



**(Versión-0)**  
**(03/03/2021)**

**Proyecto de real decreto XXX/2021, de XX de XXXXX por el que se establece el curso de especialización en Materiales compuestos en la industria aeroespacial 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 sus artículo 6.3 y 6.4 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 debe 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 10.3.g) del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, se establecerá la equivalencia de cada módulo profesional con los créditos del Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS) para todo el Estado.

Teniendo en cuenta la temática específica sobre la que versa este curso de especialización, la formación asociada al perfil profesional identificado en el Capítulo II de este real decreto y la novedad que supone en relación con los ciclos que dan acceso al mismo, se considera necesario que la duración supere la que con carácter general se establece en el artículo 27 apartado f del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio.

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 Materiales compuestos en la industria aeroespacial

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 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 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 su virtud, a propuesta 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 Materiales compuestos en la industria aeroespacial, 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 Materiales compuestos en la industria aeroespacial queda identificado para todo el territorio nacional por los siguientes elementos:

Denominación: Materiales compuestos en la industria aeroespacial.



Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 600 horas.

Familia Profesional: Fabricación Mecánica (Únicamente a efectos de clasificación de las enseñanzas de formación profesional).

Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura.

Equivalencia en 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 Materiales compuestos en la industria aeroespacial 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 fabricar piezas y elementos de estructuras aeroespaciales, manualmente o en cadenas de producción, así como controlar los procesos implicados, verificar los resultados obtenidos, realizar el mantenimiento avanzado, la preparación y puesta a punto de la instalación, maquinaria y utillajes de acuerdo a los protocolos de actuación, cumpliendo los criterios y normas de calidad, los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa y la normativa de la aplicación vigente.

### 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) Elaborar y supervisar la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual
- b) Elaborar y supervisar la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático.
- c) Verificar la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto y mantener los medios productivos.
- d) Monitorizar y mecanizar la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto y mantener los medios productivos.
- e) Asegurar el curado de elementos aeroespaciales de material compuestos y mantener los medios productivos.



- f) Gestionar los recursos humanos y materiales necesarios en la fabricación de elementos aeroespaciales.
- g) Implementar mejoras continuas de los procesos mediante la digitalización y filosofía LEAN.
- h) 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.
- i) 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.
- j) 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.
- k) 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.
- l) 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.
- m) 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.
- n) 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 tanto por cuenta propia como por cuenta ajena, en pequeñas y medianas empresas de naturaleza tanto pública como privada dedicadas a la fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos y a la corrección de defectos dependiendo, en su caso, funcional y jerárquicamente de un superior y pudiendo tener a su cargo personal de nivel inferior.

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



- a) Operador/Organizador de máquina de corte de telas y laminados para la construcción de elementos aeroespaciales.
- b) Operador/Organizador de máquina de encintado para la construcción de elementos aeroespaciales.
- c) Plastoquímico laminador de manual para la construcción de elementos aeroespaciales.
- d) Operador/Organizador de autoclave y estufa de polimerización de materiales compuestos para elementos aeroespaciales.
- e) Operador/Organizador de mecanizado de piezas de material compuestos para elementos aeroespaciales.
- f) Verificador de elementos aeroespaciales de materiales compuestos.
- g) Organizador de recursos humanos y materiales implementando mejoras continuas de los procesos mediante la digitalización y filosofía LEAN.

#### *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:

El sector aeroespacial ocupa un lugar estratégico en la industria española, coronándose como líder en la fabricación de piezas clave en materiales compuestos.

Esta posición nos obliga a mantenernos en la primera fila de la innovación y formación en el sector; mirando hacia el futuro con cada vez mayor compromiso con el medio ambiente con proyectos como el futuro avión de cero emisiones y con nuevos diseños como el ala del futuro en los cuales ya se está trabajando y por ello desarrollando tecnologías más innovadoras y respetuosas.

Es importante el apoyo de las administraciones debido a los grandes retos tecnológicos que se presentan de cara a conseguir una relación calidad-eficiencia alta. Por lo que será fundamental el desarrollo en I+D y de la educación para crear a profesionales capaces de desarrollar y realizar de forma precisa las nuevas tecnologías.

### **CAPÍTULO III**

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



### Artículo 8. *Objetivos generales.*

- a) Analizar las necesidades operativas en la ejecución de las fases, para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuestos por moldeo manual.
- b) Interpretar las instrucciones de configuración de las máquinas, para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuestos por moldeo automático.
- c) Reconocer y analizar el proceso de producción de materiales compuestos, para verificar la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- d) Reconocer y analizar el proceso de producción de materiales compuestos, para monitorizar y mecanizar la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- e) Determinar las necesidades de los procesos de producción, para gestionar recursos humanos y materiales.
- f) Valorar las actividades individuales y colectivas que se llevan a cabo, para proponer y desarrollar mejoras en el ámbito de su trabajo.
- g) 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 nuevas situaciones laborales y personales.
- h) 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.
- i) 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.
- j) Identificar y proponer las acciones profesionales necesarias, para dar respuesta a la accesibilidad universal y al “diseño para todas las personas”.
- k) 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 10.3 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:



5083 Fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos por molde manual.

5084 Fabricación automática en materiales compuestos.

5085 Polimerización y mecanizado de piezas aeroespaciales de material compuesto.

5086. Verificación de elementos de materiales compuestos

2. Las administraciones educativas podrán implantar de manera íntegra el curso de especialización objeto de este Real Decreto en cuanto a diseño curricular y duración. En caso de optar por complementar el currículo básico en el marco de sus competencias se regirán por lo dispuesto en los artículos 6.3 y 6.4 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, etc.) 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 resultados de aprendizaje de los módulos correspondientes y garantizar así la calidad de estas enseñanzas.

## CAPÍTULO IV

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

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

Para acceder al curso de especialización en Materiales compuestos en la industria aeroespacial es necesario estar en posesión de los siguientes títulos:

- a) Título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1687/2007, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- b) Título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, establecido por el Real Decreto 1127/2010, de 10 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- c) Título de 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.
- d) Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial, establecido por el Real Decreto 1576/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- e) Título de 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.

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 tercera. *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 decimoquinta 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 decimoquinta 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.

La participación de las comunidades autónomas se ha articulado formalmente a través de los procedimientos de consulta pública previa, trámite de Audiencia Pública, Consejo General de la Formación Profesional (Organismo donde están presentes todas las Comunidades Autónomas). Así mismo se ha informado y pedido la colaboración y participación de las mismas a través de los diferentes Comités Técnicos celebrados. Reseñar que no existen antecedentes de conflictividad.

*Disposición final segunda. Implantación del nuevo currículo.*

Las administraciones educativas implantarán el nuevo currículo de estas enseñanzas en el curso escolar 2022-2023. No obstante, podrán anticipar al año académico 2021-2022 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 202X.

**La Ministra de Educación y Formación Profesional**  
**M<sup>a</sup> ISABEL CELAÁ DIÉGUEZ**



## ANEXO I

### Módulos Profesionales

**Módulo Profesional:** Fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos por moldeo manual.

**Equivalencia en créditos ECTS: 11.**

**Código: 5083.**

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

1. Determina recursos para la fabricación y supervisión de materiales compuestos, siguiendo las instrucciones de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se han relacionado los requerimientos que debe cumplir el producto obtenido (dimensiones, tolerancias, niveles de calidad, entre otros).
- b) Se han identificado los materiales necesarios.
- c) Se han identificado los útiles, las herramientas, y los instrumentos de medición/control.
- d) Se han descrito realizando un flujograma con las diferentes fases, operaciones y parámetros que intervienen en el proceso, relacionándolos con las variables del proceso de transformación y las características del producto final.
- e) Se ha realizado un flujograma con las diferentes fases, operaciones y parámetros que intervienen en el proceso de fabricación.
- f) Se han determinado las instalaciones, equipos y medios de trabajo para realizar el proceso.
- g) Se han identificado los equipos de protección personal a utilizar en cada etapa del proceso.
- h) Se han identificado los requisitos de protección ambiental (segregación de residuos) en cada etapa del proceso.

2. Prepara materiales y útiles en la fabricación manual de elementos aeroespaciales siguiendo las instrucciones de la documentación técnica de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se han utilizado los elementos de manipulación de materia prima y útiles requeridos.



- b) Se han relacionado los requerimientos que deben cumplir los útiles para una correcta utilización y el control de su estado.
- c) Se ha realizado cada una las fases de la preparación superficial necesarias.
- d) Se han atemperado materiales de acuerdo a las instrucciones.
- e) Se han preparado las herramientas e instrumentos de control / medición, asegurando su correcto estado de utilización.
- f) Se han preparado las herramientas e instrucciones de control y medición.
- g) Se han revisado los requerimientos de trazabilidad del proceso y su documentación.
- h) Se ha relacionado la normativa de prevención y de protección ambiental, específicas de la manipulación de útiles y materia prima.

3. Corta patrones manualmente teniendo en cuenta la documentación técnica de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha verificado que las zonas de trabajo de corte de los materiales, están limpias y con la humedad y temperatura controladas y de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- b) Se ha comprobado el estado de los útiles y las herramientas de corte.
- c) Se ha utilizado la técnica de corte, plantillas y herramientas de acuerdo al material a cortar.
- d) Se han identificado en la materia prima las direcciones de fibra del material (trama y urdimbre), relacionándolas con la dirección de fibra de los patrones a obtener.
- e) Se han cortado manualmente los patrones de acuerdo a la documentación aplicable.
- f) Se ha asegurado la ausencia de contaminación en los materiales cortados manteniendo sus protecciones y manipulándolos de acuerdo a la documentación de fabricación.
- g) Se registran los materiales y sus tiempos de exposición manteniendo su trazabilidad y control.
- h) Se han cumplido las normas de prevención de riesgos laborales y se han segregado los residuos de acuerdo a la normativa de protección ambiental.

4. Lamina manualmente los patrones siguiendo la documentación técnica aplicable.

Criterios de evaluación:

- a) Se han relacionado los requerimientos de la documentación de fabricación para el laminado de patrones.
- b) Se han propuesto soluciones para evitar los defectos localizados.



- c) Se ha utilizados los útiles auxiliares para el laminado, localizándolos y fijándolos adecuadamente.
  - d) Se han laminado los patrones sobre el útil, u otros patrones laminados anteriormente (apilado).
  - e) Se ha prestado especial atención a la dirección de la fibra y situación marcadas en los útiles.
  - f) Se han realizado las compactaciones del laminado requeridas.
  - g) Se han actualizado los distintos documentos de fabricación y control del utillaje, para asegurar la trazabilidad de los productos obtenidos y el control del utillaje.
  - h) Se ha asegurado la trazabilidad de los productos utilizando los documentos relativos al lote, registros de control de tiempos y mecanismos de comunicación de anomalías e incidencias de los materiales.
  - i) Se han cumplido las normas de prevención de riesgos laborales y se han segregado los residuos de acuerdo a la normativa de protección ambiental.
5. Realiza bolsas de vacío de compactación y de curado, siguiendo la documentación de fabricación y técnicas de trabajo establecidas.

**Criterios de evaluación:**

- a) Se han relacionado los detalles de la documentación de fabricación.
- b) Se han relacionado los defectos que pueden originarse por una deficiente preparación de bolsa de vacío, sus consecuencias y a cómo evitarlos.
- c) Se han instalado los elementos de control (tomas de vacío y termopares) atendiendo a la documentación aplicable.
- d) Se ha verificado que la bolsa de vacío esté exenta de zonas susceptibles de roturas.
- e) Se ha comprobado la realización de la bolsa de vacío y verificado su estanqueidad.
- f) Se ha mantenido la bolsa de vacío en condiciones de espera hasta la siguiente etapa del proceso.
- g) Se ha cumplido la normativa de prevención y protección ambiental.
- h) Se han respetado las restricciones establecidas para la sala limpias, en cuánto humedad, temperatura y sobrepresión.

**Duración: 90 horas.**

**Contenidos básicos:**

**Determinación de recursos en el proceso de fabricación con materiales compuestos:**



- Introducción. Instalaciones, equipos y medios en la fabricación de elementos aeroespaciales.
- Tipos de preimpregnados y sus características físicas.
- Salud, seguridad y manipulación.
- Métodos de fabricación. Fases de fabricación. Flujogramas de fases de fabricación y procesos. Procesos de mejora continua.
- Filosofía LEAN. Procesos de mejora continua mediante la digitalización, entre otros.
- Herramientas, útiles e instrumentos de medida y control.
- Materias primas para fabricación en material compuesto:
  - Fibras:
    - Fibra de carbono.
    - Fibras orgánicas.
    - Fibra de polietileno.
    - Fibra de vidrio.
    - Fibra de boro.
    - Fibra de carburo de silicio.
    - Fibra de cuarzo.
    - Otras fibras cerámicas.
    - Fibras metálicas.

### **Preparación de materiales y útiles:**

- Matrices (Resinas):
  - Resinas Epoxi.
  - Resinas viniléster.
  - Resinas de ésteres cianato.
  - Resinas polieteramida.
  - Resinas de poliéster no saturado.
  - Resinas fenólicas.
  - Resinas de bismaleimida y poliimida.
  - Matrices termoplásticas.
- Elastómeros.
- Interfase fibra - matriz.
- Cargas y aditivos.
- Utillajes.
- Criterios de elección de los constituyentes.
- Otros materiales:
  - Tejidos pelables (“peel-ply”).
  - Tejidos impermeabilizantes (“tedlar”).



- Recubrimientos:
  - Introducción.
  - Gel coat.
  - Aplicaciones de gel coat.
  
- Sistemas de materiales compuestos:
  - Sistemas de materiales compuestos de fibra de carbono.
  - Sistemas de materiales compuestos de fibra de vidrio.
  - Sistemas híbridos.

### **Corte manual de patrones de material compuesto:**

- Concepto del kit de materiales.
- Cortes manual y automático (CN).
- Requerimientos en la formación de kits de materiales:
  - Trazabilidad de los materiales.
  - Control de tiempos de exposición a temperatura ambiente de los materiales.
  - Protección de los materiales.
- Reglas básicas del corte manual.

### **Laminado manual (o moldeo) de material compuesto:**

- Conceptos de laminado, sándwich y orientación de distintas capas.
- Capas completas, refuerzos, rellenos y “roving”, entre otros.
- Reglas básicas del laminado.
- Compactaciones.

### **Realización de bolsas de vacío de compactación y de curado:**

- Materiales auxiliares necesarios:
- Tipos de materiales auxiliares:
  - Tejidos aireadores, sangradores y separadores.
  - Películas separadoras.
  - Películas para bolsa de vacío.
  - Pasta de sellado (masilla).
  - Retenedores (corcho, silicona, entre otros).
  - Cintas adhesivas.
- Funciones de los materiales auxiliares.
- Conceptos: Bolsa con o sin sangrado. Retenedor. Sangrador.
- Mediciones de presión y vacío.
- Tomas de vacío.
- Termopares.





- Detección de pérdidas.
- Buenas prácticas en la ejecución de una bolsa de vacío.

### **Orientaciones pedagógicas.**

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de fabricación y supervisión, de gestión de recursos y propuestas y desarrollo de mejoras de elementos aeroespaciales con materiales compuestos por moldeo manual.

Las funciones de fabricación y supervisión de elementos aeroespaciales con materiales compuestos por moldeo manual, incluye aspectos como:

- a) La interpretación de la documentación técnica de fabricación de elementos aeroespaciales por proceso o moldeo manual.
- b) Identificación de fases de fabricación y supervisión de elementos aeroespaciales.
- c) La identificación de recursos de materiales compuestos necesarios.
- d) La preparación de materiales, útiles, equipos y puesta a punto y mantenimiento de la instalación de maquinaria, entre otros.
- e) La interpretación y corte manual de planos, plantillas, laminado de patrones, montaje, entre otros procesos, de elementos aeroespaciales por moldeo manual.
- f) La ejecución y supervisión de procesos de obtención de elementos aeroespaciales por moldeo manual y bolsas de vacío para su compactación o curado posterior.
- g) La realización de documentos técnicos y administrativos.
- h) La aplicación de la normativa y documentación técnica sobre calidad, seguridad y prevención de riesgos laborales y protección medio ambiental.

La función de gestión de recursos incluye aspectos como:

- a) Organiza tareas y cargas del equipo según grado de responsabilidad.
- b) Supervisa planificaciones.
- c) Solventa problemas organizativos según grado de responsabilidad y autonomía.

La función de propuesta y desarrollo de mejoras incluye aspectos como:

- a) Detectar deficiencias en los procesos.
- b) Propone soluciones de mejora.
- c) Coordina grupos de trabajo de mejoras.
- d) Realiza el seguimiento de las acciones acordadas en los grupos de mejora.
- e) Comparte sinergias con otros grupos de trabajo.



Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- Operar y organizar la máquina de corte de telas y laminados para la construcción de elementos aeroespaciales.
- Laminar de forma manual elementos aeroespaciales.
- Organizar recursos humanos y materiales implementando mejoras continuas de los procesos mediante la digitalización y filosofía LEAN.

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

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

- a) La interpretación de la documentación técnica y normativa de materiales compuestos para la fabricación de elementos aeroespaciales.
- b) La planificación y preparación de materias primas, materiales, útiles herramientas para la obtención de elementos aeroespaciales por moldeo manual.
- c) La identificación de métodos de fabricación de elementos aeroespaciales, según tipos de materiales compuestos a utilizar en cada caso.
- d) La realización de flujogramas de cada fase de fabricación y procesos de producción y de mejora continua.
- e) La elaboración y corte manual de patrones, plantillas, planos para la fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos.
- f) El laminado manual de material compuesto.
- g) La ejecución de bolsas de vacío para su compactación o curación.
- h) La elaboración de documentación técnica y administrativa.
- i) La aplicación de propuestas de mejora continua.
- j) Cumplimiento de la normativa de seguridad, calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

**Módulo Profesional:** Fabricación automática en materiales compuestos.

**Equivalencia en créditos ECTS:** 11.

**Código:** 5084.

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



1. Configura el funcionamiento de máquinas de control numérico para el corte de la materia prima para fabricación en materiales compuestos preimpregnados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han configurado los sistemas específicos de las máquinas de corte.
  - b) Se han apuntado los detalles en la documentación / información necesaria para esta operación.
  - c) Se han revisado los sistemas de seguridad y protección personal específicos para estas máquinas.
  - d) Se han descrito los sistemas específicos de manipulación de material en las máquinas de corte.
  - e) Se han relacionado las diferentes etapas de estas operaciones (corte-embolsado de kits).
  - f) Se han realizado y descrito las comprobaciones a realizar.
  - g) Se han revisado las normativas de prevención y de protección ambiental, específicas de las máquinas de corte.
  - h) Se han relacionado y descrito las operaciones de mantenimiento de primer nivel.
2. Conformar piezas planas mediante máquinas de conformado caliente, relacionándolo con su función y aplicación en los procesos de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los sistemas específicos de las máquinas de conformado (vacío, refrigeración, control, entre otros).
- b) Se han relacionado los detalles de la documentación / información necesaria para estas operaciones.
- c) Se han relacionado los sistemas de seguridad y protección personal específicos para estas máquinas.
- d) Se han relacionado las características de los útiles de conformado.
- e) Se han relacionado las diferentes etapas de la operación de conformado.
- f) Se ha realizado el conformado según comprobaciones establecidas, así como los posibles defectos que pueden originarse en las operaciones de conformado: consecuencias, causa raíz y cómo evitarlos.
- g) Se han llevado a cabo las normativas de prevención y de protección ambiental, específicas de las máquinas de conformado.
- h) Se han realizado y descrito las operaciones de mantenimiento de primer nivel.



3. Configura el funcionamiento de máquinas para el posicionado de cinta ATL (automatic tape lay up - laminado automático de cinta en superficies planas o con radios muy amplios), relacionándolo con su función y aplicación en los procesos de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se han configurado los sistemas específicos de las máquinas de ATL (alimentación del material, enfriamiento – calentamiento del material, corte del material, recogida de film protector, entre otros).
  - b) Se han anotado los detalles en la documentación e información necesarios para el posicionado de cinta (ATL): orden de producción, programa de laminado, hojas de control de tiempos de exposición, entre otros.
  - c) Se han activado los sistemas de seguridad y protección personal específicos para las máquinas de ATL.
  - d) Se han descrito los requisitos de preparación de útiles de laminado y de la materia prima, para ATL.
  - a) Se han relacionado y descrito las comprobaciones a realizar, así como los posibles defectos que pueden originarse en las operaciones de ATL: consecuencias, causa raíz y cómo evitarlos.
  - b) Se han desarrollado los requerimientos de la normativa de prevención y de protección ambiental, específicas de las máquinas de posicionado de cinta.
  - e) Se han descrito, relacionado y ajustado las variables programables para el encintado desde el panel de control (velocidad de encintado, temperatura de cabezal, offset de máquina, presión de cabezal) relacionándolas con el tipo de material, configuración de laminado a encintar, espesor de laminado y los requisitos pedidos en calidad de pieza.
  - f) Se han realizado las operaciones de mantenimiento de primer nivel.
4. Configura el funcionamiento de máquinas para el posicionado de cinta FP (fiber placement- laminado automático de cinta en superficies con radios reducidos), relacionándolo con su función y aplicación en los procesos de fabricación.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los sistemas específicos de la máquina FP (alimentación del material, enfriamiento – calentamiento del material, corte del material, recogida de film protector, entre otros).
- b) Se han descrito los detalles en la documentación e información necesarios para el posicionado de cinta (FP): orden de producción, programa de laminado, hojas de control de tiempos de exposición, entre otros.
- c) Se han activado los sistemas de seguridad y protección personal específicos para las máquinas de FP.



- d) Se han desarrollado los requisitos de preparación de útiles de laminado y de la materia prima, para FP.
- e) Se han relacionado y descrito las comprobaciones a realizar, así como los posibles defectos que pueden originarse en las operaciones de FP: consecuencias, causa raíz y cómo evitarlos.
- f) Se han enumerado los requerimientos de la normativa de prevención y de protección ambiental, específicas de las máquinas de posicionado de cinta.
- g) Se han descrito, relacionado y ajustado las variables programables para el encintado desde el panel de control (velocidad de encintado, temperatura de cabezal, offset de máquina, presión de cabezal) relacionándolas con el tipo de material, configuración de laminado a encintar, espesor de laminado y los requisitos pedidos en calidad de pieza.
- h) Se han realizado las operaciones de mantenimiento de primer nivel.

**Duración: 90 horas.**

**Contenidos básicos:**

**Configuración de máquinas de corte:**

- Componentes específicos de máquinas de corte.
- Sistemas específicos de máquinas de corte y su aplicación.
- Programación en máquinas de corte.
- Sistemas de manipulación en máquinas de corte.
- Sistemas específicos de seguridad y protección personal en máquinas de corte.
- Documentación de las operaciones de corte. Aplicación de la filosofía LEAN. Procesos de mejora mediante la digitalización, entre otros.
- Técnicas para la preparación de kit de telas y su aplicación.
- Defectos que pueden originarse en las operaciones de corte: consecuencias, causa raíz y cómo evitarlos.

**Conformado de piezas planas por vacío y temperatura:**

- Componentes específicos de máquinas de conformado.
- Sistemas específicos de máquinas de conformado (vacío, refrigeración, control, entre otros).
- Programación en máquinas de conformado.
- Sistemas de manipulación en máquinas de conformado.
- Sistemas específicos de seguridad y protección personal en máquinas de conformado.
- Documentación de las operaciones de conformado. Aplicación de la filosofía LEAN. Procesos de mejora mediante la digitalización.
-



- Defectos que pueden originarse en las operaciones de conformado: consecuencias, causa raíz y cómo evitarlos.

### **Configuración del funcionamiento de máquinas de laminado ATL:**

- Aplicaciones de cada tipo de laminado automático (ATL).
- Componentes específicos de las máquinas ATL.
- Sistemas específicos de las máquinas ATL (alimentación del material, enfriamiento – calentamiento del material, corte del material, recogida de film protector, control, entre otros).
- Programación en ATL.
- Sistemas de manipulación en máquinas ATL.
- Sistemas específicos de seguridad y protección personal en máquinas ATL.
- Requisitos de la preparación útiles de laminado y materia prima, para ATL.
- Documentación de las operaciones de máquinas ATL.
- Defectos que pueden originarse en las operaciones de ATL: consecuencias, causa raíz y cómo evitarlos.
- Aplicación de la filosofía LEAN. Procesos de mejora mediante la digitalización.

### **Configuración del funcionamiento de máquinas de laminado FP:**

- Aplicaciones de cada tipo de laminado automático (FP).
- Componentes específicos de las máquinas FP.
- Sistemas específicos de las máquinas FP (alimentación del material, enfriamiento – calentamiento del material, corte del material, recogida de film protector, control, entre otros).
- Programación en FP.
- Sistemas de manipulación en máquinas FP.
- Sistemas específicos de seguridad y protección personal en máquinas FP.
- Requisitos de la preparación útiles de laminado y materia prima, para FP.
- Documentación de las operaciones de máquinas FP.
- Defectos que pueden originarse en las operaciones de ATL y FP: consecuencias, causa raíz y cómo evitarlos.
- Aplicación de la filosofía LEAN. Procesos de mejora mediante la digitalización.

### **Orientaciones pedagógicas.**



Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones siguientes:

La función de fabricación automática y supervisión de elementos aeroespaciales con materiales compuestos, incluye aspectos como:

- a) La interpretación de la documentación técnica de fabricación de elementos aeroespaciales por procesos automatizados.
- b) Identificación de fases de fabricación y supervisión de elementos aeroespaciales de fabricación automática.
- c) La identificación de recursos de materiales compuestos necesarios.
- d) La preparación de materiales, útiles, equipos y puesta a punto y mantenimiento de la instalación, maquinaria auxiliar, entre otros.
- e) La configuración del funcionamiento, puesta en servicio y mantenimiento de máquinas de control numérico para el corte de elementos aeroespaciales, así como, las de conformación de piezas planas.
- f) La configuración del funcionamiento, puesta en servicio y mantenimiento de máquinas para el posicionamiento de cinta ATL, FP o similares para la fabricación automática de elementos aeroespaciales.
- g) La ejecución y supervisión de procesos de obtención de elementos aeroespaciales por fabricación automática.
- h) La realización de documentos técnicos y administrativos necesarios.
- i) La aplicación de la normativa y documentación técnica sobre calidad, seguridad y prevención de riesgos laborales y protección medio ambiental.

La función de técnico de máquinas de control numérico de encintado automático incluye aspectos como:

- a) Puesta a punto de la máquina.
- b) Aprovisiona material.
- c) Revisa documentación y normativa aplicable.
- d) Supervisa el encintado realizado por la máquina.
- e) Verifica la documentación aplicable.
- f) Realiza mantenimiento preventivo de la máquina.

La función de propuesta y desarrollo de mejoras incluye aspectos como:

- a) Detectar deficiencias en los procesos.
- b) Propone soluciones de mejora.
- c) Coordina grupos de trabajo de mejoras.
- d) Realiza el seguimiento de las acciones acordadas en los grupos de mejora.
- e) Comparte sinergias con otros grupos de trabajo.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:



- Operar y organizar máquina de encintado para la construcción de elementos aeroespaciales.
- Organizar recursos humanos y materiales implementando mejoras continuas de los procesos mediante la digitalización y filosofía LEAN.

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

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

- a) La interpretación de la documentación técnica y normativa de materiales compuestos para la fabricación automática de elementos aeroespaciales.
- b) La planificación y preparación de materias primas, materiales, útiles herramientas para la obtención de elementos aeroespaciales por fabricación automática.
- c) La identificación de métodos de fabricación automática de elementos aeroespaciales, según tipos de materiales compuestos a utilizar en cada caso.
- d) La realización de flujogramas de cada fase de la fabricación automática y procesos de producción.
- e) El seguimiento de los protocolos de los procedimientos establecidos.
- f) La simulación y configuración del funcionamiento, puesta en servicio y mantenimiento de máquinas de control numérico para el corte de elementos aeroespaciales, así como, las de conformación de piezas planas.
- g) La simulación de la configuración del funcionamiento, puesta en servicio y mantenimiento de máquinas para el posicionamiento de cinta ATL, FP o similares para la fabricación automática de elementos aeroespaciales.
- h) La elaboración de documentación técnica y administrativa.
- i) Aplicación de la filosofía LEAN. Procesos de mejora mediante la digitalización
- j) La aplicación y cumplimiento de la normativa de seguridad, calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

**Módulo Profesional:** Polimerización y mecanizado de piezas aeroespaciales de material compuesto.

**Equivalencia en créditos ECTS: 9.**

**Código: 5085.**

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





1. Carga piezas procedentes de la sala blanca (lay-up), en la autoclave siguiendo las indicaciones del esquema de carga.

Criterios de evaluación:

- a) Se han agrupado las piezas según el tipo de ciclo.
- b) Se han cargado las piezas e identificado según esquema de carga.
- c) Se han conectado las piezas al vacío de la autoclave y anotado en el esquema de carga.
- d) Se han conectado los termopares a la autoclave y anotado en el esquema de carga.
- e) Se ha verificado la estanqueidad de las piezas mediante sistema de vacío de la autoclave (prueba de vacío).
- f) Se ha recogido en la documentación de cada pieza (orden de proceso).
- g) Se ha verificado la ausencia de cualquier elemento que pueda originar un incendio.
- h) Se han tenido en cuenta las condiciones de seguridad y salud laboral.

2. Configura y pone en marcha la autoclave teniendo en cuenta el ciclo de funcionamiento establecido.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha seleccionado la receta del ciclo de autoclave (perfiles de temperatura, presión y vacío).
- b) Se ha seleccionado el fluido con el que presurizar (aire o nitrógeno) y sus proporciones.
- c) Se ha verificado el cierre de la autoclave.
- d) Se han realizado las operaciones de puesta en marcha de la autoclave.
- e) Se han controlado el cumplimiento de los parámetros corrigiendo las desviaciones observadas.
- f) Se ha enfriado la autoclave y se despresuriza.
- g) Se han descargado y desmoldeado las piezas de la autoclave.
- h) Se han tenido en cuenta las condiciones de seguridad y salud laboral.

3. Desconecta las tomas de vacíos y termopares, procediendo a la descarga de la autoclave.

- a) Se ha comprobado la ausencia de nitrógeno en el interior de la autoclave.
- b) Se ha desconectado las mangueras de vacío.
- c) Se ha desconectado los termopares.
- d) Se han revisado los termopares para siguientes ciclos.



- e) Se ha procedido a sacar el carro de la autoclave.
  - f) Se ha descargado la autoclave mediante puente grúa o máquina elevadora
  - g) Se han colocado los útiles sobre elementos de soporte.
  - h) Se ha asignado la documentación (orden de proceso) a cada pieza.
4. Desmoldea elementos polimerizados en la autoclave teniendo en cuenta lo establecido en las ordenes de proceso.
- a) Se ha retirado los materiales auxiliares.
  - b) Se han retirado tomas de vacío reutilizables.
  - c) Se ha procedido a dar los taladros de utillaje.
  - d) Se han retirado los termopares de la pieza.
  - e) Se ha desmoldeado la pieza con apoyo de elementos auxiliares no metálicos, o con dispositivos automáticos.
  - f) Se han recogido probetas de ciclo para envío al laboratorio.
  - g) Se ha cumplimentado las ordenes de producción referente al desmoldeo.
  - h) Se han tenido en cuenta las condiciones de seguridad y salud laboral.
5. Limpia útiles y aplica agentes desmoldeantes preparándolos para siguientes laminaciones
- a) Se han eliminado restos de resina y otras impurezas de la superficie del útil.
  - b) Se han protegido las zonas sensibles a los agentes desmoldeantes.
  - c) Se ha aplicado agentes desmoldeantes en toda la superficie del útil.
  - d) Se ha dejado secar los agentes desmoldeantes.
  - e) Se han guardado los útiles en estanterías a la espera de futuros usos.
6. Recantea y mecaniza las piezas obtenidas verificando que cumplen las especificaciones indicadas en la documentación técnica y ajustándolas si procede.

Criterios de evaluación:

- a) Se han seleccionado los útiles/patronos para la realización del mecanizado.
- b) Se han seleccionado las herramientas de corte.
- c) Se ha seleccionado el programa de mecanizado para conseguir medidas finales de pieza.
- d) Se han eliminado las rebabas.
- e) Se han identificado la posición de los taladros en los planos.
- f) Se ha cumplimentado la documentación anotando datos solicitados en la orden de proceso.
- g) Se han tenido en cuenta las condiciones de seguridad y salud laboral.
- h) Se han tratado los residuos generados de acuerdo a la normativa vigente.



**Duración: 75 horas.**

**Contenidos básicos:**

**Cargado de piezas en la autoclave:**

- Autoclaves: estructura, características, tipos.
- Planos de carga: interpretación y obtención de datos.
- Tomas de vacío: función y conexionado.
- Termopares: tipos, función y conexionado.
- Carga de probetas de control de ciclo.
- Estanqueidad de las piezas.
- Normas de seguridad.

**Configuración y puesta en marcha de ciclos de autoclave y otros medios de polimerización:**

- Propiedades del material compuesto. Aplicación de temperatura presión y vacío.
- Calentamiento del fluido (aire/ Nitrógeno).
- Calentamiento del molde.
- Grado de curado. Viscosidad mínima y gelificación de la resina.
- Flujo de la resina.
- Presiones aplicables en ciclos monolítico o estructuras sándwich.
- Tiempos de calentamiento, estabilizado y enfriamiento.
- Ventilación y vacío.
- Ciclos de postcurado.
- Roturas de bolsa y abortos de ciclo.
- Otras formas de curado (hornos, sicoteva, platos calientes, lámparas de infrarrojos, curados rápidos, entre otros).

**Desconexión y descarga del ciclo de autoclave después de la polimerización:**

- Uso de documentación asociada al desmoldeo.
- Aseguramiento de ausencia de volátiles nocivos y de nitrógeno.
- Desconexión tomas de vacío y termopares.
- Comprobación del estado de termopares y mangueras de vacío.
- Uso de Puentes grúa, plataformas elevadoras y gradas.
- Garantía de trazabilidad del proceso.
- Limpieza y acondicionamiento lugar de descarga.
- Desmoldeo y tratamiento de probetas de ciclo.



### **Desmoldeo de elementos o piezas polimerizadas en la autoclave:**

- Tipos y usos de herramientas de desmoldeo.
- Uso de utillaje auxiliar.
- Segregación de residuos de materiales auxiliares.
- Inspección visual de piezas desmoldeadas.
- Condiciones de seguridad y salud laboral en desmoldeo.

### **Limpieza y reparación del utillaje para próximas ejecuciones:**

- Materiales químicos para limpieza y desengrasado.
- Aplicación de agentes desmoldeantes.
- Materiales auxiliares afines al desmoldeo.
- Duración de los desmoldeantes.
- Limpieza por láser.
- Limpieza mediante proyección de hielo seco.
- Normas de seguridad aplicables a cada tipo de limpieza.

### **Recanteado y mecanización de las piezas de material compuesto:**

- Recanteado y mecanizado de piezas.
- Tipos de máquinas para mecanizado y recanteado.
- Herramientas de corte (fresas, brocas, escariadores, entre otras)
- Útiles de recanteo y taladrado manual.
- Útiles para recanteo por control numérico.
- Velocidades de corte.
- Fluidos refrigerantes.
- Limpieza y acabado superficial.
- Tratamiento de materiales sobrantes.

### **Orientaciones pedagógicas.**

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de polimerizar y mecanizar piezas aeroespaciales de material compuesto, estas funciones incluyen aspectos como:

La función de técnico máquina mecanizado incluye aspectos como:

- a) Puesta a punto de la máquina.
- b) Aprovisiona pieza a mecanizar.
- c) Revisa documentación y normativa aplicable.
- d) Supervisa parámetros de la máquina necesarios para mecanizar.



- e) Realiza cambios de herramienta/cabezal según necesidades del mecanizado.
- f) Verifica la documentación aplicable.
- g) Realiza mantenimiento preventivo de la máquina.

La función de técnico de autoclave incluye aspectos como:

- a) Puesta a punto de la máquina.
- b) Aprovisiona la autoclave de piezas a polimerizar.
- c) Conecta termopares y tomas de vacío.
- d) Revisa documentación y normativa aplicable.
- e) Supervisa parámetros de la máquina necesarios para el ciclo de curado.
- f) Supervisa parámetros de la máquina necesarios durante el ciclo de curado.
- g) Verifica la documentación aplicable.
- h) Desmoldea las piezas polimerizadas.
- i) Realiza mantenimiento preventivo de la máquina.

La función de propuesta y desarrollo de mejoras incluye aspectos como:

- a) Detectar deficiencias en los procesos.
- b) Propone soluciones de mejora.
- c) Coordina grupos de trabajo de mejoras.
- d) Realiza el seguimiento de las acciones acordadas en los grupos de mejora.
- e) Comparte sinergias con otros grupos de trabajo.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- Operar y Organizar autoclave y estufa de polimerización de materiales compuestos para elementos aeroespaciales.
- Operar y Organizar el mecanizado de piezas de material compuestos para elementos aeroespaciales.
- Organizar recursos humanos y materiales implementando mejoras continuas de los procesos mediante la digitalización y filosofía LEAN.

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

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

- a) La selección de piezas o elementos aeroespaciales a polimerizar y mecanizar.
- b) El cargado de piezas o elementos en la autoclave.
- c) La configuración y puesta en marcha de la autoclave según tipo de ciclo.



- d) La desconexión de las tomas de vacío o termopares y descarga posterior de la autoclave.
- e) El desmoldeo de las piezas o elementos polimerizados en la autoclave, procediendo a su limpieza con agentes adecuados.
- f) El recanteo y mecanizado de las piezas obtenidas para su verificación según calidad.
- g) La aplicación de la filosofía LEAN. Procesos de mejora mediante la digitalización.
- h) La aplicación y cumplimiento de la normativa de seguridad, calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

**Módulo Profesional:** Verificación de elementos de materiales compuestos.

**Equivalencia en créditos ECTS:** 5.

**Código:** 5086.

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

1. Revisa la cumplimentación de las operaciones de fabricación de las piezas de acuerdo a la normativa aplicable.

Criterios de evaluación:

- a) Se han verificado el cumplimiento de las operaciones de moldeo.
- b) Se han comprobado las horas de exposición de los materiales.
- c) Se ha comprobado que los materiales utilizados son los indicados en la orden de proceso.
- d) Se han verificado el cumplimiento de los parámetros del ciclo de autoclave según indica la orden de proceso.
- e) Se han verificado programas de mecanizado o utillaje utilizado.
- f) Se han comprobado los resultados de las probetas de ciclo.

2. Verifica las piezas y cumplimenta las instrucciones de verificación de acuerdo a los procedimientos establecidos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han verificado visualmente la pieza.
- b) Se han anotado las dimensiones pedidas en la instrucción de verificación.
- c) Se ha realizado la memoria de control en piezas intercambiables.
- d) Se han anotado los elementos de medida utilizados en la verificación.
- e) Se ha seleccionado programa de medición.
- f) Se han calibrado los palpadores de medición.



- g) Se han comparado y analizado diferencias entre valores obtenidos y valores de plano.
  - h) Se han emitido hojas de no conformidad en caso de desviaciones.
  - i) Identificación final de pieza.
3. Realiza ensayos de laboratorio a la materia prima y probetas de ciclo verificando la calidad del producto.

Criterios de evaluación:

- a) Se han tomado muestras de materia prima para la realización de ensayos.
  - b) Se han realizado ensayos de recepción.
  - c) Se ha controlado registros de temperatura durante el transporte.
  - d) Se han comprobado certificados de conformidad.
  - e) Se han realizado ensayos de control de proceso.
  - f) Se realizan ensayos destructivos.
4. Realiza ensayos no destructivos a probetas de ciclo procedentes de la autoclave verificando la calidad del producto.

Criterios de evaluación:

- a) Se han seleccionado los métodos de inspección no destructiva.
  - b) Se han comprobado la calibración de los equipos de inspección.
  - c) Se han verificado piezas mediante ultrasonidos.
  - d) Se han realizado ensayos por termografía.
  - e) Se han realizado ensayos por RX.
  - f) Se han comprobado el cumplimiento de los requisitos específicos de proceso.
5. Realizan el control de aparatos de medida e instrumentos de verificación atendiendo a la normativa aplicable.

Criterios de evaluación:

- a) Se han calibrado los equipos de vacío y presión.
- b) Se han calibrado los equipos de temperatura.
- c) Se han calibrado los equipos eléctricos.
- d) Se han calibrado equipos de masa y fuerza.
- e) Se han calibrado equipos de medida dimensional (calibres, reglas, goniómetros, entre otros).
- f) Se han medido partículas en salas limpias.
- g) Se han realizado cálculos de incertidumbres.



**Duración: 45 horas.**

**Contenidos básicos:**

**Revisión de la cumplimentación de las operaciones del proceso. Normativa tratamiento y análisis:**

- Directrices básicas de la EN9100.
- Acreditaciones ENAC.
- Normas UNE.
- Criterios de aceptación y rechazo.
- Instrucciones de verificación.
- No conformidades. Tratamiento.
- Flujo producto no conforme. Segregación.
- Elaboración de acciones correctoras.
- Análisis y causas. Diagramas de Pareto e Ishikawa.
- Técnicas de tratamiento estadístico.
- Defectología en materia prima y durante etapas del proceso.

**Verificación manual y automática de piezas aeronáuticas:**

- Equipos e instrumentos de medición dimensional: calibres, micrómetros mesas de Planitud, escuadras reglas, flexómetros etc.
- Útiles de calibración.
- Técnicas de medición dimensional, geométrica y superficial.
- Limpieza aerodinámica.
- Interferencias e intercambiabilidad.
- Evaluación de resultados de las mediciones.
- Selección de equipos para control dimensional.
- Equipamiento para inspecciones visuales. Lentes de aumento, endoscopios, detectores de recubrimiento, sistemas de iluminación por fibra óptica, fotografía, video y tratamiento informático de la imagen.
- Selección de equipos para inspecciones visuales.
- Evaluación de resultados de las inspecciones visuales.
- Maquinas CMM.
  - Programas de medición.
  - Calibración de palpadores.
  - Medición y análisis de diferencias entre valores reales y plano.

**Realización de ensayos químicos de materia prima y probetas de ciclo:**

- Ensayos a materia prima.
- Recepción cuantitativa.





- Documentación.
- Registro de temperatura.
- Certificado de conformidad.
- Ensayos de recepción.
  - DSC
  - Cortadura interlaminar.
- Probetas de control de proceso.
  - Cortadura interlaminar.
  - Transición vítrea.
  - Tracción en sentido plano.

### **Realización de ensayos no destructivos:**

- Principios físicos de la inspección no destructiva.
- Aplicación de los ensayos no destructivos en la industria aeronáutica.
- Métodos de inspección no destructivos aplicables.
- Ultrasonidos.
  - Inspección manual y automática.
  - Equipos.
  - Piezas patrón.
  - Medios de acoplamiento.
  - Palpadores emisores y receptores.
  - Transductores.
- Radiografía: definición, técnicas y equipos.
- Impedancia magnética.
- Termografía.
- Selección de métodos de inspección no destructiva.
- Documentación aplicable.
  - Normativa.
  - Requisitos específicos de proceso.
  - Procedimientos de inspección.
  - Criterios de aceptación.
- Proceso de evaluación de indicaciones.
- Nuevas tecnologías en desarrollo.

### **Realiza el control de aparatos de medida e instrumentos de verificación:**

- Metrología: definición y organización.
- Laboratorio de metrología.
- Conceptos metrológicos: precisión, exactitud, tolerancias, error e incertidumbre.
- Normas sobre instrumentos de medida: trazabilidad y calibración.
- Sistemas de medidas empleados en aeronáutica y su conversión.



- Metrología en masa y fuerza: concepto, unidades, clasificación y equipos.
- Metrología de presión y vacío: concepto, unidades clasificación y equipos.
- Metrología de temperaturas: concepto, unidades, clasificación y equipos.
- Metrología eléctrica: definición, unidades, clasificación y equipos.
- Representación gráfica y simbología.

### **Orientaciones pedagógicas.**

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de plastoquímico moldeador y propuestas y desarrollo de mejoras en la verificación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos.

La función de plastoquímico moldeador, incluye aspectos como:

- a) Organiza los puestos de trabajo.
- b) Aprovechona material.
- c) Revisa documentación y normativa aplicable.
- d) Moldea piezas de material compuesto.
- e) Realiza bolsas de vacío y las supervisa.
- f) Verifica la documentación aplicable.

La función de propuesta y desarrollo de mejoras incluye aspectos como:

- a) Detectar deficiencias en los procesos.
- b) Propone soluciones de mejora.
- c) Coordina grupos de trabajo de mejoras.
- d) Realiza el seguimiento de las acciones acordadas en los grupos de mejora.
- e) Comparte sinergias con otros grupos de trabajo.

La función de verificador incluye aspectos como:

- a) Revisa documentación y normativa aplicable.
- b) Supervisa dimensiones, continuidad del material y aspecto superficial según normativa aplicable.
- c) Verifica la documentación aplicable.
- d) Cumplimenta, genera y archiva la documentación de proceso de la pieza.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- Verificar lo y piezas elementos aeroespaciales de materiales compuestos.
- Realizar ensayos de laboratorio a materia prima y ensayos no destructivos a probetas de ciclo y el control de aparatos e instrumentos de verificación.
- Organizar recursos humanos y materiales implementando mejoras continuas de los procesos mediante la digitalización y filosofía LEAN.



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

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

- a) La revisión de la cumplimentación de las operaciones de acuerdo con la normativa.
- b) La verificación de las piezas verificación de piezas manual y automática de materiales compuestos.
- c) La realización de ensayos de laboratorio a materia prima y ensayos no destructivos a probeta de ciclo.
- d) La realización del control de aparatos de medida e instrumentos de verificación.
- e) La aplicación de la filosofía LEAN. Procesos de mejora mediante la digitalización.
- f) La aplicación y cumplimiento de la normativa de seguridad, calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.



## ANEXO II

### Espacios y equipamientos mínimos

#### Espacios:

Espacio formativo	Superficie m <sup>2</sup>	
	30 alumnos	20 alumnos
Aula de gestión	90 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
Taller de elementos aeroespaciales	275 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
Almacén	50 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup>

#### Equipamientos:

Espacio formativo	Equipamiento mínimo
Aula de gestión	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ordenadores instalados en red.</li><li>- Conexión a Internet.</li><li>- Medios audiovisuales.</li><li>- Aplicaciones ofimáticas</li><li>- Programas informáticos específicos asociados al curso de especialización..</li></ul>
Taller de elementos aeroespaciales	<ul style="list-style-type: none"><li>- -Instalación neumática de 5kg/cm<sup>2</sup> o superior</li><li>- -Puesto de trabajo formado por bancos de trabajo con tomas de aire comprimido, tomas eléctricas a 220V, tornillos de banco, conexiones neumáticas, mangueras de vacío y alargadores eléctricos.</li><li>- -Sala limpia: sala aislada con sistema de aireación, temperatura y humedad controlada con una mesa de 15 m x 1,5 m o de similares dimensiones</li><li>- Equipo y maquinaria: Autoclave o estufa, máquinas automáticas de encintado, sicoteva, bomba o red de vacío. Vacuómetros, manómetro de presión, mini amoladoras acodadas y rectas de altas rpm, taladro neumático, máquina de recantar automática, arcón congelador a -30°C, aspirador o recinto cerrado con sistema de aspiración, termómetro, balanza de precisión y sierra de cinta entre otras.</li><li>- Herramientas manuales</li><li>- Equipos de protección individual</li></ul>



<b>Espacio formativo</b>	<b>Equipamiento mínimo</b>
Almacén	<ul style="list-style-type: none"><li>– Estanterías (para almacenamiento de telas)</li><li>– Armarios metálicos para herramientas</li></ul>



### ANEXO III A)

#### Especialidades del profesorado con atribución docente en los módulos profesionales del curso de especialización de Materiales compuestos en la industria aeroespacial

Módulo Profesional	Especialidad del profesorado	Cuerpo
5083. Fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos por molde manual.	<ul style="list-style-type: none"><li>Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.</li><li>Operaciones de procesos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Profesores Técnicos de Formación Profesional.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>Profesor Especialista.</li></ul>	
5084. Fabricación automática en materiales compuestos	<ul style="list-style-type: none"><li>Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.</li><li>Operaciones de procesos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Profesores Técnicos de Formación Profesional.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>Profesor Especialista.</li></ul>	
5085. Polimerización y mecanizado de piezas aeroespaciales de material compuesto.	<ul style="list-style-type: none"><li>Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.</li><li>Operaciones de procesos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Profesores Técnicos de Formación Profesional.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>Profesor Especialista.</li></ul>	
5086. Verificación de elementos de materiales compuestos	<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>Profesor Especialista.</li></ul>	

### ANEXO III B)

#### Titulaciones habilitantes a efectos de docencia



Cuerpos	Especialidad del profesorado	Titulaciones
<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 Máquinas Navales</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
5086. Verificación de elementos de materiales compuestos.	<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>



Módulos profesionales	Titulaciones
5083. Fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos por moldeo manual.	<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>
5084. Fabricación automática en materiales compuestos.	
5085. Polimerización y mecanizado de piezas aeroespaciales de material compuesto.	

### ANEXO III D)

#### Titulaciones habilitantes para impartir los módulos profesionales que conforman el título para los centros de titularidad privada.

Módulos profesionales	Titulaciones
5083. Fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos por moldeo manual.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.</li></ul>
5084. Fabricación automática en materiales compuestos	
5085. Polimerización y mecanizado de piezas aeroespaciales de material compuesto.	
5086. Verificación de elementos de materiales compuestos	<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</li></ul>





<b>Módulos profesionales</b>	<b>Titulaciones</b>
	<p>especialidades.</p> <ul style="list-style-type: none"><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 Máquinas Navales.</li></ul>