramientas, los utensilios y las máquinas, incluidas las de impresión.
- b) Se ha operado con máquinas de impresión y herramientas respetando las normas de seguridad.
- c) Se han identificado las causas más frecuentes de accidentes en la manipulación de materiales, herramientas, máquinas de corte y conformación, entre otras.
- d) Se han reconocido los elementos de seguridad y los equipamientos de protección individual y colectiva (calzado, protección ocular e indumentaria, entre otras.) que cumpla emplear en las operaciones de impresión y reparación.
- e) Se ha identificado el uso correcto de los elementos de seguridad y de los equipamientos de protección individual y colectiva.
- f) Se ha relacionado la manipulación de materiales, herramientas y máquinas con las medidas de seguridad y protección personal requeridas.



- g) Se han identificado las posibles fuentes de contaminación del contorno ambiental.
- h) Se han clasificado los residuos generados para su retirada selectiva.
- i) Se ha valorado el orden y la limpieza de las instalaciones y de los equipamientos como primero factor de prevención de riesgos.

**Duración: 55 horas.**

### **Contenidos básicos:**

Planificación del mantenimiento de maquinaria de fabricación aditiva:

- Elementos críticos en fabricación aditiva.
- Planificación del mantenimiento en fabricación aditiva.
- Coste del mantenimiento en fabricación aditiva.

Reparación y mantenimiento de impresoras 3D estándar:

- Elementos de una impresora de modelado por deposición fundida.
- Desmontado y montado de elementos críticos de impresora de modelado por deposición fundida.
- Mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de impresora de modelado por deposición fundida.
- Partes de una impresora estereolitográfica.
- Desmontado y montado de elementos críticos de impresora estereolitográfica.
- Mantenimiento, limpieza, puesta a punto, calibrado y comprobación de impresora estereolitográfica.

Edición y modificación del *firmware*:

- *Firmwares* propietarios y de código abierto más habituales en herramientas de impresión 3D.
- Actualización, edición y modificación del *firmware*.

Ajuste y calibración de las máquinas de impresión 3D:

- Elementos críticos con necesidad de calibración en fabricación aditiva.
- Problemas de calibrado en impresoras 3D.
- Herramientas de medición y calibración de precisión.
- Metodología de calibrado.

Desarrollo de impresión 3D de acuerdo con las características requeridas:

- Parámetros destacados en fabricación aditiva:



Curso de especialización en Fabricación aditiva.

Página 43 de 52

- Calidad solicitada.
- Velocidad de impresión.
- Optimización del consumo de recursos.
- Laminado en impresión 3D.
- Orientación de impresión y anisotropía de los objetos fabricados.

Determinación de costes directos o indirectos de producción en fabricación aditiva:

- Costes de modelado en impresión 3D.
- Costes de ejecución en impresión 3D.
- Costes de material en impresión 3D.
- Costes de acabado de post-procesado en impresión 3D.

Prevención de riesgos, seguridad y protección ambiental:

- Normativa de prevención de riesgos laborales asimilable a fabricación aditiva.
- Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje y mantenimiento de equipos de fabricación aditiva.
- Normas de seguridad en el empleo de máquinas y herramientas de fabricación aditiva.
- Identificación de las causas más frecuentes de accidentes laborales en las instalaciones de fabricación aditiva.
- Equipamientos de protección individual y colectiva: características y medios de uso.
- Normativa reguladora en gestión de residuos.
- Orden y limpieza como elemento fundamental de la seguridad en el trabajo.

### **Orientaciones pedagógicas.**

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para gestionar el funcionamiento de la maquinaria de fabricación aditiva así como los costes de producción e implantación.

La función de gestión del funcionamiento de la maquinaria de fabricación aditiva incluye aspectos como:

- Determinación de los procesos y elementos críticos en la fabricación aditiva para planificar su mantenimiento.
- Construcción, manipulación y reparación de máquinas de impresión 3D estándar.



- Determinación de los principales *firmwares*, edición y modificación de estos para mejorar procesos de impresión y adaptar las máquinas para trabajar con materiales afines.
- Determinación de problemas de calibración y corrección de desviaciones aplicando metodologías adecuadas para conseguir una producción de calidad óptima.
- Producción de objetos impresos de calidad adecuando la velocidad de impresión y el consumo de recursos a las necesidades de producción.
- Observación de las normas de prevención y riesgos laborales adecuadas durante el proceso de fabricación aditiva.
- Planificación de la actividad preventiva en espacios de producción mediante fabricación aditiva.

La función de gestión de costes de producción e implantación incluye aspectos como:

- Determinación y cálculo de los costes asociados al diseño en fabricación aditiva.
- Determinación y cálculo de los costes asociados a la fabricación y post procesado en fabricación aditiva.
- Determinación y cálculo de los costes asociados a gastos generales, consumibles, calidad, prevención y medioambiente en fabricación aditiva.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- La creación de productos, herramientas y elementos auxiliares mediante fabricación aditiva optimizando la velocidad de fabricación y el consumo de recursos.
- El montaje, manipulación y mantenimiento del *hardware* y *firmware* de fabricación aditiva estándar.
- La planificación del mantenimiento de maquinaria de fabricación aditiva.
- La planificación y gestión de costos en procesos de fabricación aditiva.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales b), d), f), g), h), i), j), ñ) y o) y las competencias profesionales, personales y sociales b), d), f), g), h), i), k), o) y p) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- El análisis de los sistemas, elementos y procesos críticos en fabricación aditiva para construir una planificación de mantenimiento.
- La determinación de una planificación de mantenimiento para realizar procesos de montaje, manipulación y reparación de maquinaria de



Curso de especialización en Fabricación aditiva.

Página 45 de 52

fabricación aditiva, así como instalación, manipulación y actualización del *firmware* de la maquinaria para la mejora continua del proceso.

- Los conocimientos acumulados permitirán la gestión económica de recursos.



## ANEXO II

### Espacios y equipamientos mínimos

#### Espacios:

Espacio formativo	Superficie m <sup>2</sup>	
	30 alumnos	20 alumnos
Aula de diseño	120	80
Laboratorio de impresión 3D	180	120
Laboratorio de escaneado	180	120

#### Equipamientos mínimos:

Espacio formativo	Equipamiento
Aula de diseño	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Escáner. Plotter. Programas de diseño. Sistemas de reprografía.
Laboratorio de impresión 3d.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Software de aplicación. Impresoras 3D DMF y SLS.
Laboratorio de escaneado.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Escáneres 3D. Software de aplicación.



ANEXO III A)

**Especialidades del profesorado con atribución docente en los módulos profesionales del curso de especialización en Fabricación aditiva**

Módulo Profesional	Especialidad del profesorado	Cuerpo
5065. Tecnologías de fabricación aditiva.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Catedráticos de Enseñanza Secundaria.</li><li>• Profesores de Enseñanza Secundaria.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas Electrónicos.</li></ul>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profesor Especialista.</li></ul>	
5066. Diseño de estructuras aligeradas y optimización topológica en fabricación.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Catedráticos de Enseñanza Secundaria.</li><li>• Profesores de Enseñanza Secundaria.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas Electrónicos.</li></ul>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profesor Especialista.</li></ul>	
5067. Modelado, laminado e impresión 3D.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipos Electrónicos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profesores Técnicos de Formación Profesional.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.</li></ul>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profesor Especialista.</li></ul>	
5068. Escaneado y reparación de mallas 3D.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Catedráticos de Enseñanza Secundaria.</li><li>• Profesores de Enseñanza Secundaria.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas Electrónicos.</li></ul>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profesor Especialista.</li></ul>	



<b>Módulo Profesional</b>	<b>Especialidad del profesorado</b>	<b>Cuerpo</b>
5069. Post procesado.	• Equipos Electrónicos.	• Profesores Técnicos de Formación Profesional.
	• Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.	
	• Profesor Especialista.	
5070. Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.	• Equipos Electrónicos.	• Profesores Técnicos de Formación Profesional.
	• Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.	
	• Profesor Especialista.	

ANEXO III B)

**Titulaciones habilitantes a efectos de docencia**

<b>Cuerpos</b>	<b>Especialidades</b>	<b>Titulaciones</b>
----------------	-----------------------	---------------------





<b>Cuerpos</b>	<b>Especialidades</b>	<b>Titulaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Catedráticos de Enseñanza Secundaria.</li><li>• Profesores de Enseñanza Secundaria.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades.</li><li>• Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades.</li><li>• Ingeniero Técnico en Diseño Industrial.</li><li>• Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves, especialidad en Equipos y Materiales Aeroespaciales.</li><li>• Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades.</li><li>• Ingeniero Técnico Agrícola: especialidad en Explotaciones Agropecuarias, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias, especialidad en Mecanización y Construcciones Rurales.</li><li>• Ingeniero Técnico de Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles.</li><li>• Diplomado en Maquinas Navales.</li></ul>



<b>Cuerpos</b>	<b>Especialidades</b>	<b>Titulaciones</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas Electrónicos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diplomado en Radioelectrónica Naval.</li><li>• Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación.</li><li>• Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad, especialidad en Electrónica industrial.</li><li>• Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas.</li><li>• Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Profesores Técnicos de Formación Profesional.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.</li></ul>



### ANEXO III C)

**Titulaciones requeridas para impartir módulos profesionales que conforman el curso de especialización para los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la administración educativa**

Módulos profesionales	Titulaciones
5065. Tecnologías de fabricación aditiva. 5066. Diseño de estructuras aligeradas y optimización topológica en fabricación. 5068. Escaneado y reparación de mallas 3D.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Doctor, Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o título de Grado correspondiente u otros títulos equivalentes a efectos de docencia.</li></ul>
5067. Modelado, laminado e impresión 3D. 5069. Post procesado. 5070. Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Doctor, Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o título de Grado correspondiente u otros títulos equivalentes a efectos de docencia.</li><li>• Diplomado Universitario, Arquitecto Técnico o Ingeniero Técnico u otros títulos equivalentes a efectos de docencia.</li></ul>



ANEXO III D)

**Titulaciones habilitantes a efectos de docencia para impartir módulos profesionales que conforman el curso de especialización para los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la administración educativa**

Módulos profesionales	Titulaciones
5065. Tecnologías de fabricación aditiva. 5066. Diseño de estructuras aligeradas y optimización topológica en fabricación. 5068. Escaneado y reparación de mallas 3D.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diplomado en Máquinas Navales.</li><li>• Diplomado en Radioelectrónica Naval.</li><li>• Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves, especialidad en Aeronavegación, especialidad en Equipos y Materiales Aeroespaciales.</li><li>• Ingeniero Técnico Agrícola: especialidad en Explotaciones Agropecuarias, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias, especialidad en Mecanización y Construcciones Rurales.</li><li>• Ingeniero Técnico en Diseño Industrial.</li><li>• Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades.</li><li>• Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas</li><li>• Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades.</li><li>• Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades.</li><li>• Ingeniero Técnico de Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles.</li><li>• Ingeniero Técnico en Telecomunicación, en todas sus especialidades.</li></ul>
5067. Modelado, laminado e impresión 3D. 5069. Post procesado. 5070. Manejo, reparación y costos de la fabricación aditiva.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes..</li></ul>