

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL

10608 *Real Decreto 1078/2012, de 13 de julio, por el que se establecen dos certificados de profesionalidad de la familia profesional Fabricación mecánica que se incluyen en el Repertorio Nacional de certificados de profesionalidad.*

La Ley 56/2003, de 16 de diciembre, de Empleo, establece, en su artículo 3, que corresponde al Gobierno, a propuesta del actual Ministerio de Empleo y Seguridad Social, y previo informe de este Ministerio a la Conferencia Sectorial de Empleo y Asuntos Laborales, la elaboración y aprobación de las disposiciones reglamentarias en relación con, entre otras, la formación profesional ocupacional y continua en el ámbito estatal, así como el desarrollo de dicha ordenación.

El artículo 26.1 de la citada Ley 56/2003, de 16 de diciembre, tras la modificación llevada a cabo por el Real Decreto-ley 3/2011, de 18 de febrero, de medidas urgentes para la mejora de la empleabilidad y la reforma de las políticas activas de empleo, se ocupa del subsistema de formación profesional para el empleo, en el que, desde la entrada en vigor del Real Decreto 395/2007, de 23 de marzo, que lo regula, han quedado integradas las modalidades de formación profesional en el ámbito laboral –la formación ocupacional y la continua–. Dicho subsistema, según el reseñado precepto legal y de acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y la Formación Profesional, se desarrollará en el marco del Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional y del Sistema Nacional de Empleo.

Por su parte, la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, tiene como finalidad la creación de un Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional entendido como el conjunto de instrumentos y acciones necesarios para promover y desarrollar la integración de las ofertas de formación profesional y la evaluación y acreditación de las competencias profesionales. Instrumentos principales de ese Sistema son el Catálogo Nacional de las Cualificaciones Profesionales y el procedimiento de reconocimiento, evaluación, acreditación y registro de las mismas. En su artículo 8, la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, establece que los certificados de profesionalidad acreditan las cualificaciones profesionales de quienes los han obtenido y que serán expedidos por la Administración competente, con carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Además, en su artículo 10.1, indica que la Administración General del Estado, de conformidad con lo que se establece en el artículo 149.1.30.^a y 7.^a de la Constitución y previa consulta al Consejo General de la Formación Profesional, determinará los títulos y los certificados de profesionalidad, que constituirán las ofertas de formación profesional referidas al Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales.

El Catálogo Nacional de las Cualificaciones Profesionales, según el artículo 3.3 del Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de las Cualificaciones Profesionales, en la redacción dada al mismo por el Real Decreto 1416/2005, de 25 de noviembre, constituye la base para elaborar la oferta formativa conducente a la obtención de los títulos de formación profesional y de los certificados de profesionalidad y la oferta formativa modular y acumulable asociada a una unidad de competencia, así como de otras ofertas formativas adaptadas a colectivos con necesidades específicas. De acuerdo con lo establecido en el artículo 8.5 del mismo real decreto, la oferta formativa de los certificados de profesionalidad se ajustará a los indicadores y requisitos mínimos de calidad que garanticen los aspectos fundamentales de un sistema integrado de formación, que se establezcan de mutuo acuerdo entre las Administraciones educativa y laboral, previa consulta al Consejo General de Formación Profesional.

El Real Decreto 34/2008, de 18 de enero, por el que se regulan los certificados de profesionalidad, modificado por el Real Decreto 1675/2010, de 10 de diciembre, define la

estructura y contenido de los certificados de profesionalidad, a partir del Catálogo Nacional de las Cualificaciones Profesionales y de las directrices fijadas por la Unión Europea, y se establece que el Servicio Público de Empleo Estatal, con la colaboración de los Centros de Referencia Nacional, elaborará y actualizará los certificados de profesionalidad, que serán aprobados por real decreto.

Por otro lado, en la nueva redacción del artículo 11.2 del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, introducida por la Ley 3 /2012, de 6 de julio, de medidas urgentes para la reforma del mercado laboral, se regula el contrato para la formación y el aprendizaje en el que se establece que la cualificación o competencia profesional adquirida a través de esta figura contractual será objeto de acreditación según lo previsto en la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional y su normativa de desarrollo, a través de, entre otros medios, certificado de profesionalidad, o en su caso, acreditación parcial acumulable.

Además, según el nuevo apartado 10 del artículo 26 del de la Ley de Empleo, introducido por la Ley 3 /2012, de 6 de julio, la formación recibida por el trabajador a lo largo de su carrera profesional, de acuerdo con el Catálogo de las Cualificaciones Profesionales, se inscribirá en una cuenta de formación, asociada al número de afiliación de la Seguridad Social.

En este marco regulador procede que el Gobierno establezca dos certificados de profesionalidad de la familia profesional Fabricación mecánica del área profesional de Construcciones aeronáuticas y que se incorporarán al Repertorio Nacional de certificados de profesionalidad por niveles de cualificación profesional atendiendo a la competencia profesional requerida por las actividades productivas, tal y como se recoge en el artículo 4.4 y en el anexo II del Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, anteriormente citado.

En el proceso de elaboración de este real decreto ha emitido informe el Consejo General de la Formación Profesional, el Consejo General del Sistema Nacional de Empleo y ha sido informada la Conferencia Sectorial de Empleo y Asuntos Laborales.

En su virtud, a propuesta de la Ministra de Empleo y Seguridad Social y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 13 de julio de 2012,

DISPONGO:

Artículo 1. *Objeto y ámbito de aplicación.*

Este real decreto tiene por objeto establecer dos certificados de profesionalidad de la familia profesional Fabricación mecánica que se incluyen en el Repertorio Nacional de certificados de profesionalidad, regulado por el Real Decreto 34/2008, de 18 de enero, por el que se regulan los certificados de profesionalidad, modificado por el Real Decreto 1675/2010, de 10 de diciembre.

Dichos certificados de profesionalidad tienen carácter oficial y validez en todo el territorio nacional y no constituyen una regulación del ejercicio profesional.

Artículo 2. *Certificados de profesionalidad que se establecen.*

Los certificados de profesionalidad que se establecen corresponden a la familia profesional Fabricación mecánica y son los que a continuación se relacionan, cuyas especificaciones se describen en los anexos que se indican:

Familia profesional: Fabricación Mecánica.

Anexo I. Montaje de estructuras e instalación de sistemas y equipos de aeronaves—
Nivel 2.

Anexo II. Fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos—
Nivel 2.

Artículo 3. *Estructura y contenido.*

El contenido de cada certificado de profesionalidad responde a la estructura establecida en los apartados siguientes:

- a) En el apartado I: Identificación del certificado de profesionalidad.
- b) En el apartado II: Perfil profesional del certificado de profesionalidad.
- c) En el apartado III: Formación del certificado de profesionalidad.
- d) En el apartado IV: Prescripciones de los formadores.
- e) En el apartado V: Requisitos mínimos de espacios, instalaciones y equipamientos.

Artículo 4. *Requisitos de acceso a la formación de los certificados de profesionalidad.*

1. Corresponderá a la Administración laboral competente la comprobación de que los alumnos poseen los requisitos formativos y profesionales para cursar con aprovechamiento la formación en los términos previstos en los apartados siguientes.

2. Para acceder a la formación de los módulos formativos de los certificados de profesionalidad de los niveles de cualificación profesional 2 y 3 los alumnos deberán cumplir alguno de los requisitos siguientes:

- a) Estar en posesión del Título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria para el nivel 2 o título de Bachiller para nivel 3.
- b) Estar en posesión de un certificado de profesionalidad del mismo nivel del módulo o módulos formativos y/o del certificado de profesionalidad al que desea acceder.
- c) Estar en posesión de un certificado de profesionalidad de nivel 1 de la misma familia y área profesional para el nivel 2 o de un certificado de profesionalidad de nivel 2 de la misma familia y área profesional para el nivel 3.
- d) Cumplir el requisito académico de acceso a los ciclos formativos de grado medio para el nivel 2 o de grado superior para el nivel 3, o bien haber superado las correspondientes pruebas de acceso reguladas por las administraciones educativas.
- e) Tener superada la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años y/o de 45 años.
- f) Tener los conocimientos formativos o profesionales suficientes que permitan cursar con aprovechamiento la formación.

Artículo 5. *Formadores.*

1. Las prescripciones sobre formación y experiencia profesional para la impartición de los certificados de profesionalidad son las recogidas en el apartado IV de cada certificado de profesionalidad y se deben cumplir tanto en la modalidad presencial como a distancia.

2. De acuerdo con lo establecido en el artículo 13.3 del Real Decreto 34/2008, de 18 de enero, podrán ser contratados como expertos para impartir determinados módulos formativos que se especifican en el apartado IV de cada uno de los anexos de los certificados de profesionalidad, los profesionales cualificados con experiencia profesional en el ámbito de la unidad de competencia a la que está asociado el módulo.

3. Para acreditar la competencia docente requerida, el formador/a o persona experta deberá estar en posesión del certificado de profesionalidad de Formador ocupacional o formación equivalente en metodología didáctica de formación profesional para adultos.

Del requisito establecido en el párrafo anterior estarán exentos:

- a) Quienes estén en posesión de las titulaciones universitarias oficiales de licenciado en Pedagogía, Psicopedagogía o de Maestro en cualquiera de sus especialidades, de un título universitario de graduado en el ámbito de la Psicología o de la Pedagogía, o de un título universitario oficial de posgrado en los citados ámbitos.
- b) Quienes posean una titulación universitaria oficial distinta de las indicadas en el apartado anterior y además se encuentren en posesión del Certificado de Aptitud Pedagógica o de los títulos profesionales de Especialización Didáctica y el Certificado de

Cualificación Pedagógica. Asimismo estarán exentos quienes acrediten la posesión del Máster Universitario habilitante para el ejercicio de las Profesiones reguladas de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Escuelas Oficiales de Idiomas.

c) Quienes acrediten una experiencia docente contrastada de al menos 600 horas en los últimos siete años en formación profesional para el empleo o del sistema educativo.

4. Los formadores que impartan formación a distancia deberán contar con formación y experiencia en esta modalidad, en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, así como reunir los requisitos específicos que se establecen para cada certificado de profesionalidad. A tal fin, las autoridades competentes desarrollarán programas y actuaciones específicas para la formación de estos formadores.

Artículo 6. *Contratos para la formación y el aprendizaje.*

La formación inherente a los contratos para la formación y el aprendizaje se realizará, en régimen de alternancia con la actividad laboral retribuida, en los términos previstos en el desarrollo reglamentario contemplado en el artículo 11.2 d) del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, según redacción dada por la Ley 3 /2012, de 6 de julio, de medidas urgentes para la reforma del mercado laboral.

Artículo 7. *Formación a distancia.*

1. Cuando el módulo formativo incluya formación a distancia, ésta deberá realizarse con soportes didácticos autorizados por la administración laboral competente que permitan un proceso de aprendizaje sistematizado para el participante que deberá cumplir los requisitos de accesibilidad y diseño para todos y necesariamente será complementado con asistencia tutorial.

2. Los módulos formativos que, en su totalidad, se desarrollen a distancia requerirán la realización de, al menos, una prueba final de carácter presencial.

Artículo 8. *Centros autorizados para su impartición.*

1. Los centros y entidades de formación que impartan formación conducente a la obtención de un certificado de profesionalidad deberán cumplir con las prescripciones de los formadores y los requisitos mínimos de espacios, instalaciones y equipamiento establecidos en cada uno de los módulos formativos que constituyen el certificado de profesionalidad.

2. La formación inherente a los contratos para la formación y el aprendizaje realizada en régimen de alternancia con la actividad laboral retribuida, se impartirá en los centros formativos de la red a la que se refiere la disposición adicional quinta de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, previamente reconocido para ello por el Sistema Nacional de Empleo. También podrá realizarse dicha formación en la propia empresa cuando la misma dispusiere de las instalaciones y del personal adecuado a los efectos de la acreditación de la competencia o cualificación profesional, sin perjuicio de la necesidad, en su caso, de la realización de periodos de formación complementarios en los centros de la red mencionada.

Artículo 9. *Correspondencia con los títulos de formación profesional.*

La acreditación de unidades de competencia obtenidas a través de la superación de los módulos profesionales de los títulos de formación profesional surtirán los efectos de exención del módulo o módulos formativos de los certificados de profesionalidad asociados a dichas unidades de competencia establecidos en el presente real decreto.

Disposición adicional única. *Nivel de los certificados de profesionalidad en el marco europeo de cualificaciones.*

Una vez que se establezca la relación entre el marco nacional de cualificaciones y el marco europeo de cualificaciones, se determinará el nivel correspondiente de los

certificados de profesionalidad establecidos en este real decreto dentro del marco europeo de cualificaciones.

Disposición final primera. *Título competencial.*

El presente Real Decreto se dicta en virtud de las competencias que se atribuyen al Estado en el artículo 149.1.1.^a, 7.^a y 30.^a de la Constitución Española, que atribuye al Estado la competencia exclusiva para la regulación de las condiciones básicas que garanticen la igualdad de todos los españoles en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales; la legislación laboral; y la regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de 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. *Desarrollo normativo.*

Se autoriza a la Ministra de Empleo y Seguridad Social para dictar cuantas disposiciones sean precisas para el desarrollo de este real decreto.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 13 de julio de 2012.

JUAN CARLOS R.

La Ministra de Empleo y Seguridad Social,
FÁTIMA BÁÑEZ GARCÍA

ANEXO I

I. IDENTIFICACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

Denominación: Montaje de estructuras e instalación de sistemas y equipos de aeronaves

Código: FMEA0111

Familia profesional: Fabricación Mecánica

Área profesional: Construcciones Aeronáuticas

Nivel de cualificación profesional: 2

Cualificación profesional de referencia:

FME559_2 Montaje de estructuras e instalación de sistemas y equipos de aeronaves (RD 566/2011 de 20 de abril)

Relación de unidades de competencia que configuran el certificado de profesionalidad:

UC1850_2: Montar estructuras de aeronaves

UC1851_2: Sellar elementos estructurales de aeronaves.

UC1852_2: Instalar sistemas y equipos de aeronaves.

Competencia general:

Montar estructuras aeronáuticas e instalar sistemas y equipos en aeronaves, realizando operaciones de desmontaje, mecanizado, limpieza y sellado de depósitos y otros elementos a unir, así como conexionar, reglar y comprobar los equipos de vuelo, siguiendo instrucciones de técnicos superiores y procedimientos establecidos; cumpliendo con los criterios y normas de calidad, los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa, y la normativa de aplicación vigente.

Entorno Profesional:

Ámbito profesional:

Desarrolla su actividad profesional tanto por cuenta propia como por cuenta ajena, en pequeñas y medianas empresas de naturaleza tanto pública como privada, dedicadas a la construcción de estructuras de aeronaves y a su reparación, dependiendo, en su caso, funcional y jerárquicamente de un superior y pudiendo tener a su cargo personal de nivel inferior.

Sectores productivos:

Este certificado se ubica en las actividades productivas siguientes: Construcción aeronáutica y espacial y su maquinaria. Reparación y mantenimiento aeronáutico y espacial.

Ocupaciones o puestos de trabajo relacionados:

7221.1023 Instalador de tuberías en general.

7322.1072 Verificador-trazador de metales.
7521.1017 Electricista de aviones.
Montador de estructuras de aeronaves.
Instalador de sistemas aeromecánicos.

Duración de la formación asociada: 580 horas.

Relación de módulos formativos y de unidades formativas:

- MF1850_2: Montaje de elementos estructurales de aeronaves. (210 horas)
- UF2027: (Transversal) Documentación y tecnología aplicables al montaje aeronáutico (90 horas).
 - UF2028: Operaciones de montaje de estructuras aeronáuticas (90 horas).
 - UF2029: Comprobación de estructuras aeronáuticas (30 horas).
- MF1851_2: Sellado de elementos estructurales de aeronaves. (50 horas)
- MF1852_2: Instalación de sistemas y equipos de aeronaves. (330 horas)
- UF2027: (Transversal) Documentación y tecnología aplicables al montaje aeronáutico (90 horas).
 - UF2030: Instalación de sistemas mecánicos aeronáuticos (90 horas).
 - UF2031: Instalación de sistemas eléctricos aeronáuticos (90 horas).
 - UF2032: Comprobación y reglaje de sistemas mecánicos y eléctricos aeronáuticos (60 horas).

MP0430: Módulo de prácticas profesionales no laborales de montaje de estructuras e instalación de sistemas y equipos de aeronaves (80 horas).

II. PERFIL PROFESIONAL DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

Unidad de competencia 1

Denominación: MONTAR ESTRUCTURAS DE AERONAVES.

Nivel: 2

Código: UC1850_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Instalar elementos estructurales de aeronaves en utillajes para su mecanizado y unión según procedimientos establecidos y especificaciones incluidas en los planos de montaje, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 1.1 La información técnica para montar las estructuras de aeronaves se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas de montaje según normas de representación gráfica.

CR 1.2 Las zonas de trabajo de su responsabilidad se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medio ambiente.

CR 1.3 Los elementos a unir se trasladan al lugar de montaje empleando los medios de transporte requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.4 Los elementos a ensamblar se sitúan en los útiles o gradas de montaje asegurando la posición requerida según los planos de montaje y en el orden establecido en los procesos, aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.5 El ajuste de los elementos se obtiene eliminando el material sobrante o suplementando con elementos sólidos o líquidos, dentro de las normas y especificaciones aplicables.

CR 1.6 Los elementos se fijan temporalmente mediante pinzas, tornillos, entre otros, logrando su inmovilización durante el proceso de taladrado y unión.

CR 1.7 Los útiles se mantienen limpios y con los controles de calidad y revisiones cumplimentados según los procedimientos establecidos.

CR 1.8 El posicionamiento de los elementos, se asegura, verificando su posición según planos de montaje.

RP 2: Mecanizar (taladrar, escariar, avellanar, rebarbar, entre otros) elementos estructurales de aeronaves para su posterior ensamblaje según especificaciones incluidas en la información técnica, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.1 Las máquinas de taladrar manuales, semiautomáticas o automáticas se seleccionan en función del taladro a realizar, el espacio disponible o las indicaciones del proceso de trabajo establecido.

CR 2.2 Las brocas, avellanadores, escariadores, y rebarbadores requeridas se seleccionan en función del material a mecanizar, el diámetro del taladro, el espacio disponible y el proceso de trabajo.

CR 2.3 La presencia de polvo en el ambiente durante el taladrado y repasado de elementos fabricados con materiales compuestos se evita, utilizando medios de aspiración adecuados al espacio disponible y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.4 Los útiles auxiliares de taladrar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR 2.5 Los avellanadores se reglan utilizando probetas para limitar su penetración a la medida establecida en el plano.

CR 2.6 Las herramientas de corte se cambian cuando pierden la capacidad de corte o no se consigue la medida y calidad especificada en el plano.

CR 2.7 La velocidad de giro de la herramienta se adapta al material a mecanizar, material de la herramienta, tipo de operación y diámetro a mecanizar.

CR 2.8 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CR 2.9 El mecanizado obtenido se verifica para asegurarse que se ajusta a las especificaciones incluidas en el plano de fabricación.

CR 2.10 Las tareas realizadas se registran en los documentos de fabricación.

RP 3: Unir o desmontar los distintos componentes para obtener estructuras de aeronaves según instrucciones de trabajo, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 3.1 Las superficies a unir se mantienen limpias y en su caso con las protecciones superficiales exigidas en las especificaciones.

CR 3.2 La herramienta utilizada para fijar los elementos de unión fijos o desmontables se selecciona en función del tipo de unión a realizar.

CR 3.3 La continuidad eléctrica de la estructura se asegura realizando la puesta a masa de los diferentes elementos especificados en los planos.

CR 3.4 Las máquinas de remachado se seleccionan y reglan para obtener el remachado de acuerdo con las normas aplicables.

CR 3.5 Los elementos de unión se montan evitando la formación de tensiones o deformaciones en las piezas unidas o de la estructura resultante, aplicando las normas sobre suplementos líquidos y sólidos.

CR 3.6 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de unión de componentes de estructuras de aeronaves.

CR 3.7 Los remaches de la estructura se desmontan, cuando sea necesario, según procedimientos establecidos y evitando deteriorar las piezas unidas.

CR 3.8 Las piezas mecanizadas que lo requieran según las especificaciones son tratadas contra la corrosión.

CR 3.9 Los elementos montados o sus componentes se manipulan y transportan con los medios requeridos en condiciones de seguridad, evitando deformaciones o deterioros por colisión.

CR 3.10 Los elementos unidos por soldadura se realizan con los equipos y procedimientos específicos.

RP 4: Comprobar la estructura aeronáutica obtenida, según especificaciones incluidas en los planos de fabricación y de control de calidad, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 4.1 Las superficies y formas aerodinámicas requeridas se comprueban mediante calibres establecidos en la documentación aplicable.

CR 4.2 Las superficies exteriores se ajustan a las especificaciones de limpieza aerodinámica.

CR 4.3 Los datos de las mediciones aerodinámicas se registran en la documentación o en los sistemas informáticos aplicables.

CR 4.4 Los ejes de giro de los elementos móviles se comprueban con los útiles específicos o empleando los elementos que vayan a montarse posteriormente.

CR 4.5 La situación de las cabezas de los elementos de unión (remaches, tornillos, entre otros), se comprueban con los calibres y galgas apropiadas para garantizar que se cumplen las normas aerodinámicas aplicables.

CR 4.6 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de comprobación de estructuras de aeronaves.

CR 4.7 Los elementos de comprobación se manipulan según las normas de aplicación Y se verifica que estén calibrados.

Contexto profesional

Medios de producción:

Medios de elevación y transporte. Máquinas de taladrar manuales, semiautomáticas y automáticas. Útiles de mecanizado. Máquinas de remachar (automáticas o semiautomáticas). Elementos para rebarbar, disolventes, trapos. Adhesivos. Soldadura aeronáutica Equipo de protección personal. Utillaje para unión de elementos estructurales y montaje de estructuras. Plantillas de reglaje.

Productos y resultados:

Elementos estructurales de aeronaves, instalados en utillajes. Elementos estructurales de aeronaves, mecanizados (taladrados, escariados, avellanados, rebabados, entre otros). Componentes, unidos o desmontados para obtener o reparar estructuras de aeronaves. Estructura aeronáutica obtenida, comprobada.

Información utilizada o generada:

Procesos de montaje. Procedimientos de taladrado y mecanizado de materiales metálicos. Procedimientos de taladrado y mecanizado de materiales compuestos. Procedimientos de remachado. Normas y especificaciones de los elementos de unión.

Procedimientos de tratamientos anticorrosivos (forcemate, cold work, shoot peening, alodiado, pasivado). Procedimientos de soldadura aeronáutica. Procedimientos de desmontaje. Órdenes de trabajo. Hoja de planificación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa

Unidad de competencia 2

Denominación: SELLAR ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE AERONAVES

Nivel: 2

Código: UC1851_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Realizar el acopio de productos utilizados en el sellado, cumpliendo las especificaciones requeridas para su uso y conservación, así como con las relativas al transporte, almacenamiento y manipulación.

CR 1.1 Los productos se identifican verificando las etiquetas y comprobando las cantidades especificadas.

CR 1.2 Los sellantes, imprimaciones o promotores de adhesión, se comprueba que no están caducados, y que han permanecido en sus envases originales, sin abrir.

CR 1.3 Los diferentes productos se trasladan empleando los medios y en las condiciones requeridas en las especificaciones técnicas.

CR 1.4 Los componentes del sellante se han atemperado cuando se hayan almacenado bajo refrigeración y se mantienen a la temperatura especificada en las instrucciones técnicas.

CR 1.5 Los procedimientos de registro informático, o por otros medios, del material recibido o utilizado se siguen para que la información quede debidamente registrada, y se asegure la trazabilidad del proceso.

CR 1.6 Las normas específicas de prevención frente al riesgo químico o contaminación medioambiental son respetadas en la descarga, manipulación y almacenamiento de productos y materiales.

RP 2: Obtener la mezcla de los sellantes, utilizando las cantidades y procedimientos establecidos, cumpliendo con las normas de mezclado, de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.1 El producto base y su endurecedor se comprueba que pertenecen al mismo lote de fabricación, y se mezclan en las proporciones especificadas.

CR 2.2 El sellante se mezcla, manualmente o por medio de máquinas, hasta alcanzar una mezcla homogénea y exenta de burbujas de aire, de acuerdo con las especificaciones aplicables.

CR 2.3 Los mezcladores y las mezclas se operan y manipulan, siguiendo el procedimiento y las condiciones de trabajo establecidas.

CR 2.4 Los parámetros para la conducción de la mezcla se ajustan en el margen de actuación establecido.

CR 2.5 De cada mezcla realizada se toma una muestra para el control de calidad, según especificaciones.

CR 2.6 Las mezclas de sellantes se envasan, etiquetan y almacenan en las condiciones establecidas.

CR 2.7 Las anomalías observadas se registran y notifican en tiempo y forma, en los soportes establecidos en los manuales de operación.

CR 2.8 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de mezcla de sellantes.

RP 3: Obtener la estanqueidad de elementos estructurales y el acoplamiento de componentes de estructuras de aeronaves, mediante la aplicación de sellantes según los procedimientos establecidos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 3.1 La zona a sellar se mantiene libre de restos de materiales, desengrasada y seca y, en su caso, se calienta por encima de la temperatura ambiente para evitar la condensación.

CR 3.2 El promotor de adhesión se aplica cuando así lo requiera el plano de montaje, y se respeta su tiempo de secado antes de aplicar el sellante.

CR 3.3 Las zonas que no deban ser selladas se protegen según especificaciones del proceso.

CR 3.4 Los sellantes se aplican siguiendo los procedimientos y especificaciones establecidas para cada tipo de sellado (interposición, filete o cordón, ranuras, taladros y huecos, uniones desmontables, bordes, entre otros) de forma uniforme, continua y libre de burbujas de aire.

CR 3.5 El sellado de elementos de fijación (remaches, bulones y tornillos) se realiza siempre que esté previsto en los planos de montaje, utilizando los procedimientos previstos y el tipo de sellante autorizado o determinado en las especificaciones.

CR 3.6 La aplicación de los sellantes se realiza manteniendo las condiciones de temperatura y humedad relativa establecidas, sin sobrepasar su periodo de vida útil.

CR 3.7 Las protecciones de las zonas selladas se retiran antes de que el sellante haya secado totalmente.

CR 3.8 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de sellado.

RP 4: Comprobar que el sellado aplicado en las estructuras aeronáuticas se ajusta a las especificaciones de fabricación, planos de montaje y normas de control de calidad, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 4.1 El sellante de interposición sobresale uniformemente en todo el contorno de la superficie sellada.

CR 4.2 El cordón de sellado se verifica visualmente comprobando su homogeneidad, la ausencia superficial de huecos, poros, grietas, vetas, decoloraciones, discontinuidades, ampollas y partículas extrañas adheridas al sellante.

CR 4.3 Las superficies y formas aerodinámicas requeridas se comprueban mediante calibres establecidos en la documentación aplicable.

CR 4.4 Las superficies exteriores se ajustan a las especificaciones de limpieza aerodinámica.

CR 4.5 Los datos de las mediciones aerodinámicas se registran en la documentación o en los sistemas informáticos aplicables.

CR 4.6 La estanqueidad de los depósitos sellados se comprueba de acuerdo con los requerimientos y normas aplicables.

CR 4.7 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de verificación de sellado.

Contexto profesional:**Medios de producción:**

Sellantes: de interposición, de cordón, de recubrimiento. Imprimaciones. Promotores de adhesión. Productos no endurecibles para protección de uniones desmontables. Disolventes para limpieza, trapos. Sistemas de calefacción. Refrigeradores industriales. Aspiradores y aire comprimido. Humificadores. Calentadores. Balanza. Mezclador mecánico de sellantes. Mezclador de cartuchos. Pistolas para sellado normal y de inyección, cartuchos y boquillas. Brochas, espátulas, útiles alisadores de cordón y para nivelación de sellantes. Botes metálicos. Papel abrasivo. Cinta de enmascarar autoadhesiva. Desmoldeante. Desellante. Equipo de protección personal.

Productos y resultados:

Acopio de productos utilizados en el sellado, realizado. Mezcla de los sellantes, obtenida. Estanqueidad de elementos estructurales y acoplamiento de componentes de estructuras de aeronaves, obtenidos. Sellado aplicado en las estructuras aeronáuticas, comprobado que se ajusta a las especificaciones de fabricación.

Información utilizada o generada:

Planos de montaje y de detalle. Especificaciones de los materiales empleados para sellado. Procedimientos de ambientación y mezcla de sellantes. Procedimientos de fabricación de probetas de sellante, mezclado y realización de ensayos. Registros para la trazabilidad del producto y proceso. Procesos de sellado de interposición, en filete o cordón y de estanqueidad, entre otros. Órdenes de trabajo. Hoja de planificación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

Unidad de competencia 3

Denominación: INSTALAR SISTEMAS Y EQUIPOS DE AERONAVES

Nivel: 2

Código: UC1852_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Montar conducciones y cableados eléctricos en estructuras de aeronaves cumpliendo la normativa técnica aplicable, y las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 1.1 Las conducciones de presión hidráulicas y neumáticas (aire, nitrógeno, oxígeno) se montan teniendo en cuenta la posición y las interferencias con la estructura según las normas y las instrucciones de montaje aplicables.

CR 1.2 Los lubricantes empleados en las roscas de los conductos se aplican garantizando la compatibilidad con los fluidos que transporta la tubería.

CR 1.3 La separación entre las conducciones y el amarre estable se consigue seleccionando los elementos de sujeción y distanciadores según las normas aplicables.

CR 1.4 Las conexiones de las líneas de presión se realizan con las herramientas específicas calibradas y el par de apriete especificado en las instrucciones de trabajo.

CR 1.5 Los cableados eléctricos se instalan en la estructura utilizando los

elementos de sujeción indicados en el procedimiento y siguiendo las instrucciones de guiado y montaje de los estándares aplicables.

CR 1.6 La continuidad eléctrica de la tubería se verifica con los instrumentos específicos y se garantiza con la limpieza y apriete de la unión del elemento de masa.

CR 1.7 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de montaje de conducciones y cableados.

RP 2: Montar partes mecánicas móviles en la estructura de aeronaves cumpliendo la normativa técnica aplicable y las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.1 Los elementos mecánicos (rodamientos, rodillos, rotulas, entre otros), se colocan con las herramientas y aprietes específicos siguiendo las instrucciones de trabajo.

CR 2.2 Las poleas de cables de mando se alinean con la dirección del esfuerzo que transmiten.

CR 2.3 Las barras y bielas se montan evitando las interferencias que pudieran tener durante la operación.

CR 2.4 Los elementos móviles que lo requieran se lubrican con las grasas y herramientas descritas en el proceso de trabajo.

CR 2.5 Los componentes se frenan o lacran utilizando el hilo del diámetro y material especificado, con las herramientas de trenzado requeridas y siguiendo los métodos descritos en las instrucciones estándar.

CR 2.6 Las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales se cumplen durante los procesos de montaje mecánico.

RP 3: Montar y conectar los equipos en la estructura de la aeronave según procedimientos establecidos, asegurando la funcionalidad de los mismos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 3.1 Los equipos se fijan con los elementos descritos en las instrucciones de trabajo comprobando que no hay interferencias con la estructura y su posición es la establecida.

CR 3.2 Los mazos de cables se conectan respetando las especificaciones de montaje.

CR 3.3 Las puertas, compuertas y registros se preinstalan, realizando su ajuste según instrucciones y documentación técnicas aplicables.

CR 3.4 Las puertas, compuertas y registros se ajustan con el resto de la estructura utilizando las herramientas y calibres necesarios para alcanzar las cotas dimensionales contenidas en los planos e instrucciones de trabajo.

CR 3.5 Las ventanillas, parabrisas y cúpulas se montan asegurando la estanqueidad y el ajuste correctos, teniendo en cuenta las instrucciones de manejo y montaje de estos componentes.

CR 3.6 Los componentes mayores como motores, unidad de potencia auxiliar (APU), equipos de aire acondicionado, entre otros, se montan siguiendo las órdenes de trabajo, atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental de la empresa.

RP 4: Montar y reglar mandos de vuelo y trenes de aterrizaje según procedimientos establecidos, asegurando la funcionalidad de los mismos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 4.1 Las superficies de mandos de vuelo se instalan manualmente o mediante utillaje especificado en las instrucciones y documentación técnica u órdenes de trabajo; cumpliendo plan de prevención de riesgos laborales y de protección

medioambiental de la empresa.

CR 4.2 Los actuadores, varillas, cables de mando se colocan ajustados, engrasados, orientados y libres de interferencias entre las superficies móviles y los elementos de unión y actuación.

CR 4.3 El reglaje del movimiento de las superficies móviles se realiza, utilizando inclinómetros, galgas, calibres, plantillas ó útiles descritos en las instrucciones de trabajo consiguiendo el recorrido requerido en las mismas.

CR 4.4 La tensión de los cables de mando mecánicos, se regula utilizando los tensiómetros requeridos y teniendo en cuenta la construcción del cable, su diámetro, el material del mismo y las especificaciones del plano de fabricación.

CR 4.5 Las varillas, reenvíos, tensores de cables, entre otros, se frenan con alambre, contratuercas, pasadores, arandelas especiales según las prácticas estándar y atendiendo a las instrucciones de trabajo, antes de iniciar las pruebas.

RP 5: Comprobar durante el montaje los sistemas montados en la estructura de la aeronave para garantizar la funcionalidad de los mismos siguiendo procedimientos establecidos, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 5.1 La estanqueidad de conducciones hidráulicas, neumáticas, de oxígeno y aire se comprueba cargando el circuito con el correspondiente fluido y sometándolo a la presión de prueba en condiciones de seguridad.

CR 5.2 La continuidad, aislamiento y la tensión del cableado eléctrico se comprueba con los instrumentos específicos y calibrados según las instrucciones de trabajo, planos y normativa estándar, y en condiciones de seguridad.

CR 5.3 El sistema hidráulico se comprueba con los medios de prueba específicos y siguiendo procedimientos de trabajo, calidad, seguridad personal y medioambiental requeridos.

CR 5.4 El funcionamiento de los mandos de vuelo así como los recorridos de las superficies y los tiempos de actuación, se comprueba que cumplen con las instrucciones y documentación técnicas, en condiciones de seguridad.

CR 5.5 El sistema de trenes de aterrizaje, frenos y avisos sonoros asociados, se comprueba según las instrucciones técnicas del proceso.

CR 5.6 La estanqueidad, limpieza y la instalación del sistema de tuberías y mangueras de anemometría se comprueba, utilizando los medios descritos en las instrucciones estándar y documentación técnica.

CR 5.7 La presurización de las cabinas de pilotaje, pasaje y carga se comprueba con los equipos específicos para cada caso, según las especificaciones técnicas y en condiciones de seguridad.

CR 5.8 Las comprobaciones se realizan verificando que la fecha de calibración de los equipos utilizados esta vigente.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Herramientas manuales para la instalación de los equipos, conducciones y componentes mayores de la aeronave. Medios de engrase manuales. Herramientas para el frenado de componentes. Herramientas de ajuste de elementos estructurales fijos. Eslingas y medios de izado y posicionado, plantillas de reglaje. Aparatos de medida eléctricos. Aparatos de medida de presión. Aparatos de medida dimensional (lineal y angular). Aparatos de medida de tensión de cables de acero. Medios de presión fijos y manuales (hidráulicos y neumáticos), y utillaje específico indicado por cada fabricante.

Productos y resultados:

Conducciones y cableados eléctricos en estructuras de aeronaves, montados. Partes mecánicas móviles en la estructura de aeronaves, montadas. Equipos en la estructura de la aeronave, montados y conexiones. Mandos de vuelo y trenes de aterrizaje, montados y reglados. Sistemas montados en la estructura de la aeronave, comprobados durante el montaje.

Información utilizada o generada:

Manuales de instrucciones de máquinas, equipos y productos. Manuales de equipos de pruebas. Procesos de pruebas, incluyendo las medidas dimensionales ó físicas a comprobar. Normativa estándar de cada fabricante. Registros para la trazabilidad del producto y proceso. Normativa nacional e internacional aeronáutica, tanto de aviación civil como militar. Órdenes de trabajo. Hoja de planificación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

III. FORMACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD**MÓDULO FORMATIVO 1**

Denominación: MONTAJE DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE AERONAVES

Código: MF1850_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1850_2 Montar estructuras de aeronaves.

Duración: 210 horas

UNIDAD FORMATIVA 1

Denominación: DOCUMENTACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICABLES AL MONTAJE AERONÁUTICO

Código: UF2027 (TRANSVERSAL)

Duración: 90 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con las RP1, RP2, RP3 y RP4 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, tecnologías empleadas en el proceso de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos analizando la documentación técnica de montaje.

CE1.1 Interpretar la simbología y elementos normalizados representados en planos de montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves.

CE1.2 Interpretar las vistas, cortes, secciones y detalles de planos de montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.3 Identificar en los planos de montaje los distintos componentes de las estructuras, sistemas y equipos aeronáuticos, así como los conjuntos que forman dichos elementos.

CE1.4 Identificar en la documentación técnica los materiales empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE1.5 Interpretar órdenes de producción, procesos de montaje y manuales de montaje.

CE1.6 Determinar los diferentes medios de unión que se deben utilizar en el montaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.7 Describir los sistemas de medida empleados en aeronáutica.

CE1.8 Convertir unidades de diferentes sistemas de medición empleados en aeronáutica.

C2: Determinar los útiles, maquinas, herramientas y elementos de unión temporal y permanentes en el montaje de elementos aeronáuticos.

CE2.1 Identificar los distintos tipos de utillaje utilizados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves en función del trabajo a realizar.

CE2.2 Identificar los elementos de unión temporal empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE2.3 Relacionar el tipo de ajuste en los procesos de montaje y sus soluciones.

CE2.4 Describir las aplicaciones y modos de funcionamiento de las herramientas utilizadas en el ajuste estructural.

CE2.5 Identificar los elementos de unión permanente empleados en el montaje aeronáutico.

CE2.6 Identificar las máquinas manuales a utilizar en los procesos de montaje de estructuras e instalaciones de sistemas de aeronaves.

C3: Aplicar las normas de calidad correspondientes a los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE3.1. Identificar las normas de calidad aplicables al proceso de montaje aeronáutico.

CE3.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en el montaje aeronáutico.

CE3.3 Realizar los registros de calidad de las operaciones de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos, en la documentación correspondiente.

CE3.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el montaje aeronáutico.

C4: Actuar en el montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Identificar los riesgos que se puedan presentar en el proceso de montaje de aeronaves.

CE4.2 Describir como se utilizan de forma segura los equipos de trabajo y protección en los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE4.3 Aplicar en los diferentes procesos del montaje aeronáutico las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales.

CE4.4 Identificar los riesgos laborales y medioambientales de los productos y procesos de tratamientos superficiales utilizados en el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos.

Contenidos:

1. Documentación técnica y materiales empleados en el montaje aeronáutico.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:
 - Rutas y estructuras.
 - Ordenes de fabricación.
 - Instrucciones de trabajo.

- Libros de laminado.
- Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.
- Materiales metálicos: propiedades físicas, mecánicas y químicas. Corrosión.
- Aleaciones ligeras: de aluminio (duraluminios), de titanio y de magnesio.
- Aceros: aleaciones de alta resistencia, aleaciones de baja resistencia y aceros inoxidables.
- Materiales compuestos:
 - Definición.
 - Núcleos y refuerzos.
 - Resinas y adhesivos.
 - Curado.
 - Fibra de carbono.
 - Kevlar.
 - Fibra de vidrio.

2. Interpretación de planos de fabricación.

- Sistemas de medida empleados en aeronáutica:
 - Sistema Internacional (SI).
 - Sistema British Standards (BS).
 - Conversión de medidas.
- Interpretación de Planos:
 - Líneas, formatos y escalas.
 - Vistas, secciones y cortes.
 - Perspectivas.
- Interpretación de esquemas mecánicos, fluidos, eléctricos y electrónicos.
- Ajustes y tolerancias:
 - Ejes y agujeros.
 - De forma y posición.
 - Ajustes móviles, fijos e indeterminados.
 - Sistemas eje único y agujero único.

3. Utillaje, maquinaria y elementos de unión.

- Manipulación del material: Almacenamiento.
- Utillaje:
 - Útiles de montaje.
 - Gradas de montaje.
 - Útiles auxiliares de montaje, de subconjuntos y de taladrar.
- Ajuste de piezas:
 - Juego e interferencia.
 - Tipos de uniones.
 - Ajuste en piezas metálicas.
 - Ajuste en piezas de material compuesto. Lijado y recantado.
- Fijación para el mecanizado:
 - Taladrado previo.
 - Pinzas o glicos.
 - Mordazas de sujeción.
 - Tuercas y tornillos.
- Herramientas de mano y mecánicas empleadas para la fijación.
- Equipos de aspiración.
- Aparatos de elevación y transporte.

4. Calidad en la industria aeronáutica.

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
 - No conformidades.
 - Instrucciones de verificación.
 - Memorias de control.
 - Instrucciones de trabajo.
- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Registro y trazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.
- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales y productos empleados en el proceso de montaje aeronáutico.
- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreign Objects Damage–).

5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de montaje de estructuras e instalaciones aeronáuticas.

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normas de prevención en el uso de máquinas de elevación.

UNIDAD FORMATIVA 2

Denominación: OPERACIONES DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS

Código: UF2028

Duración: 90 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a la instalación de elementos en utillaje, con la RP2 en lo referido al mecanizado de elementos estructurales de aeronaves para su posterior ensamblaje y con la RP3 en lo referido a la unión y desmontaje de los distintos componentes para obtener estructuras aeronáuticas.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Montar elementos a unir en útiles para su mecanizado a partir de la documentación técnica, cumpliendo con las normas calidad, de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Identificar las herramientas utilizadas en el ajuste estructural, sus aplicaciones y modos de funcionamiento.

CE1.2 En un caso práctico de montaje, debidamente caracterizado, donde se entrega la documentación técnica de una estructura aeronáutica, y todo lo necesario para su montaje en útiles:

- Preparar la zona de trabajo acopiando los materiales, herramientas y útiles necesarios.
- Seleccionar el utillaje para ejecutar los procesos de trabajo.
- Preinstalar elementos de estructuras en útiles de montaje para su posterior mecanización.
- Inmovilizar temporalmente los elementos estructurales a unir, mediante elementos del propio útil, pinzas o tornillos.
- Comprobar que las estructuras cumplen las especificaciones requeridas en la documentación técnica correspondiente.
- Limpiar el utillaje y almacenarlo cumpliendo con los procedimientos establecidos.
- Utilizar los equipos de protección individual.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Mecanizar elementos de estructuras de aeronaves (taladrado, avellanado y escariado) comprobando las características dimensionales de las superficies mecanizadas, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Describir los procesos de taladrado, escariado y avellanado usados en el mecanizado de estructuras de aeronaves.

CE2.2 Identificar las máquinas para hacer taladros, escariados y avellanados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE2.3 Seleccionar herramientas de mecanizado en función de la operación de taladrado, escariado o avellanado y el tipo de material a mecanizar.

CE2.4 Relacionar las variables del mecanizado (material, tipo de herramienta y diámetro) con las revoluciones a las que debe girar la herramienta.

CE2.5 Describir los procesos de comprobación de taladros en estructuras de aeronaves.

CE2.6 En casos prácticos de taladrado, escariado y avellanado de elementos estructurales de aeronaves, convenientemente caracterizados por el plano de montaje:

- Seleccionar las máquinas, útiles y herramientas según el taladro, escariado o avellanado a realizar, material a mecanizar, área de trabajo e indicaciones del proceso de trabajo.
- Calcular los parámetros de mecanizado, por medio de fórmulas o tablas, en función del material, tipo de broca y diámetro del taladro.
- Regular las revoluciones de la máquina según el cálculo realizado.
- Taladrar con distintos tipos de máquinas manuales, semiautomáticas y automáticas, en función del material, tipo de broca, área de trabajo y especificaciones técnicas que aparecen en los planos de montaje.
- Escariar con distintos tipos de máquinas manuales, semiautomáticas y automáticas, en función del material, área de trabajo y especificaciones técnicas que aparecen en los planos de montaje.
- Avellanar los taladros ajustándose a los requerimientos del plano.
- Rebarbar los taladros ajustándose a los requerimientos del plano.
- Comprobar que los diámetros de los taladros y avellanados realizados se ajustan a las tolerancias especificadas en los planos de montaje.
- Desmontar los elementos mecanizados para su limpieza con el fin de eliminar restos de materiales sobrantes que puedan interferir en el ensamblaje definitivo.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C3: Realizar el montaje y desmontaje de elementos estructurales de aeronaves, para reparar o conseguir la estructura definitiva, a partir de la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Identificar la maquinaria apropiada para realizar el montaje de los diferentes elementos de unión empleados en las estructuras del aeroplano.

CE3.2 Convertir unidades de par de apriete entre sistemas de medida empleados en aeronáutica.

CE3.3 Identificar los distintos tipos de remaches y procesos de remachado utilizados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE3.4 Identificar los distintos tipos de frenado de los elementos de unión utilizados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE3.5 Describir los procesos de protección contra la corrosión en elementos de aeronaves.

CE3.6 Describir los procesos de puesta a masa de los elementos estructurales del aeroplano.

CE3.7 En un caso práctico de unión de elementos estructurales de aeronaves convenientemente caracterizado por su documentación técnica:

- Seleccionar las máquinas y herramientas para cada elemento de unión, dependiendo de la accesibilidad a la zona de trabajo y del par de apriete que se debe aplicar, según las indicaciones de los documentos técnicos.
- Unir los distintos elementos estructurales, por medio de remaches, tornillos, tuercas, bulones, entre otros, aplicando los sellantes específicos o encapsulando aquellos que lo requieran de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad.
- Aplicar los tratamientos superficiales de protección de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad.
- Conexionar a masa las distintas partes de la estructura, por medio de tomas de masa.
- Comprobar que el montaje se ajusta a las especificaciones.
- Desmontar el conjunto del útil.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

Contenidos:

1. Elementos de unión empleados en las estructuras de aeronaves

- Tipos de remaches:
 - De caña maciza.
 - Semitubulares.
 - Ciegos.
 - Hi-Lok, Hi-Lite, Hi-Tigue.
 - Lok-Bolt, Jo-Bolt,
 - Cherry.
- Tipos de bulones, tornillos, tuercas y arandelas.
- Tuercas remachables: instalación y normas de aplicación.
- Tipos de sistemas de frenado:
 - Alambre de frenado.
 - Pasadores de aletas.
 - Tuercas autofrenables.
- Normas de calidad aplicables a medios de fijación y unión empleados en las estructuras de aeronaves.

2. Mecanizado de elementos de estructuras de aeronaves.

- Documentación técnica específica en el proceso de mecanizado de elementos de estructuras de aeronaves.
- Proceso de taladrado en materiales metálicos: aleación ligera, acero y titanio.
- Proceso de taladrado en materiales compuestos.
- Taladrado previo, de desbaste y de acabado.
- Máquinas de taladrar manuales, semiautomáticas y automáticas.
- Útiles de taladrar: trípodes y torretas.
- Tipos de brocas y sus aplicaciones.
- Parámetros de mecanizado: Velocidad de corte, avance.
- Avellanado. Avellanadores.
- Redoblado. Tipos de redoblones.
- Rebabado. Rebabadores.
- Acabado de precisión por escariado.
- Escariadores: tipos y sus aplicaciones
- Trabajo en frío de taladros: Casquillos, mandriles, pistolas extractoras, lubricantes.
- Elementos de verificación: Pie de rey, micrómetros, calibres pasa-no pasa, rugosímetros.
- Equipos de protección individual.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental en el proceso de mecanizado de elementos de estructuras aeronáuticas.

3. Remachado de elementos de estructuras aeronáuticas.

- Documentación técnica específica en el proceso de remachado de elementos de estructuras aeronáuticas.
- Remachado y desmontaje de remaches macizos, ciegos tipo cherry, HI-LOCK y JO-BOLT. Normas de aplicación.
- Máquinas y herramientas utilizadas en la colocación y desmontaje de remaches.
- Distribución de remaches.
- Tratamientos térmicos.
- Medidas de los taladros para la inserción de remaches.
- Procedimientos de desmontaje de remaches para reparaciones de estructuras aeronáuticas.
- Equipos de protección individual.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental en el proceso de remachado de estructuras aeronáuticas.

4. Otros procesos de unión de elementos de estructuras aeronáuticas.

- Documentación técnica específica en el proceso de unión de elementos de estructuras de aeronaves.
- Apriete torcométrico:
 - Torcómetros manuales y neumáticos.
 - Adaptadores axiales y radiales.
 - Prolongadores radiales y de empuñadura.
 - Sistemas de medidas torcométricas.
 - Conversión de medidas torcométricas.
 - Par de apriete.
 - Factores de corrección.
- Arandelas: tipos e instalación.
- Instalación de bulones tornillos, tuercas y arandelas:
 - Dirección de instalación.
 - Diámetro del taladro.
 - Par de apriete.
- Frenado con pasadores de aleta o con alambre.
- Arandelas de frenado: planas, con patillas, para tuercas ranuradas.

- Prevención de la Corrosión:
 - Identificación de la corrosión en estructuras metálicas y mixtas.
 - Métodos manuales de protección contra la corrosión.
 - Métodos químicos: alodiado, cadmiado, anodizado, cromado.
- Tomas de masa:
 - Preparación de superficies.
 - Conexión a masa de tuberías hidráulicas.
 - Zona de masa para tornillos.
 - Tratamientos finales.
 - Terminales, cables y bornes.
- Ajustes de superficies:
 - Con suplementos líquidos: resinas y filleralu.
 - Con suplementos sólidos: pelables y no pelables.
- Procedimientos de desmontaje para reparaciones de estructuras aeronáuticas
- Equipos de protección individual.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental en el montaje y desmontaje de elementos de unión de estructuras de aeronaves.

UNIDAD FORMATIVA 3

Denominación: COMPROBACIÓN DE ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS

Código: UF2029

Duración: 30 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP4 en lo referido a comprobar la estructura aeronáutica obtenida.

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar técnicas de medición y comprobación en estructuras de aeronaves atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Identificar los instrumentos de comprobación utilizados en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.2 Describir técnicas de medición dimensional, superficial y geométrica usadas en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.3 Describir técnicas de comprobación de estanqueidad usadas en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.4 Describir técnicas de comprobación funcional de elementos en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.5 Describir técnicas de comprobación del estado superficial y de la limpieza aerodinámica en la estructura obtenida.

CE1.6 Identificar los sistemas de registro de las comprobaciones y los documentos asociados al montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.7 identificar el tratamiento de no conformidades y de acciones correctoras.

CE1.8 Identificar los estados de inspección.

CE1.9 En un caso práctico de comprobación, convenientemente caracterizado, de una estructura aeronáutica:

- Comprobar el estado superficial y las formas aerodinámicas, empleando los medios requeridos.
- Comprobar los ejes de giro de los elementos móviles, por medio de útiles específicos o empleando los mismos elementos que se van a montar.
- Comprobar mediante calibres, plantillas o galgas que las cabezas de los

elementos de unión (remaches y tornillos) no sobrepasan las tolerancias indicadas en los documentos técnicos.

- Registrar los datos obtenidos en las mediciones realizadas en la documentación o sistemas informáticos aplicables.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de verificación.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente

Contenidos:

1. Metrología e instrumentos de medida.

- Funcionamiento y aplicación de los instrumentos de medida:
 - Calibre pié de rey.
 - Micrómetro de exteriores.
 - Micrómetro de interiores.
 - Comparador de reloj.
 - Calas, cilindros y calzo.
 - Galgas de espesores, de radios y roscas.
 - Goniómetro.
 - Calibre tampón.
 - Rugosímetro.
- Técnicas de medición dimensional, geométrica y superficial.
- Normas de calidad de los instrumentos de medida para la verificación e inspección de elementos de estructuras aeronáuticas.

2. Verificación e inspección de estructuras de aeronaves.

- Documentación técnica específica del proceso verificación e inspección de elementos de estructuras de aeronaves.
- Verificación de estructuras:
 - Taladros.
 - Avellanados.
 - Redoblonado.
 - Remaches: disposición, asiento del remache, holgura, grietas, hendiduras, excentricidad, hundimientos y resaltes.
 - Protección superficial.
 - Acoplamiento de piezas.
 - Interferencias entre piezas.
 - Holguras entre piezas.
 - Inspección visual de las superficies tratadas.
- Útiles de comprobación de limpieza aerodinámica.
- Reglaje y pruebas de los elementos móviles.
- Conformidad del producto.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental en el proceso de verificación e inspección de elementos de estructuras aeronáuticas.

Orientaciones metodológicas

Para acceder a la unidad formativa 2 y 3 debe haberse superado la unidad formativa 1.

Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

MÓDULO FORMATIVO 2

Denominación: SELLADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE AERONAVES

Código: MF1851_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1851_2 Sellar elementos estructurales de aeronaves

Duración: 50 horas

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Obtener la información para realizar el acopio, manipulación y traslado del material base y endurecedores, analizando la documentación técnica.

CE1.1 Identificar las designaciones de los diferentes tipos de sellantes y clasificarlos por familias según su naturaleza química.

CE1.2 Identificar las señales de peligro de las distintas materias primas y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE1.3 Describir los procesos de almacenaje y transporte de materiales sellantes.

CE1.4 Describir las medidas de prevención de riesgos laborales y de gestión de residuos establecidas para conseguir el mínimo impacto ambiental.

CE1.5 En un caso práctico de análisis, debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de sellado de una estructura aeronáutica, y procesos de sellado:

- Identificar en la documentación técnica los distintos materiales sellantes.
- Identificar en la documentación técnica las condiciones de seguridad y prevención de riesgos laborales y medioambientales en la manipulación, traslado y almacenaje de materiales empleados en el sellado.
- Interpretar órdenes e instrucciones de acopio, manipulación y traslado de materiales empleados para la elaboración de mezclas de sellado.

C2: Obtener mezclas sellantes, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE2.1 Caracterizar el proceso de obtención de mezclas sellantes en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE2.2 Describir las características y funciones de mezcladoras y equipos auxiliares requeridos para realizar el mezclado de forma controlada.

CE2.3 Describir la influencia de la humedad y temperatura en la preparación de mezclas sellantes y en el comportamiento final de éstas.

CE2.4 Identificar la secuencia de operaciones a realizar en la preparación de mezclas.

CE2.5 Identificar el equipo de protección individual.

CE2.6 Describir las características de las probetas de ensayo para mezclas sellantes y los factores a tener en cuenta en la verificación de calidad.

CE2.7 En varios casos prácticos de elaboración de mezclas sellantes, debidamente caracterizados:

- Interpretar las instrucciones técnicas.
- Preparar los productos base y acondicionarlos para la mezcla.

- Introducir parámetros de proceso en máquinas y equipos auxiliares.
- Mezclar los productos según procedimientos establecidos.
- Tomar muestras de la mezcla elaborando probetas con la forma y dimensiones especificadas en la norma.
- Aplicar las medidas de prevención de riesgos laborales y medioambientales.
- Mantener el área de trabajo ordenada y limpia.

C3: Aplicar técnicas de sellado en elementos estructurales de aeronaves en función de la finalidad del sellado y la accesibilidad a la zona a sellar; cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Caracterizar las fases preliminares del proceso de sellado en estructuras de aeronaves: preparación de superficies, aplicación de imprimaciones y promotores de adhesión.

CE3.2 Describir los métodos de aplicación de sellantes y relacionarlos con las finalidades de su aplicación.

CE3.3 Identificar los riesgos medioambientales y personales de los productos y procesos de sellado utilizados en el montaje de elementos y estructuras de aeronaves.

CE3.4 Describir como se protegen las zonas que no van selladas.

CE3.5 En varios casos prácticos de sellado de elementos estructurales de aeronaves, convenientemente caracterizados:

- Identificar en la documentación técnica, las zonas de la estructura que necesitan ir selladas y el tipo de sellante a aplicar.
- Limpiar las superficies que van a ser selladas.
- Proteger las zonas que no necesitan sellado.
- Aplicar los promotores de adhesión e imprimaciones establecidas en las especificaciones.
- Aplicar sellantes de interposición y estanqueidad, utilizando las herramientas en función de la accesibilidad a la zona a sellar.
- Eliminar restos de sellante curado o semicurado de las superficies.
- Comprobar que el sellado realizado se ajusta a las especificaciones.
- Utilizar el equipo de protección individual en el proceso de sellado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C4: Aplicar técnicas de comprobación del sellado y de estanqueidad en estructuras de aeronaves.

CE4.1 Describir las técnicas de comprobación de sellado y estanqueidad usadas en el montaje de estructuras de aeronaves.

CE4.2 Comprobar las características del sellado en función del método de aplicación y finalidad.

CE4.3 Identificar los sistemas de registro de las comprobaciones en la documentación técnica.

CE4.4 En varios casos prácticos de comprobación del sellado y estanqueidad de estructuras aeronáuticas convenientemente caracterizados:

- Comprobar visualmente la calidad y limpieza de ejecución de los cordones de sellantes, capas previas y de recubrimiento.
- Comprobar la ausencia de porosidad, la adecuada adherencia del sellante y características de la mezcla sellante utilizada.
- Comprobar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente, la estanqueidad de las zonas selladas realizando las pruebas de presión oportunas.

- Registrar los datos obtenidos en las mediciones realizadas en la documentación técnica.
- Utilizar el equipo de protección individual en el proceso de verificación del sellado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C5: Actuar en el sellado de estructuras cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE5.1 Identificar los riesgos que se puedan presentar en el proceso de sellado de estructuras aeronáuticas.

CE5.2 Describir como se utilizan de forma segura los equipos de protección en el proceso de sellado de estructuras de aeronaves.

CE5.3 Aplicar en el proceso de sellado de estructuras aeronáuticas las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales.

CE5.4 Identificar los riesgos laborales y medioambientales de los productos utilizados en el sellado de estructuras aeronáuticas.

Contenidos:

1. Documentación, equipos y materiales empleados en el sellado de elementos estructurales de aeronaves.

- Documentación.
 - Disposiciones generales.
 - Certificación del proceso especial.
 - Condiciones ambientales.
 - Operación de mezclado.
 - Control de mezcla.
 - Documentos de trazabilidad.
- Maquinaria:
 - Pistolas de extrusión manual.
 - Pistolas de extrusión neumática.
 - Congeladores y microondas Industriales.
 - Aspiradores.
 - Balanzas de precisión.
 - Calefactores y humidificadores
 - Mezcladores mecánicos.
- Herramientas:
 - Brochas, espátulas y alisadores.
 - Glecos y elementos de fijación provisional.
 - Cartuchos y boquillas.
- Materiales:
 - Sellantes: tipos, propiedades, características, codificación y clasificación.
 - Caracterización de los sellantes: de base de polisulfuro; de base de caucho; de base de elastómero de silicona o fluorsilicona; de base de fluocarbono (Vitón).
 - Endurecedores.
 - Promotores de adhesión.
 - Imprimaciones.
 - Disolventes para limpieza.
 - Productos no endurecibles para uniones desmontables.

2. Preparación de mezclas para el sellado (Sellantes).

- Técnicas de obtención de mezclas.

- Relaciones de producto base/catalizador y condiciones de utilización.
- Condiciones de temperatura y humedad relativa en la preparación de mezclas.
- Equipos de preparación de mezclas sellantes: características y funcionamiento.
- Tiempos de vida y de trabajo de la mezcla.
- Probetas de ensayo.
- Condiciones de almacenaje de las mezclas de sellantes. Criterios de congelación.
- Etiquetado de sellantes.
- Normas de calidad aplicables al proceso de preparación de mezclas para el sellado.

3. Aplicación de sellantes.

- Limpieza y preparación de superficies para el sellado.
- Ajuste de piezas: suplementos sólidos y líquidos y su colocación.
- Delimitación de las zonas que van a ser selladas y protección de zonas no selladas.
- Aplicación de promotores de adhesión e imprimaciones.
- Descongelación de sellantes: baño maría, microondas o a temperatura ambiente
- Métodos de aplicación de sellantes.
 - Sellado de interposición.
 - Sellado en filete o cordón.
 - Sellado de ranuras, taladros y huecos.
 - Sellado en húmedo para elementos de unión y masas.
 - Sellado de uniones desmontables.
 - Sellado de bordes de piezas de fibra de carbono contiguas a piezas de aluminio.
 - Sellado con productos no endurecibles para protección de uniones.
- Eliminación de residuos del proceso de sellado.
- Normas de calidad aplicables al proceso de sellado.

4. Comprobación del sellado.

- Aparatos de medida.
- Técnicas de comprobación de estanqueidad.
- Verificación/conformidad del sellado.
- Tratamiento de no conformidades.
- Acciones correctoras.
- Identificación de los estados de inspección.
- Registros y trazabilidad.
- Normas de calidad aplicables al proceso de comprobación del sellado.

5. Prevención de los riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de sellado.

- Normas de prevención de riesgos laborales.
- Equipo de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Trabajo en espacios confinados.
- Prevención de riesgos medioambientales.
- Clasificación y almacenaje de residuos.

Criterios de acceso para los alumnos

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

MÓDULO FORMATIVO 3

Denominación: INSTALACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE AERONAVES

Código: MF1852_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1852_2 Instalar sistemas y equipos de aeronaves.

Duración: 330 horas

UNIDAD FORMATIVA 1

Denominación: DOCUMENTACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICABLES AL MONTAJE AERONÁUTICO

Código: UF2027 (TRANSVERSAL)

Duración: 90 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con las RP1, RP2, RP3, RP4 y RP5 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, tecnologías empleadas en el proceso de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos analizando la documentación técnica de montaje.

CE1.1 Interpretar la simbología y elementos normalizados representados en planos de montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves.

CE1.2 Interpretar las vistas, cortes, secciones y detalles de planos de montaje de estructuras de aeronaves.

CE1.3 Identificar en los planos de montaje los distintos componentes de las estructuras, sistemas y equipos aeronáuticos, así como los conjuntos que forman dichos elementos.

CE1.4 Identificar en la documentación técnica los materiales empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE1.5 Interpretar órdenes de producción, procesos de montaje y manuales de montaje.

CE1.6 Determinar los diferentes medios de unión que se deben utilizar en el montaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.7 Describir los sistemas de medida empleados en aeronáutica.

CE1.8 Convertir unidades de diferentes sistemas de medición empleados en aeronáutica.

C2: Determinar los útiles, máquinas, herramientas y elementos de unión temporal y permanentes en el montaje de elementos aeronáuticos.

CE2.1 Identificar los distintos tipos de utillaje utilizados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves en función del trabajo a realizar.

CE2.2 Identificar los elementos de unión temporal empleados en el montaje de estructuras e instalaciones de aeronaves.

CE2.3 Relacionar el tipo de ajuste en los procesos de montaje y sus soluciones.

CE2.4 Describir las aplicaciones y modos de funcionamiento de las herramientas utilizadas en el ajuste estructural.

CE2.5 Identificar los elementos de unión permanente empleados en el montaje aeronáutico.

CE2.6 Identificar las máquinas manuales a utilizar en los procesos de montaje de estructuras e instalaciones de sistemas de aeronaves

C3: Aplicar las normas de calidad correspondientes a los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE3.1. Identificar las normas de calidad aplicables al proceso de montaje aeronáutico.

CE3.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en el montaje aeronáutico.

CE3.3 Realizar los registros de calidad de las operaciones de montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos, en la documentación correspondiente.

CE3.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el montaje aeronáutico.

C4: Actuar en el montaje de estructuras, instalaciones de sistemas y equipos de aeronaves cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Identificar los riesgos que se puedan presentar en el proceso de montaje de aeronaves.

CE4.2 Describir como se utilizan de forma segura los equipos de trabajo y protección en los procesos de montaje de estructuras, instalaciones y equipos de aeronaves.

CE4.3 Aplicar en los diferentes procesos del montaje aeronáutico las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales.

CE4.4 Identificar los riesgos laborales y medioambientales de los productos y procesos de tratamientos superficiales utilizados en el montaje de estructuras, instalaciones y equipos aeronáuticos.

Contenidos:

1. Documentación técnica y materiales empleados en el montaje aeronáutico.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:
 - Rutas y estructuras.
 - Ordenes de fabricación.
 - Instrucciones de trabajo.
 - Libros de laminado.
 - Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización "Lean Manufacturing": implantación y herramientas.
- Materiales metálicos: propiedades físicas, mecánicas y químicas. Corrosión.
- Aleaciones ligeras: de aluminio (duraluminios), de titanio y de magnesio.
- Aceros: aleaciones de alta resistencia, aleaciones de baja resistencia y aceros inoxidables.
- Materiales compuestos:
 - Definición.
 - Núcleos y refuerzos.
 - Resinas y adhesivos.
 - Curado.
 - Fibra de carbono.
 - Kevlar.
 - Fibra de vidrio.

2. Interpretación de planos de fabricación.

- Sistemas de medida empleados en aeronáutica:
 - Sistema Internacional (SI).
 - Sistema British Standards (BS).
 - Conversión de medidas.
- Interpretación de Planos:
 - Líneas, formatos y escalas.
 - Vistas, secciones y cortes.
 - Perspectivas.
- Interpretación de esquemas mecánicos, fluidos, eléctricos y electrónicos.
- Ajustes y tolerancias:
 - Ejes y agujeros.
 - De forma y posición.
 - Ajustes móviles, fijos e indeterminados.
 - Sistemas eje único y agujero único.

3. Utillaje, maquinaria y elementos de unión

- Manipulación del material: Almacenamiento.
- Utillaje:
 - Útiles de montaje.
 - Gradas de montaje.
 - Útiles auxiliares de montaje, de subconjuntos y de taladrar.
- Ajuste de piezas:
- Juego e interferencia.
- Tipos de uniones.
 - Ajuste en piezas metálicas.
 - Ajuste en piezas de material compuesto. Lijado y recanteado.
- Fijación para el mecanizado:
 - Taladrado previo.
 - Pinzas o glicos.
 - Mordazas de sujeción.
 - Tuercas y tornillos.
- Herramientas de mano y mecánicas empleadas para la fijación.
- Equipos de aspiración.
- Aparatos de elevación y transporte.

4. Calidad en la industria aeronáutica

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
 - No conformidades.
 - Instrucciones de verificación.
 - Memorias de control.
 - Instrucciones de trabajo.
- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Registro y trazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.
- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales y productos empleados en el proceso de montaje aeronáutico.

- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreign Objects Damage–).

5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de montaje de estructuras e instalaciones aeronáuticas.

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normas de prevención en el uso de máquinas de elevación.

UNIDAD FORMATIVA 2

Denominación: INSTALACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS AERONÁUTICOS

Código: UF2030

Duración: 90 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a montar conducciones en estructuras de aeronaves, con la RP2 en lo referido a montar partes mecánicas móviles en la estructura de aeronaves, con la RP3 en lo referido a montar y conexionar equipos de los sistemas mecánicos en la estructura del aeronave y con la RP4 en lo referido a montar mandos de vuelo y trenes de aterrizaje.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Montar las tuberías y conductos que integran los sistemas mecánicos de aeronaves atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE1.1 Seleccionar las herramientas, útiles y medios de trabajo empleados en el montaje de tuberías y conductos de sistemas de aeronaves.

CE1.2 Transportar con los medios oportunos los elementos de los sistemas mecánicos a la zona de trabajo.

CE1.3 Identificar los distintos elementos y accesorios de los sistemas mecánicos a montar.

CE1.4 Identificar el fluido que circula por tuberías y conductos, atendiendo a las cintas normalizadas fijadas en ellos.

CE1.5 Realizar el acoplamiento y fijación de tuberías y conductos

CE1.6 Describir los medios de fijación de elementos ajenos a los sistemas mecánicos con la estructura del aeronave.

CE1.7 Describir los medios de fijación entre distintos elementos del sistema mecánico.

CE1.8 Identificar en un proceso de montaje de tuberías las partes o puntos críticos, donde se pueda producir deterioro o rotura.

CE1.9 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizados por la documentación técnica, donde se tengan que instalar tuberías y conductos:

- Seleccionar componentes, útiles y herramientas requeridas para el montaje.
- Comprobar tubos, conductos, normales y componentes a montar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

- Reglar herramientas, útiles y máquinas para la correcta realización del montaje.
- Identificar no conformidades durante el montaje de la instalación.
- Efectuar uniones desmontables y permanentes de tuberías.
- Equipar los accesorios con racores y tuberías asociadas.
- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones de funcionalidad, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de montaje de conducciones de los sistemas mecánicos de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Montar las partes mecánicas móviles y mandos de vuelo en la estructura del aeronave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Seleccionar las herramientas, útiles y medios de trabajo empleados en el montaje de elementos mecánicos móviles.

CE2.2 Transportar con los medios oportunos los elementos de los sistemas mecánicos a la zona de trabajo.

CE2.3 Montar los elementos que integran los sistemas de mandos en las aeronaves.

CE2.4 Realizar el acoplamiento y fijación entre elementos de transmisión de los sistemas de mandos.

CE2.5 Describir los medios y procedimientos de fijación de elementos móviles y fijos ajenos a los sistemas de mandos.

CE2.6 Identificar, durante el montaje, los puntos críticos donde se puedan producir deterioros o roturas, bien de los elementos del sistema de mandos instalados o en la estructura del aeronave a la que se fijan.

CE2.7 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizados por la documentación técnica, donde se tenga que realizar el montaje y conexión de partes mecánicas móviles y mandos de vuelo:

- Seleccionar componentes, útiles y herramientas requeridas para el montaje.
- Comprobar los elementos a montar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Reglar herramientas, útiles y máquinas para la correcta realización del montaje.
- Montar los componentes y accesorios, según la documentación técnica correspondiente.
- Regular la trayectoria de los elementos móviles que componen el sistema de mandos instalado.
- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones de funcionalidad, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de montaje de partes móviles y mandos de vuelo de los sistemas mecánicos de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C3: Montar alerones, flaps y trenes de aterrizaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente:

CE3.1 Seleccionar las herramientas, útiles y medios de trabajo a utilizar en el montaje de grandes componentes aeronáuticos: alerones, flaps y trenes de aterrizaje.

CE3.2 Transportar con los medios oportunos los elementos y equipos de sistemas aeronáuticos a la zona de trabajo, identificando los puntos de izado.

CE3.3 Realizar los acoplamientos y fijaciones entre alerones, flaps y trenes de aterrizaje y la estructura de la aeronave.

CE3.4 Aplicar los lubricantes y productos químicos necesarios para el ensamblaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE3.5 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizados por la documentación técnica de montaje, donde se tengan que instalar y conectar alerones, flaps y trenes de aterrizaje:

- Seleccionar los componentes, útiles y herramientas requeridas para el montaje.
- Comprobar los elementos a montar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Regular herramientas, útiles y máquinas para la realización correcta del montaje.
- Identificar partes o puntos críticos durante el proceso de instalación.
- Ensamblar los componentes atendiendo a la documentación técnica.
- Regular las trayectorias de elementos móviles.
- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones de funcionalidad, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de montaje de alerones, flaps y trenes de aterrizaje de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

Contenidos:

1. Técnicas de fijación y unión en los sistemas mecánicos de aeronaves.

- Documentación técnica específica de medios de fijación y unión de los sistemas mecánicos de aeronaves.
- Normalización e identificación específica de los elementos de unión:
 - Military Specifications (MIL-SPEC).
 - National Aerospace Standards (NAS).
 - Aerospace Standard (AS).
- Elementos de unión:
 - Tornillos, tuercas, bulones y pernos.
 - Arandelas y pasadores.
 - Bridas de fijación de tuberías y broches.
 - Racores y separadores.
 - Elementos de unión especiales.
- Técnicas de mecanizado de tuberías.
- Frenado y lacrado.
- Uniones entre tuberías y conductos.
- Grapado de uniones fijas en las tuberías.
- Normas de calidad aplicables a medios de fijación y unión de los sistemas mecánicos de aeronaves.

2. Montaje de los sistemas hidráulicos y neumáticos del aeronave.

- Documentación técnica específica de los procesos de montaje de sistemas hidráulicos y neumáticos de aeronaves.
- Componentes de los circuitos hidráulicos y neumáticos.
- Tipos de mandos en circuitos hidráulicos y neumáticos de aeronaves.
- Circuitos hidráulicos y neumáticos secuenciales.
- Juntas de estanqueidad.
- Montaje de elementos de los circuitos hidráulicos y neumáticos en las aeronaves: depósitos, válvulas, actuadores, tuberías, acumuladores, frenos, bombas y motores.
- Fluidos y componentes químicos en el montaje de instalaciones:
 - Fluidos hidráulicos: mineral y sintético.
 - Lubricantes para uniones tuberías hidráulicas.
 - Circuitos neumáticos: lubricación, limpieza y estanquidad.
 - Lacas, barnices, pinturas y adhesivos.
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y medioambientales aplicables al proceso de montaje de sistemas hidráulicos y neumáticos de aeronaves.

3. Montaje de componentes móviles y electromecánicos de sistemas mecánicos del aeronave.

- Documentación técnica específica de los procesos de montaje de componentes móviles de sistemas mecánicos aeronáuticos.
- Elementos de transmisión:
 - Acoplamientos.
 - Barras, levas y palancas.
 - Embragues y frenos.
 - Sectores de poleas.
 - Cables de mando y guías.
- Superficies de deslizamiento: guías, columnas, casquillos y carros.
- Montaje de: reductores, transformadores de movimiento lineal a circular y viceversa, embragues, frenos, trenes de engranajes, poleas, acopladores de ejes de transmisión, rodamientos, cojinetes, levas, resortes, elementos de unión y cables de mando.
- Antenas de Comunicación y navegación.
- Equipos electromecánicos.
- Montaje de grandes componentes móviles:
 - Alerones, timones de profundidad y dirección
 - Flaps, Slats, Spoilers y compensadores
- Normas de calidad, prevención de riesgos laborales y medioambientales aplicables al proceso de montaje de componentes móviles de sistemas mecánicos aeronáuticos.

UNIDAD FORMATIVA 3

Denominación: INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS AERONÁUTICOS

Código: UF2031

Duración: 90 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a montar cableados eléctricos en estructuras aeronáuticas y con la RP3 en lo referido a montar y conexionar equipos de los sistemas del aeronave.

Capacidades y criterios de evaluación:

- C1: Aplicar los principios de electricidad y corriente eléctrica a la construcción aeronáutica.
CE1.1 Describir los principios de electricidad y formas de producción de la misma.

CE1.2 Describir los principios de la corriente eléctrica, sentido, medición y las leyes básicas que la rigen (ley de Ohm).

CE1.3 Realizar mediciones de la corriente eléctrica, usando los métodos e instrumentos necesarios.

CE1.4 Describir las leyes y conceptos fundamentales aplicables a los circuitos eléctricos (leyes de Kirchhoff).

CE1.5 Identificar los distintos tipos de corriente eléctrica usados en la industria aeronáutica.

CE1.6 Resolver problemas sobre leyes y conceptos fundamentales de electricidad y circuitos eléctricos en casos prácticos.

C2: Obtener información de los documentos técnicos específicos usados para las instalaciones eléctricas del aeronave:

CE2.1: Describir las normas de calidad aplicables al proceso de fabricación y montaje de elementos en instalaciones eléctricas aeronáuticas.

CE2.2: Interpretar la simbología, circuitos y esquemas eléctricos en la documentación gráfica correspondiente.

CE2.3: Interpretar planos de fabricación de mazos y centrales eléctricas aeronáuticas.

CE2.4: Interpretar instrucciones de trabajo sobre instalaciones eléctricas.

C3: Identificar los materiales usados en la fabricación de elementos de instalaciones eléctricas para aeronaves (mazos eléctricos y centrales eléctricas), atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos y protección del medio ambiente.

CE3.1 Identificar los distintos tipos de conductores usados en las instalaciones eléctricas de aeronaves.

CE3.2 Realizar pelado de conductores eléctricos aeronáuticos, usando las técnicas y herramientas adecuadas.

CE3.3 Describir los tipos de contactos eléctricos usados en la fabricación de mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas, identificando los mismos mediante el código de colores "bin code".

CE3.4 Identificar las herramientas usadas para el grapado e inserción/extracción de contactos.

CE3.5 Realizar grapado de contactos en conductores eléctricos pelados, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad aplicables a este proceso.

CE3.6 Identificar los tipos de conectores usados en las instalaciones eléctricas aeronáuticas, numeración de bornas y accesorios usados para el montaje en mazos eléctricos.

CE3.7 Identificar las herramientas usadas para el montaje de conectores.

C4: Fabricar mazos y centrales de instalaciones eléctricas aeronáuticas, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Realizar retenciones sobre conjunto de cables para fabricación de mazos eléctricos.

CE4.2 Realizar el grapado de contactos, su inserción y extracción en conectores eléctricos.

CE4.3 Realizar el montaje de elementos eléctricos sobre mazos: terminales preaislados, casquillos de empalmes y ferrulas.

CE4.4 Realizar el tendido y rutado de mazos sobre plantilla usando los útiles auxiliares adecuados.

CE4.5 En un caso práctico, debidamente caracterizado por la documentación técnica, de fabricación de mazos eléctricos de aeronaves:

- Elaborar instrucción de trabajo de un mazo eléctrico a partir de la documentación técnica correspondiente.
- Realizar el aprovisionamiento del material necesario para la fabricación del mazo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Pelar los conductores eléctricos que componen el mazo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Grapar los contactos en los extremos de los conductores.
- Insertar / extraer los contactos en los conectores.
- Montar terminales preaislados, casquillos de empalmes y ferrulas sobre los mazos.
- Realizar el tendido de mazos sobre plantilla, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de fabricación de mazos eléctricos de aeronaves.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de fabricación de mazos eléctricos de aeronaves.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C5: Montar sobre estructuras aeronáuticas mazos eléctricos, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE5.1 Identificar los elementos normalizados usados para la fijación de mazos.

CE5.2 Identificar las distancias existentes entre fijaciones.

CE5.3 Seleccionar las herramientas y útiles necesarios para el montaje del mazo eléctrico.

CE5.4 Identificar las distancias mínimas requeridas entre los mazos eléctricos y otros elementos del aeronave (tuberías hidráulicas, tuberías de combustible, instalaciones neumáticas, partes fijas de la estructura, partes móviles, filos, equipos y otros mazos), en función del tipo de cableado y de las vibraciones existentes en la zona donde se ubica el mazo.

CE5.5 Identificar los radios de doblado y flechas mínimas admisibles en tramos rectos de mazos de instalaciones eléctricas, en función del tipo de cableado y diámetro del mazo.

CE5.6 Instalar las zonas de masa de retorno de corriente en aeronaves atendiendo al orden de montaje de las normales, aprietes aplicables, protección e identificación.

CE5.7 Fijar mazos eléctricos a estructuras fijas y móviles de aeronaves.

CE5.8 Realizar la instalación y conexionado de zonas de regletas.

CE5.9: Realizar los procesos de acondicionamiento final de las instalaciones de mazos eléctricos, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE5.10: En un caso práctico de montaje de mazos eléctricos sobre estructuras aeronáuticas, debidamente caracterizado por la documentación técnica correspondiente:

- Realizar el aprovisionamiento del material necesario para la instalación del mazo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Instalar una zona de regleta.
- Instalar una zona de masa de retorno de corriente.
- Fijar un mazo eléctrico sobre estructura a partir de la orden de producción y el plano de montaje.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual necesarios en el proceso de instalación de mazos eléctricos sobre estructura.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de instalación de mazos eléctricos sobre estructura.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

Contenidos:

1. Leyes y conceptos fundamentales de electricidad.

- Conceptos de electricidad y formas de producción de la misma.
- La corriente eléctrica: definición, sentido y medición.
- Fuerza electromotriz y resistencia eléctrica.
- Conductores, aislantes, parámetros resistivos y medición de la resistencia eléctrica.
- Concepto de circuito eléctrico.
- Ley de Ohm.
- Circuito eléctrico en serie: intensidad y tensión de corriente.
- Circuito eléctrico en paralelo: intensidad y tensión de corriente.
- Formas de onda de la corriente alterna: ondas senoidales.
- Tensión, intensidad y potencia.
- Inductancias o bobinas y Ley de Ohm extendida a circuitos inductivos.
- Potencia y factor de potencia en circuitos inductivos.
- Capacidades o condensadores y Ley de Ohm extendida a circuitos capacitivos.
- Potencia y factor de potencia en circuitos capacitivos.

2. Materiales y documentación específica empleados en instalaciones eléctricas aeronáuticas.

- Materiales:
 - Conductores eléctricos usados en aviones: tipos, diámetros e identificación
 - Fibra óptica: concepto y definición
 - Conectores eléctricos: tipos y accesorios.
 - Terminales preaislados eléctricos, casquillos de empalmes y ferrulas.
- Documentación:
 - Esquemas teóricos y esquemas reales.
 - Simbología eléctrica aeronáutica.
 - Planos de fabricación de mazos eléctricos y de montaje de instalaciones eléctricas.
 - Instrucciones de trabajo eléctrico.
 - Normas aplicables a la fabricación y el montaje de instalaciones eléctricas

3. Conductores para mazos eléctricos.

- Documentación técnica específica de los procesos de preparación de conductores para mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.

- Cortado y pelado de conductores eléctricos: proceso y herramientas utilizadas.
- Contactos eléctricos: tipos y código de colores “Bin Code”.
- Grapado de contactos eléctricos: preparación, realización y máquinas.
- Soldadura blanda en aeronáutica:
 - Material de aportación y desoxidantes.
 - Limpieza de superficies a soldar.
 - Pelado de conductores a soldar.
 - Estañado de la zona pelada del conductor.
 - Potencia del soldador.
 - Proceso de soldeo.
 - Limpieza de la soldadura.
- Inserción / extracción de contactos en conectores.
- Normas de calidad de los procesos de soldadura blanda aeronáutica.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de preparación de conductores para mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.

4. Fabricación de mazos eléctricos.

- Documentación técnica específica de los procesos de fabricación de mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.
- Ruteado, conducción y tendido de mazos eléctricos.
- Proceso de retencionado.
- Montaje de elementos en los mazos eléctricos:
 - Adaptadores traseros para conectores eléctricos.
 - Terminales preaislados: máquinas y proceso de grapado.
 - Casquillos de empalme eléctricos: máquinas y proceso de grapado.
 - Ferrulas para cables eléctricos: tipos y colocación.
- Finalización del proceso de fabricación.
- Preparación y almacenamiento de mazos eléctricos.
- Cuidados especiales en el manejo de mazos eléctricos.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de fabricación de mazos de instalaciones eléctricas aeronáuticas.

5. Montaje de instalaciones eléctricas aeronáuticas sobre estructura.

- Documentación técnica específica del proceso de montaje de instalaciones eléctricas aeronáuticas sobre estructura.
- Manejo de mazos eléctricos.
- Sistemas eléctricos y rutas de montaje.
- Montaje de abrazaderas, zonas de regletas y zonas de masa.
- Conexión y acondicionamiento de mazos e instalaciones eléctricas.
- Principios generales de ruteado de cables de fibra óptica y radios de curvatura admisibles.
- Embrido y retencionado de cables de fibra óptica.
- Precauciones a tener en cuenta en la instalación de cables de fibra óptica.
- Equipos eléctricos: tipos y montaje.
- Equipos electrónicos: tipos y montaje.
- Centrales eléctricas y unidades de control: tipos y montaje.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de montaje de instalaciones eléctricas aeronáuticas sobre estructura.

UNIDAD FORMATIVA 4

Denominación: COMPROBACIÓN Y REGLAJE DE SISTEMAS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS AERONÁUTICOS

Código: UF2032

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP3 en lo referente a asegurar la funcionalidad del montaje y conexionado de equipos en la estructura del aeronave, con la RP4 en lo referido a asegurar la funcionalidad del montaje y reglado de mandos de vuelo y trenes de aterrizaje y con la RP5.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Comprobar los distintos sistemas mecánicos aeronáuticos, reglando los elementos y equipos que los componen, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE1.1 Identificar los elementos de control de los sistemas aeromecánicos.

CE1.2 Identificar las variables de control de los componentes instalados, que tengan presencia en la actuación del elemento o sistema de aeronave.

CE1.3 Identificar las unidades de medida y el proceso de conversión entre los distintos sistemas empleados en aeronáutica.

CE1.4 Describir los instrumentos y procedimientos de medida usados para la comprobación de las variables de control.

CE1.5 Realizar la regulación y ajuste de los distintos elementos que forman los sistemas mecánicos de aeronaves.

CE1.6 En varios casos prácticos, debidamente caracterizados por la documentación técnica, de comprobación del funcionamiento de los sistemas y equipos montados en una aeronave:

- Identificar las variables de control de los equipos y sistemas montados.
- Preparar y organizar los medios, útiles y herramientas requeridas.
- Seleccionar los instrumentos de medición o comprobación.
- Comprobar las características de los elementos que integran los sistemas mecánicos de aeronaves, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Realizar las pruebas funcionales verificando el valor de las variables del sistema o equipo.
- Corregir las desviaciones observadas durante proceso de realización de las pruebas funcionales, siguiendo instrucciones de la documentación técnica correspondiente.
- Comprobar el funcionamiento del elemento a regular, de forma independiente y conjunta con el resto de los componentes que forman parte de la aeronave.
- Regular los dispositivos instalados para obtener las condiciones establecidas en la documentación técnica correspondiente, atendiendo a las pruebas funcionales realizadas a los sistemas mecánicos.
- Ajustar acoplamientos, alineaciones y movimientos, utilizando los equipos de medida y útiles requeridos y atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- Comprobar la estanqueidad, ausencia de fugas, roces entre elementos y colisiones de actuadores.
- Elaborar un informe sobre: actividades desarrolladas, procedimientos, resultados, medios, esquemas, planos, funcionalidad del sistema y medidas realizadas.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Comprobar los sistemas eléctricos de aeronaves, realizando las mediciones necesarias y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Identificar las herramientas utilizadas para las distintas comprobaciones a realizar sobre cableado de sistemas eléctricos.

CE2.2 Medir continuidad y aislamiento en sistemas eléctricos aeronáuticos.

CE2.3 Realizar comprobaciones sobre elementos especiales de los sistemas eléctricos (relés y diodos).

CE2.4: En un caso práctico, debidamente caracterizado por la documentación técnica correspondiente, de comprobación de sistemas eléctricos de aeronaves:

- Seleccionar las herramientas a utilizar en las comprobaciones de cableado y conexionado eléctrico.
- Medir la continuidad (bonding) de equipos y conexiones.
- Realizar procesos de investigación y resolución de averías (trouble-shooting).
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

Contenidos:

1. Reglaje de elementos y equipos de los sistemas mecánicos del aeronave.

- Documentación técnica específica de los procesos de reglaje de elementos y equipos de sistemas mecánicos aeronáuticos.
- Comprobación de fugas en los sistemas estancos.
- Extracción de muestra de fluido.
- Acoplamiento de piezas.
- Interferencias entre piezas.
- Holguras entre piezas.
- Inspección visual de las superficies de rozamiento o accionamiento.
- Útiles y herramientas para la comprobación de separación y desenrase en las superficies aerodinámicas.
- Reglaje y pruebas de elementos móviles.
- Conformidad del producto.
- Medición de velocidades, revoluciones (rpm), par, potencia, vibraciones, presiones y caudales, esfuerzos dinámicos y temperatura de cojinetes.
- Reglaje de actuadores hidráulicos y neumáticos.
- Reglaje de actuadores eléctricos y servosistemas.
- Comprobación de no interferencias o distancias mínimas entre distintos sistemas y equipos.
- Comprobación de funcionamiento independiente de cada elemento.
- Comprobación conjunta de elementos y equipos.
- Normas de calidad, prevención de riesgos y protección del medio ambiente en el proceso de reglaje de elementos y equipos de los sistemas mecánicos del aeronave.

2. Reglaje de elementos y equipos de los sistemas eléctricos del aeronave.

- Documentación técnica específica de los procesos de reglaje de elementos y equipos de sistemas eléctricos aeronáuticos.
- Medición de tensión, intensidad y resistencia.
- Concepto de prueba de continuidad eléctrica.
- Pruebas de continuidad/aislamiento sobre cableado.
- Pruebas de continuidad eléctrica estructural, de equipos y conexiones (bonding).
- Herramientas utilizadas para las comprobaciones del cableado eléctrico.

- Investigación de averías: técnicas y normas aplicables.
- Normas de calidad, prevención de riesgos y protección del medio ambiente en el proceso de reglaje de elementos y equipos de los sistemas eléctricos del aeronave.

Orientaciones metodológicas

Para acceder a la unidad formativa 2 debe haberse superado la unidad formativa 1.
Para acceder a la unidad formativa 3 debe haberse superado la unidad formativa 1.
Para acceder a la unidad formativa 4 deben haberse superado las unidades formativas 2 y 3.

Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

MÓDULO DE PRÁCTICAS PROFESIONALES NO LABORALES DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS E INSTALACIÓN DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE AERONAVES

Código: MP0430

Duración: 80 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Montar elementos de estructuras aeronáuticas, atendiendo a la documentación técnica y aplicando las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE1.1 Instalar elementos a mecanizar en los útiles adecuados, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.2 Seleccionar las máquinas, útiles y herramientas, según la operación de mecanizado, material, espacio disponible e indicaciones del proceso de trabajo.

CE1.3 Regular los parámetros de las máquinas atendiendo al tipo de mecanizado a realizar.

CE1.4 Realizar operaciones de taladrado, escariado y avellanado, utilizando los distintos tipos de máquinas manuales, semiautomáticas y automáticas.

CE1.5 Comprobar las superficies mecanizadas, atendiendo a la documentación técnica.

CE1.6 Participar en la unión de distintos elementos estructurales, por medio de remaches, tornillos, tuercas y bulones.

CE1.7 Participar en la aplicación de los tratamientos superficiales de protección anticorrosión.

CE1.8 Participar en el desmontaje de la estructura del útil o grada de montaje, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

C2: Sellar elementos de estructuras aeronáuticas, atendiendo a la documentación técnica y aplicando las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE2.1 Preparar los elementos para realizar la operación de sellado.

CE2.2 Identificar la secuencia de sellado de dos superficies que van a estar unidas de forma permanente.

CE2.3 Identificar la secuencia de sellado de dos superficies que van a estar unidas de forma no permanente.

CE2.4 Preparar las muestras de sellantes para realizar las probetas de comprobación

de las mezclas.

CE2.5 Seleccionar las herramientas y elementos auxiliares necesarios para realizar la operación de sellado.

CE2.6 Participar en los procesos de sellado con pistola manual y con pistola neumática.

CE2.7 Establecer el diagrama de flujo del proceso de sellado de elementos de estructuras aeroespaciales.

C3: Montar elementos de equipos y sistemas aeronáuticos, atendiendo a la documentación técnica y aplicando las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE3.1 En prácticas de montaje sobre aeronave de los sistemas de instalaciones fluidas, atendiendo a la documentación técnica correspondiente:

- Seleccionar los componentes y útiles requeridos para el montaje de instalaciones fluidas.
- Comprobar los conductos, tubos, normales de fijación y componentes a montar.
- Ajustar las herramientas y útiles.
- Participar en el equipado de accesorios con racores y tuberías.
- Participar en la ejecución de acoplamiento y uniones (fijas y desmontables) de tuberías y conductos.

CE3.2 En un proceso de montaje sobre aeronave de partes mecánicas móviles y mecanismos de mandos de vuelo, atendiendo a la documentación correspondiente:

- Seleccionar los componentes y útiles requeridos para el montaje de elementos mecánicos móviles y mandos de vuelo.
- Ajustar las herramientas y útiles.
- Participar en el acoplamiento y fijación de elementos de los sistemas de transmisión de mandos de vuelo.
- Participar en la identificación de puntos críticos del montaje.
- Participar en la regulación de la trayectoria de los elementos móviles que componen el sistema de mandos de vuelo una vez instalados sobre la estructura de la aeronave.
- Ajustar acoplamientos, alineaciones y movimientos, utilizando los equipos de medida y útiles adecuados.

CE3.3 En un proceso de montaje de mazos, centrales, equipos y elementos de la instalación eléctrica sobre la estructura del aeronave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente:

- Seleccionar los componentes y útiles requeridos para el montaje de mazos, centrales, equipos y elementos de las instalaciones eléctricas del aeronave.
- Comprobar los mazos, centrales, equipos y elementos de las instalaciones eléctricas suministrados antes de su montaje sobre la aeronave.
- Participar en la instalación de mazos eléctricos, zonas de masa de retorno de corriente, zonas de corte y zonas de regleta.
- Seleccionar las herramientas y útiles necesarios para el grapado de contactos eléctricos, terminales de orejeta y empalmes.
- Participar en las operaciones de acabado de conectores, zonas de regleta y zonas de empalme.
- Participar en la instalación y conexión de centrales y equipos.

CE3.4 Comprobar el reglaje de los mecanismos móviles y elementos de los sistemas de mandos de vuelo, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE3.5 Realizar las mediciones y comprobaciones de los sistemas de la instalación eléctrica del aeronave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE3.6 Participar en las mediciones de continuidad y aislamiento del cableado de los sistemas eléctricos del aeronave.

C4: Participar en los procesos de trabajo en la empresa, siguiendo las normas e instrucciones establecidas en el centro de trabajo.

CE4.1 Comportarse responsablemente tanto en las relaciones humanas como en los trabajos a realizar.

CE4.2 Respetar los procedimientos y normas del centro de trabajo.

CE4.3 Empezar con diligencia las tareas según las instrucciones recibidas tratando de que se adecuen al ritmo de trabajo de la empresa.

CE4.4 Integrarse en los procesos de producción del centro de trabajo.

CE4.5 Utilizar los canales de comunicación establecidos.

CE4.6 Respetar en todo momento las medidas de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente.

Contenidos:

1. Montaje de elementos de estructuras aeronáuticas.

- Parámetros de mecanizado.
- Taladrado, avellanado y rebabado.
- Acabado de precisión por escariado.
- Elementos de verificación.
- Apriete torcométrico.
- Colocación de los diferentes tipos de remaches.
- Instalación de arandelas, bulones y tuerca.
- Frenado.
- Prevención de la Corrosión.
- Equipos de protección individual
- Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

2. Sellado de elementos estructurales de aeronaves.

- Pistolas de sellado.
- Mezcladores mecánicos.
- Sellantes.
- Técnicas de obtención de mezclas.
- Equipos de preparación de mezclas sellantes.
- Probetas de ensayo.
- Aplicación de sellantes.
- Preparación de superficies para el sellado.
- Métodos de aplicación de sellantes.

3. Montaje de elementos de sistemas y equipos de aeronaves.

- Montaje de sistemas de instalaciones fluidas:
 - Herramientas y útiles.
 - Técnicas de mecanizado de tuberías.
 - Uniones entre tuberías y conductos.
 - Grapado de uniones fijas en tuberías.
 - Instalación de bridas de fijación de tuberías, broches, racores y separadores.
 - Montaje de elementos de circuitos de instalaciones fluidas.
- Montaje de partes mecánicas móviles y mandos de vuelo.
 - Herramientas y útiles.
 - Montaje de elementos de acoplamiento, barras, levas y palancas.
 - Instalación de embragues y frenos.
 - Montaje de sectores de poleas.
 - Instalación de cables de mandos de vuelo y guías.
 - Instalación de grandes componentes (flaps, slats, spoilers y compensadores).
- Montaje de sistemas eléctricos.
 - Herramientas y útiles.
 - Rutado de mazos.
 - Rutado de cableado de fibra óptica.

- Montaje de abrazaderas, zonas de regleta y zonas de masa.
- Retencionado y embreado de mazos eléctricos sobre estructuras.
- Herramientas para el grapado de conexiones eléctricas.
- Terminación de mazos eléctricos sobre avión
- Montaje y conexionado de equipos y centrales del sistema eléctrico.
- Montaje de antenas.
- Comprobaciones y reglajes de sistemas mecánicos y eléctricos.
 - Herramientas y útiles.
 - Comprobaciones de fugas de sistemas estancos.
 - Acoplamiento, interferencias y holguras entre piezas.
 - Inspecciones visuales de las superficies de rozamiento o accionamiento.
 - Reglajes y pruebas de elementos móviles.
 - Herramientas y útiles para las comprobaciones de los sistemas eléctricos.
 - Pruebas de continuidad y aislamiento del cableado de instalaciones eléctricas.
 - Pruebas de continuidad eléctrica de estructuras y equipos: "bonding".
 - Investigación y resolución de averías en los sistemas eléctricos.

4. Organización del espacio de trabajo.

- Documentación técnica en el puesto de trabajo.
- Orden y limpieza del puesto de trabajo.
- Disposición de máquinas, útiles, herramientas y materiales.
- Preparación de máquinas, útiles y herramientas.
- Conservación y mantenimiento de máquinas, útiles y herramientas.

5. Integración y comunicación en el centro de trabajo.

- Comportamiento responsable en el centro de trabajo.
- Respeto a los procedimientos y normas en el centro de trabajo.
- Interpretación y ejecución con diligencia de las instrucciones recibidas.
- Reconocimiento del proceso productivo de la empresa.
- Utilización de los canales de comunicación establecidos en el centro de trabajo.
- Adecuación al ritmo de trabajo de la empresa.
- Seguimiento de la normativa de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente.

IV. PRESCRIPCIONES DE LOS FORMADORES.

Módulos Formativos	Acreditación requerida	Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia	
		Con acreditación	Sin acreditación
MF1850_2: Montaje de elementos estructurales de aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años

Módulos Formativos	Acreditación requerida	Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia	
		Con acreditación	Sin acreditación
MF1851_2: Sellado de elementos estructurales de aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años
M F 1 8 5 2 _ 2 : Instalación de sistemas y equipos de aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años

V. REQUISITOS MÍNIMOS DE ESPACIOS, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.

Espacio Formativo	Superficie m2 15 alumnos	Superficie m2 25 alumnos
Aula de gestión.	45	60
Taller aeronaves.	200	300
Almacén	50	50

Espacio Formativo	M1	M2	M3
Aula de gestión.	X	X	X
Taller aeronaves.	X	X	X
Almacén	X	X	X

Espacio Formativo	Equipamiento
Aula de gestión	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos audiovisuales - PCS instalados en red, cañón de proyección e Internet - Software específico de la especialidad - Pizarras para escribir con rotulador - Rotafolios - Material de aula, incluido el material didáctico - Mesa y silla para formador - Mesas y sillas para alumnos
Taller aeronaves	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación neumática (aire comprimido) de 5 Kg/cm² y tomas eléctricas a 220V ca. - Puestos de trabajo compuestos por: banco de trabajo, tornillo de banco, conexión neumática de 5 kg/cm², mangueras para conexiones neumáticas, punto de toma de corriente de 220V. - Equipo y maquinaria: Lavaojos. Pistolas para sellado normal y de inyección. Sistemas de calefacción. Refrigeradores industriales. Aspiradores. Humificadores. Calentadores. Balanza. Mezclador mecánico de sellantes. Mezclador de cartuchos. Taladros neumáticos rectos. Taladros neumáticos en ángulo. Taladros neumáticos 180°. Remachadoras neumáticas manuales (pistola). Remachadoras neumáticas semiautomáticas (conejos). Maquinas Cherry GBP -730 1. Máquina Cherry manual. Amperímetros y voltímetros. Pistolas de aire caliente con boquillas. Multímetros digitales. Soldadores eléctricos 50 Watts. Máquina Permaswuar de grapado de tubos. Milióhmetros. Tensímetro. Manómetros. Vacuómetros. Manovacuómetros. Calentadores eléctricos para elementos autosoldables. Comprobadores de continuidad eléctrica. Taladradora de columna. - Herramientas manuales. - Equipos de protección individual
Almacén	<ul style="list-style-type: none"> - Armarios metálicos para herramientas. - Estanterías.

No debe interpretarse que los diversos espacios formativos identificados deban diferenciarse necesariamente mediante cerramientos.

Las instalaciones y equipamientos deberán cumplir con la normativa industrial e higiénico sanitaria correspondiente y responderán a medidas de accesibilidad universal y seguridad de los participantes.

El número de unidades que se deben disponer de los utensilios, máquinas y herramientas que se especifican en el equipamiento de los espacios formativos, será el suficiente para un mínimo de 15 alumnos y deberá incrementarse, en su caso, para atender a número superior.

En el caso de que la formación se dirija a personas con discapacidad se realizarán las adaptaciones y los ajustes razonables para asegurar su participación en condiciones de igualdad.

ANEXO II

I. IDENTIFICACIÓN del certificado de profesionalidad

Denominación: Fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos

Código: FMEA0211

Familia profesional: Fabricación Mecánica

Área profesional: Construcciones Aeronáuticas

Nivel de cualificación profesional: 2

Cualificación profesional de referencia:

FME558_2 Fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos
(RD 566/2011 de 20 de abril)

Relación de unidades de competencia que configuran el certificado de profesionalidad:

UC1845_2: Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual.

UC1846_2: Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático.

UC1847_2: Curar elementos aeroespaciales de material compuesto.

UC1848_2: Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto

UC1849_2 Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto.

Competencia general:

Fabricar piezas y elementos de estructuras aeroespaciales realizando operaciones de moldeo, curado y mecanizado de material compuesto de matriz polimérica, controlando los procesos implicados y productos fabricados, así como la preparación, puesta a punto, funcionamiento y mantenimiento de primer nivel de las instalaciones, máquinas y utillaje, siguiendo instrucciones de técnicos superiores y procedimientos establecidos; cumpliendo con los criterios y normas de calidad, los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa y la normativa de aplicación vigente.

Entorno Profesional:

Ámbito profesional:

Desarrolla su actividad profesional, 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.

Sectores productivos:

Este certificado se ubica en las actividades productivas siguientes: Construcción aeronáutica y espacial y su maquinaria. Reparación y mantenimiento aeronáutico y espacial.

Ocupaciones o puestos de trabajo relacionados:

Operador de máquina de corte de telas y laminados para la construcción de elementos aeroespaciales.

Operador de máquina de encintado para la construcción de elementos aeroespaciales. Plastoquímico (laminador manual para la construcción de elementos aeroespaciales).

Operador de autoclave de polimerización de materiales compuestos para elementos aeroespaciales.

Operador de mecanizado de piezas de material compuesto de elementos aeroespaciales.

Verificador de elementos aeroespaciales de material compuesto.

Duración de la formación asociada: 660 horas

Relación de módulos formativos y de unidades formativas:

MF1845_2: Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual. (180 horas)

- UF2033: (Transversal) Materiales compuestos en el proceso productivo aeronáutico (60 horas).
- UF2034: Preparación, corte y laminado de materiales compuestos (60 horas).
- UF2035: Fabricación de elementales y conjuntos de material compuesto (60 horas).

MF1846_2: Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático (210 horas):

- UF2033: (Transversal) Materiales compuestos en el proceso productivo aeronáutico (60 horas).
- UF2036: Laminado automatizado de materiales compuestos (90 horas).
- UF2037: Corte y conformado en caliente de materiales compuestos fabricados por moldeo automático (60 horas).

MF1847_2: Curado de elementos aeroespaciales de material compuesto (140 horas):

- UF2033: (Transversal) Materiales compuestos en el proceso productivo aeronáutico (60 horas).
- UF2038: Curado y desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto (80 horas).

MF1848_2: Mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto. (140 horas):

- UF2033: (Transversal) Materiales compuestos en el proceso productivo aeronáutico (60 horas).
- UF2039: Operaciones de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto (80 horas).

MF1849_2: Verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto (90 horas).

MP0431: Módulo de prácticas profesionales no laborales de fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos (80 horas).

II. PERFIL PROFESIONAL DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

Unidad de competencia 1

Denominación: FABRICAR ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO POR MOLDEO MANUAL

Nivel: 2

Código: UC1845_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Realizar el aprovisionamiento de los materiales necesarios para la fabricación de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales siguiendo procedimientos y especificaciones incluidas en planos de fabricación, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR 1.1 La información técnica para el aprovisionamiento del material se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas según normas de representación gráfica.

CR 1.2 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medio ambiente.

CR 1.3 Los materiales se trasladan a las naves climatizadas empleando los medios de transporte requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.4 Los materiales a utilizar se colocan en mesas de trabajo, rolleros entre otros, asegurando la correcta manipulación y colocación en estas según especificaciones y normas, aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 1.6 Los materiales se ambientan según normas para su desembolsado y manipulación.

CR 1.7 Los residuos o desechos de producción se segregan en el modo y forma definidos en el puesto de trabajo de acuerdo a la normativa de protección medioambiental.

CR 1.8 El aprovisionamiento de los materiales necesarios se realiza atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP 2: Obtener preformas de elementos aeroespaciales aplicando operaciones de corte manual o semiautomático según procedimientos y especificaciones incluidas en planos, para producir formas complejas cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 2.1 Los materiales se cortan en zonas de trabajo limpias, con la humedad, temperatura y polvo controlados según especificaciones técnicas y cumpliendo con las normas de protección del medio ambiente.

CR 2.2 Las herramientas de corte, tales como cuchillas, tijeras, entre otras, se comprueban para verificar su estado y se cambian cuando pierden la capacidad de corte o no se consigue la calidad especificada en el plano.

CR 2.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 2.4 El corte de telas por el procedimiento manual se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental en mesas específicas para cada operación, mediante plantillas limpias e identificadas en la documentación aplicable.

CR 2.5 Los útiles auxiliares de corte se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR 2.6 La contaminación del material se evita asegurando que su protección plástica se mantiene durante el proceso de corte.

CR 2.7 Las preformas obtenidas se ajustan a las especificaciones incluidas en el plano de fabricación.

CR 2.8 El tiempo de permanencia del material preimpregnado a temperatura ambiente se reduce al mínimo durante las operaciones de corte, identificación y almacenaje y dentro del requerimiento de la norma aplicable.

CR 2.9 El control del tiempo de vida se garantiza con la identificación y trazabilidad del material cortado.

CR 2.10 Los residuos o desechos de producción se segregan en el modo y forma definidos en el puesto de trabajo de acuerdo a la normativa de protección medioambiental.

RP 3: Preparar los útiles para la fabricación de elementales aeroespaciales de material compuesto según los requerimientos especificados en planos y normas, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 3.1 Los útiles y sus componentes se mantienen acordes a las especificaciones de mantenimiento y calidad.

CR 3.2 Los útiles y sus componentes se mantienen libres de óxido, golpes, arañazos, suciedad y contaminación.

CR 3.3 La limpieza de los útiles se realiza en lugares específicos cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR 3.4 Los disolventes y agentes desmoldeantes se manipulan y aplican cumpliendo las especificaciones aplicables, normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR 3.5 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medio ambiente.

CR 3.6 Los útiles a preparar se trasladan al lugar especificado para esta operación empleando los medios de transporte requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 3.7 Las capas de desmoldeante se aplican limpias de residuos extraños, de manera uniformes y respetando los tiempos de secado renovándose según procedimientos y normas establecidas.

RP 4: Obtener laminados para moldear placas de componentes aeroespaciales, apilando telas manualmente, conforme a los requerimientos del proceso, planos y especificaciones de moldeo, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 4.1 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de naves climatizadas y de protección del medio ambiente.

CR 4.2 El aprovisionamiento de las preformas se realiza según la documentación de fabricación aplicable.

CR 4.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 4.4 La información técnica para montar las capas de material se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas de laminado (LAY-UP) según normas de representación gráfica.

CR 4.5 Los útiles auxiliares de laminar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR 4.6 Las telas se colocan sobre el útil, observando la dirección de orientación marcada en las plantillas y en el plano de ingeniería.

CR 4.7 Las compactaciones del laminado se realizan según especificaciones técnicas recogidas en la documentación de fabricación.

CR 4.8 Los laminados se trazan y cortan según el plano o instrucción gráfica.

CR 4.9 Las telas apiladas se verifican según los controles requeridos en plano y documentaciones gráficas.

CR 4.10 El moldeo se realiza asegurando que cumple las normas descritas en la documentación técnica.

RP 5: Realizar la bolsa de vacío para la polimerización de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales cumpliendo los requisitos de la normativa aplicable cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 5.1 Los materiales a utilizar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR 5.2 Los elementos de control y registro se colocan en la bolsa de vacío atendiendo a los requerimientos dictados en los planos y documentación de fabricación.

CR 5.3 La bolsa de vacío se comprueba según especificaciones de la documentación aplicable.

CR 5.4 La bolsa de vacío se comprueba que está exenta de puentes o zonas que sean susceptibles de rotura durante el ciclo de autoclave.

CR 5.5 Los procedimientos de registro se siguen para garantizar la trazabilidad del proceso.

CR 5.6 El vacío de la bolsa se mantiene hasta el proceso de curado.

RP 6: Obtener laminados con la forma requerida para fabricar perfiles de componentes aeroespaciales, partiendo de un laminado plano, por medio de útiles y máquinas de conformado en caliente (Hot-forming).

CR 6.1 El aprovisionamiento de los materiales y/o elementales se realiza según las especificaciones técnicas requeridas.

CR 6.2 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 6.3 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de naves climatizadas y de protección del medio ambiente.

CR 6.4 El ciclo de conformado se selecciona de acuerdo a lo especificado en la documentación de fabricación.

CR 6.5 La unión de laminados con forma se realiza por medios mecánicos parametrizados.

CR 6.6 El desmoldeo de las elementales resultantes se hace de forma que la elemental no sufra deformaciones, arrugas o deshilachamientos.

CR 6.7 Los laminados obtenidos se protegen hasta su posterior uso según especificaciones de fabricación.

RP 7: Posicionar laminados y elementales o componentes de estructuras aeroespaciales en utillajes para su unión, cumpliendo procedimientos establecidos y especificaciones incluidas en los planos de montaje, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 7.1 La información técnica para montar las elementales se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas de montaje según normas de representación gráfica.

CR 7.2 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de naves climatizadas y de protección del medio ambiente.

CR 7.3 Los útiles a preparar se trasladan al lugar especificado para esta operación empleando los medios de transporte requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 7.4 Los útiles se integran en los racks de volteo según las especificaciones técnicas de proceso, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales.

CR 7.5 El aprovisionamiento de las elementales se hace de acuerdo a los requerimientos de la documentación gráfica.

CR 7.6 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 7.7 Los laminados (material conformado) y elementales se integran en sus respectivos útiles según las especificaciones técnicas del proceso e instrucciones de trabajo y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales.

CR 7.8 La integración de los subconjuntos (volteo integración rack-piel) se realizan según las instrucciones técnicas, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales.

CR 7.9 Las probetas de control se ajustan en tipo y cantidad a requerimiento de las instrucciones técnicas.

RP 8: Inyectar resina en las bolsas de vacío y útiles de curado según las especificaciones técnicas y procedimientos establecidos para elaborar el molde, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 8.1 La información técnica para realizar las elementales se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas de fabricación según normas de representación gráfica.

CR 8.2 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de naves climatizadas y de protección del medio ambiente.

CR 8.3 Los útiles de curado se manipulan empleando los medios requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 8.4 El aprovisionamiento de los materiales se realiza según las especificaciones técnicas requeridas.

CR 8.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 8.6 La resina se obtiene mezclando los componentes de acuerdo a la especificación de la documentación específica del proceso.

CR 8.7 El ciclo de inyección se selecciona de acuerdo a lo especificado en la documentación de fabricación.

RP 9: Corregir defectos en superficies de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto, para cumplir con las especificaciones técnicas según procedimientos establecidos para tal fin, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 9.1 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de naves climatizadas y de protección del medio ambiente.

CR 9.2 La información técnica para realizar las correcciones se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas.

CR 9.3 El laminado y curado se realiza según procedimientos establecidos específicos para corrección de piezas de material compuesto.

CR 9.4 La mezcla de componentes de resina se hará de acuerdo a la especificación de la documentación gráfica.

CR 9.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material

Contexto profesional

Medios de producción

Materiales preimpregnados, materiales auxiliares, disolventes, desmoldeantes, utillajes, máquinas de corte manuales y semiautomáticas, máquinas de conformado, aparatos de transporte y elevadores, instrumentos de medida, instalaciones climatizadas, instalaciones de almacenamiento, estufas, neveras, autoclaves, sicotevas, volteadores, dosificadores y mezcladores, EPI's

Productos y resultados

Aprovisionamiento de materiales necesarios, realizado. Preformas de elementos aeroespaciales, obtenidas. Útiles, preparados. Laminados, obtenidos. Bolsa de vacío, realizada. Laminados y elementales o componentes de estructuras aeroespaciales, posicionados en utillajes. Resina, inyectada en las bolsas de vacío y útiles de curado. Defectos en superficies de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto, corregidos.

Información utilizada o generada

Planos, modelos tridimensionales. Normas de fabricación con material compuesto. Órdenes de producción. Hoja de planificación. Especificaciones de los materiales auxiliares utilizados. Procedimientos y métodos de fabricación. Especificaciones de fabricación. Manuales de los equipos y máquinas. Documentación aplicable a la elemental o conjunto. Normas generales de organización y producción establecidas en la empresa. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

Unidad de competencia 2

Denominación: FABRICACIÓN ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO POR MOLDEO AUTOMÁTICO

Nivel: 2

Código: UC1846_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Realizar el acopio de materias primas y preparar la superficie donde se lleva a cabo el trabajo de encintado para la fabricación de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales, cumpliendo con las normas generales y específicas, instrucciones de trabajo y normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 1.1 Las materias primas se identifican y se asegura su correspondencia con lo especificado en la orden de trabajo verificando las etiquetas y comprobando las cantidades especificadas.

CR 1.2 Las materias primas se atemperan previamente a su utilización cuando se hayan almacenado bajo refrigeración, manteniéndolas posteriormente en un ambiente controlado de humedad y temperatura.

CR 1.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 1.4 La superficie de trabajo o encintado se prepara con materiales auxiliares a la producción u otras materias primas avionables, se asegura que cumplen con los requisitos pedidos en el plano del componente y en el libro de trabajo, y se verifica la no presencia de irregularidades, defectos, u objetos extraños en la superficie previamente al comienzo del encintado.

CR 1.5 La superficie de trabajo o encintado se encuentra posicionada dentro de los límites de trabajo de máquina y nivelada respecto a la horizontal mediante uso de medios auxiliares soporte específicos si fuere necesario, según se indique en procedimientos y condiciones de operación.

CR 1.6 Las operaciones de manipulación y transporte de Los útiles (superficies) de encintado o laminado se manipulan usando los medios de transporte requeridos (plataformas eléctricas rodadas de movimiento, patines neumáticos, patines rodados, puentes grúa) y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.7 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas aplicables a condiciones de trabajo para material compuesto sin curar, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

RP 2: Encintar material compuesto sobre superficies planas y curvas para obtener superficies planas o complejas de componentes aeroespaciales, aplicando tecnologías de control numérico (CNC).

CR 2.1 La manipulación de la materia prima (material compuesto) y su carga en el equipo, se realiza empleando medios auxiliares de manipulación que faciliten el manejo de la misma según lo especificado en los procedimientos, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales.

CR 2.2 La toma inicial de referencias de la superficie de trabajo o encintado se realiza siguiendo el procedimiento especificado en la instrucción de trabajo, y dentro de las tolerancias especificadas.

CR 2.3 La velocidad de deposición de material sobre la superficie de encintado se ajusta al requerimiento del componente, la tecnología empleada y calidad requerida.

CR 2.4 El comportamiento de la materia prima se verifica mediante el control de los parámetros dentro de los límites admisibles de trabajo indicados en la documentación aplicable.

CR 2.5 El tiempo de permanencia del material preimpregnado a temperatura ambiente se reduce al mínimo durante las operaciones de encintado y dentro del requerimiento de la norma aplicable.

CR 2.6 Los equipos automáticos empleados se mantienen y revisan de acuerdo al plan de revisiones y mantenimiento de los mismos, asegurando el correcto funcionamiento de los mismos.

CR 2.7 Los programas de encintado se seleccionan y ejecutan de acuerdo a las especificaciones de fabricación.

CR 2.8 Las anomalías observadas se registran y notifican en tiempo y forma, en los soportes establecidos en los manuales de operación y se actúa según el procedimiento establecido.

CR 2.9 Los residuos o desechos de producción se segregan en el modo y forma definidos en el puesto de trabajo de acuerdo a la normativa de protección medioambiental.

RP 3: Preparar los laminados de componentes aeroespaciales para el corte automático cumpliendo especificaciones de proceso y normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CR 3.1 El transporte y transferencia de laminados a la mesa de corte se realiza empleando los medios auxiliares de producción especificados según los procedimientos, asegurando la calidad del laminado en el transporte.

CR 3.2 El laminado a cortar se inmoviliza contra la mesa de corte, asegurando la precisión en el corte.

CR 3.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 3.4 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de naves climatizadas y de protección del medio ambiente.

RP 4: Cortar laminados de material compuesto sobre superficies planas de componentes aeroespaciales, para obtener piezas con la geometría requerida, mediante tecnologías de control numérico.

CR 4.1 La información técnica para corte de laminados se obtiene de requisitos en la orden de trabajo y especificaciones técnicas de modelización según documentación de fabricación.

CR 4.2 La toma inicial de referencias sobre el laminado se realiza siguiendo el procedimiento recogido en la instrucción de trabajo y dentro de los límites que en ella se especifican.

CR 4.3 La herramienta de corte se cambia cuando pierde la capacidad de corte o no se consigue la medida y calidad especificada en el plano.

CR 4.4 El programa de corte se selecciona y se ejecuta, realizando el ajuste de parámetros en máquina en función del laminado a cortar y se comprueba la geometría de las piezas resultantes conforme a la documentación técnica.

CR 4.5 Las piezas resultantes del corte se clasifican y agrupan en función de la identificación que ha resultado en la operación de corte.

CR 4.6 Las anomalías observadas se registran y notifican en tiempo y forma, en los soportes establecidos en los manuales de operación y se actúa según el procedimiento establecido.

CR 4.7 El tiempo de permanencia del material preimpregnado a temperatura ambiente se reduce al mínimo durante las operaciones de corte y dentro del requerimiento de la norma aplicable.

Contexto profesional**Medios de producción**

Medios de manipulación y transporte. Eslingas y sistemas de posicionado. Máquinas automáticas de control numérico de encintado de laminados. Máquinas automáticas de control numérico de corte de laminados. Útiles de encintado y curado. Mesas de encintado. Plantillas de referenciado. Equipos de protección individual. Herramientas de corte manual. Aparatos de medida dimensional. Llaves de apriete. Mesas de transporte de laminados. Conexiones de vacío. Cinta de fijación autoadhesiva. Sistemas informáticos.

Productos y resultados

Acopio de materias primas, realizado y superficie donde se lleva a cabo el trabajo de encintado, preparada. Material compuesto encintado sobre superficies planas y curvas. Laminados de componentes aeroespaciales, preparados. Elementales y conjuntos de material compuesto sin curar que forman parte de una elemental o conjunto aeroespacial superior (tales como fuselajes, alas, estabilizadores, timones, puertas de tren de aterrizaje), preparados. Laminados de material compuesto sobre superficies planas de componentes aeroespaciales, cortados.

Información utilizada o generada

Planos, modelos tridimensionales. Normas de fabricación con material compuesto. Órdenes de trabajo. Libros de trabajo. Instrucciones de verificación. Hoja de planificación. Especificaciones técnicas de los materiales empleados. Planos de montaje y de detalle. Procedimientos de encintado automático. Procedimientos de corte automático. Planificación de fabricación. Manuales de máquinas automáticas de encintado y corte. Planos de utillaje. Documentación aplicable a la elemental o conjunto. Normas generales de organización y producción establecidas en la empresa. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

Unidad de competencia 3

Denominación: CURAR ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Nivel: 2

Código: UC1847_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Cargar elementos aeroespaciales de material compuesto en autoclave para el curado o transformación polimérica.

CR 1.1 La estanqueidad del conjunto (útil de curado + producto semielaborado) a curar se verifica antes de realizar la carga dentro del autoclave, cumpliéndose con la normativa técnica de fabricación de piezas de material compuesto y con los criterios específicos en la documentación aplicable.

CR 1.2 Los útiles de curado y producto semielaborado se manipulan con los medios específicos (sistemas elevadores, carretillas elevadoras) posicionándolos sobre el carro de carga y descarga del autoclave, cumpliendo con la normativa de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CR 1.3 Los termopares se conectan a los conectores eléctricos internos del autoclave, de acuerdo al esquema de conexionado descrito en la documentación aplicable y según los procedimientos establecidos.

CR 1.4 Las tuberías de conexionado de vacío del componente a los conectores del autoclave se inspeccionan antes de su utilización comprobando su correcto estado de uso y conservación y se mantienen limpias y ordenadas.

CR 1.5 Las conexiones de las tomas de vacío se realizan de acuerdo a un esquema de conexionado descrito en la documentación aplicable y requisitos específicos del componente.

CR 1.6 Las desviaciones o incidencias se reportan en la documentación aplicable o en sistemas informáticos a tal efecto y se procede según protocolo establecido.

CR 1.7 El cierre de la puerta del autoclave se realiza tras verificar el correcto conexionado eléctrico, conexionado de vacío y siguiendo las normas de seguridad específicas aplicables.

CR 1.8 Los elementos que lo requieran, principalmente aquellos en estación de reparaciones, se conectan a los equipos específicos de curado (sicoteva) de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y según procedimientos estándar.

RP 2: Polimerizar la resina mediante ciclo de curado en elementos aeroespaciales de material compuesto de acuerdo a la instrucción de trabajo para obtener piezas de material compuesto endurecidas.

CR 2.1 La información técnica para el ciclo de curado se obtiene de la orden de trabajo, la instrucción de trabajo y de la interpretación técnica de la normativa técnica de curado de materiales compuestos.

CR 2.2 El conexionado eléctrico y de vacío al autoclave se verifica mediante la comprobación de señal en los instrumentos de medida del panel de control del puesto de mando, y se recoge en la documentación establecida el esquema de conexionado realizado.

CR 2.3 Las desviaciones o incidencias se reportan en la documentación aplicable o en sistemas informáticos a tal efecto.

CR 2.4 Los parámetros de actuación y control del ciclo de curado se ajustan siguiendo la documentación de fabricación dentro de los límites predefinidos en la normativa aplicable.

CR 2.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 2.6 El proceso de curado se realiza según los estándares y procedimientos establecidos.

CR 2.7 El plan de actuación en casos de fallo técnico o suceso grave se activa con el aviso de alguno de los parámetros de control críticos del proceso, y se reporta a su mando superior.

CR 2.8 Los equipos y máquinas utilizados se mantienen limpios, en buen estado de mantenimiento y con sus calibraciones dentro de los periodos de validez.

CR 2.9 Los elementos que lo requieran, principalmente aquellos en estación de reparaciones, se curan en máquina específica (sicoteva) según lo indicado en la documentación aplicable y los procedimientos establecidos de ciclo.

RP 3: Descargar elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave para desmoldeo, utilizando equipos de descarga y siguiendo procedimientos establecidos.

CR 3.1 La bolsa de vacío para el curado de elementos de material compuesto se manipula sin producirle daño.

CR 3.2 Los conjuntos, útiles de curado y producto semielaborado, se manipulan con los medios específicos (sistemas elevadores, carretillas elevadoras) con el fin de posicionarlos adecuadamente en zona de descarga del autoclave, cumpliendo con la normativa de riesgos laborales.

CR 3.3 Las conexiones eléctricas de termopares y las tomas de vacío del conjunto se retiran de sus correspondientes conectores internos del autoclave

CR 3.4 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 3.5 La puerta del autoclave se abre cuando se cumplen las condiciones de apertura especificadas en la normativa aplicable.

CR 3.6 Los elementos que lo requieran, principalmente aquellos en estación de reparaciones, se desconectan de los equipos específicos de curado (sicoteva) de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y según procedimientos estándar.

RP 4: Desmoldear elementos aeroespaciales de material compuesto para su acabado posterior, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CR 4.1 Los útiles auxiliares de taladrar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR 4.2 Los elementos curados se desmoldean de la superficie del útil de curado de acuerdo a las indicaciones del proceso de trabajo establecido y siguiendo el orden descrito en los procesos.

CR 4.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR 4.4 Los materiales auxiliares para el curado de elementos de material compuesto se eliminan mediante el uso de útiles auxiliares y se segregan adecuadamente de acuerdo a la normativa de protección del medioambiente.

CR 4.5 Los útiles auxiliares para el curado se retiran mediante el uso de medios manuales o dispositivos automáticos de desmoldeo y se almacenan adecuadamente.

CR 4.6 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medioambiente.

CR 4.7 El elemento obtenido se verifica visualmente para detectar defectos a consecuencia del proceso (huecos, falta de unión de capas, ausencia de zonas con coloración tostada) de acuerdo a los criterios de control de calidad establecidos.

CR 4.8 Los elementos defectuosos o dañados detectados visualmente se señalan para la posterior evaluación del daño y corrección de defectos.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Medios de manipulación y transporte. Sistemas de elevación. Eslingas y sistemas de posicionado. Útiles de encintado y curado. Autoclaves. Sistemas auxiliares al desmoldeo. Plantillas de referenciado y taladrado. Máquinas de taladrado. Mesas de desmoldeo. Conectores de vacío. Equipos manuales de detección de fugas de vacío. Conectores eléctricos (termopares). Equipos de protección individual. Herramientas de corte manual. Cinta de fijación autoadhesiva. Sistemas informáticos.

Productos y resultados:

Elementos aeroespaciales de material compuesto (tales como paneles de fuselajes, revestimientos de alas, revestimientos de estabilizadores, revestimientos de timones, largueros, elementos de rigidización –larguerillos–), cargados en autoclave. Resina, polimerizada en elementos aeroespaciales de material compuesto mediante ciclo de curado. Elementos aeroespaciales de material compuesto de la autoclave, descargados. Elementos aeroespaciales de material compuesto, desmoldeados.

Información utilizada o generada:

Órdenes de producción. Órdenes de trabajo. Normas de fabricación con material compuesto. Libros de trabajo. Instrucciones de verificación. Planos de montaje y de detalle. Especificaciones técnicas de los materiales empleados. Planos de utillaje. Procedimientos operación de autoclave. Manuales del fabricante del equipo. Planificación de fabricación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

Unidad de competencia 4

Denominación: MECANIZAR ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Nivel: 2

Código: UC1848_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP 1: Rebarbar piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para evitar daños a las personas o en las propias piezas durante su manejo en operaciones de fabricación o de inspección posteriores.

CR 1.1 El proceso de rebarbado se realiza aplicando procedimientos establecidos y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR 1.2 La presencia de polvo y partículas en el ambiente se evita utilizando sistemas de aspiración adecuados al espacio disponible y a los medios de producción empleados.

CR 1.3 Las herramientas a emplear se seleccionan en función del material a rebarbar y la geometría de la pieza.

CR 1.4 Las piezas se fijan de manera firme con el fin de evitar daños por manejo durante el proceso de rebarbado.

CR 1.5 El rebarbado obtenido se revisa para asegurar que no ha quedado ninguna rebaba o borde cortante y que no se ha dañado la pieza.

CR 1.6 Las piezas se limpian mediante los procesos definidos una vez terminado el proceso de rebarbado antes de continuar con operaciones posteriores.

RP 2: Mecanizar manualmente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para obtener la geometría final de las mismas.

CR 2.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las especificaciones de proceso y las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR 2.2 La presencia de polvo y partículas en el ambiente se evita utilizando sistemas de aspiración adecuados al espacio disponible y a los medios de producción empleados.

CR 2.3 Las herramientas de mecanizado se seleccionan en función del material a mecanizar, los espesores de mecanizado y la geometría de la pieza.

CR 2.4 Las herramientas de mecanizado se controlan y se cambian cuando pierden la capacidad de corte o no se consigue la medida y calidad especificada en plano.

CR 2.5 Las piezas se posicionan y fijan en los útiles de mecanizado de acuerdo a lo indicado en la documentación aplicable, asegurando que no se produce ninguna interferencia en su montaje que provoque algún defecto durante el proceso de mecanizado.

CR 2.6 El recantado se realiza utilizando la constante de recantado definida en la documentación aplicable o en el propio útil de recantar.

CR 2.7 Las piezas se verifican para asegurar que no se ha producido ningún defecto durante el proceso de mecanizado y que se ajustan a lo requerido en la documentación aplicable.

CR 2.8 Los útiles de mecanizado se mantienen limpios y ordenados y se comprueba su estado antes y después de cada operación de mecanizado, para detectar cualquier daño que pueda afectar a ejecuciones posteriores.

CR 2.9 Las piezas se limpian mediante los procesos definidos una vez terminado el proceso de mecanizado antes de continuar con operaciones posteriores.

RP 3: Mecanizar automáticamente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para obtener la geometría final de las mismas.

CR 3.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR 3.2 La presencia de polvo y partículas en el ambiente se evita utilizando medios de aspiración adecuados al espacio disponible y a los medios de producción empleados.

CR 3.3 Las piezas se posicionan y se fijan en los útiles de mecanizado de acuerdo a lo indicado en la documentación aplicable, asegurando que no se produce ninguna interferencia en su montaje que provoque algún defecto durante el proceso de mecanizado.

CR 3.4 Las herramientas de corte se seleccionan según lo indicado en la documentación aplicable, asegurando que en cada posición del portaherramientas de la máquina se encuentra la herramienta que luego es llamada en los programas de mecanizado.

CR 3.5 Los útiles de mecanizado se posicionan y fijan en la máquina de mecanizado automático de acuerdo a lo indicado en la documentación aplicable o en los procesos definidos.

CR 3.6 Los programas de mecanizado se seleccionan y ejecutan según la documentación aplicable y se asegura que los mismos realizan las operaciones previstas.

CR 3.7 Las herramientas de corte se cambian cuando pierden la capacidad de corte o no se consigue la medida y calidad especificada en plano.

CR 3.8 Las piezas se verifican para asegurar que no se ha producido ningún defecto durante el proceso de mecanizado y que se ajustan a lo requerido en la documentación aplicable.

CR 3.9 Los útiles de mecanizado se mantienen limpios y ordenados y se comprueba su estado antes y después de cada operación de mecanizado, para detectar cualquier daño que pueda afectar a ejecuciones posteriores.

CR 3.10 Las piezas se limpian mediante los procesos definidos una vez terminado el proceso de mecanizado antes de continuar con operaciones posteriores.

RP 4: Mecanizar núcleos para fabricar estructuras sándwich de elementos o componentes aeroespaciales de material compuesto.

CR 4.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR 4.2 La presencia de polvo y partículas en el ambiente se evita utilizando sistemas de aspiración adecuados al espacio disponible y a los medios de producción empleados.

CR 4.3 Los núcleos se aprovisionan según lo indicado en los planos correspondientes, cumpliendo con las características del mismo: clase y tipo de núcleo, tamaño de celdilla, densidad, espesor y especificación técnica.

CR 4.4 Los núcleos se almacenan y manejan de forma que no se produzcan daños, contaminación (grasas, aceites, suciedad, entre otros) u otras circunstancias en detrimento de las propiedades físicas y mecánicas del mismo.

CR 4.5 Los núcleos se preparan para su mecanizado limpios, sin evidencia de corrosión, ataque químico o contaminación producida por grasas, aceites y otras circunstancias extrañas.

CR 4.6 Los núcleos se cortan y mecanizan cumpliendo con la geometría requerida en el plano del mismo, prestando atención a la dirección del ribbon (dirección de los nodos o dirección del área encolada entre celdillas).

CR 4.7 Los núcleos se mecanizan con el utillaje y herramientas apropiadas que no produzcan desgarros ni contaminaciones.

CR 4.8 Los núcleos se verifican para asegurar que se han cumplido con los requisitos definidos en el plano del mismo.

CR 4.9 Los núcleos mecanizados se limpian, se almacenan en bolsas selladas y se identifican de forma que no se cause daño, roturas, corrosión, contaminación, cambios en su geometría o cualquier otra circunstancia en detrimento de sus propiedades y capacidad para ser encolado.

RP 5: Eliminar capas de una pieza o componentes aeroespaciales de material compuesto para su posterior corrección.

CR 5.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR 5.2 El polvo y partículas en el ambiente se evita utilizando sistemas de aspiración adecuados al espacio disponible y a los medios de producción empleados.

CR 5.3 Las capas de material compuesto se eliminan mediante lijado neumático con disco abrasivo o mediante fresado manual en función de la geometría de la pieza o según se indique en la documentación aplicable de la corrección del defecto.

CR 5.4 El núcleo se elimina mediante una operación inicial de lijado neumático, terminando con un lijado manual o automático.

CR 5.5 Las capas se eliminan respetando la geometría y tamaño indicado en la documentación aplicable, prestando atención a la orientación de las mismas, cuidando de no dañar las capas no afectadas por el defecto ni por la reparación a realizar.

CR 5.6 La superficie se limpia una vez finalizada la eliminación de capas según se indique en los procedimientos de limpieza definidos.

Contexto profesional

Medios de producción:

Herramientas de corte (discos de corte, fresas, brocas, avellanadores, lamas, discos y/o papel abrasivo, y cuchillas). Herramientas neumáticas manuales (recanteadoras, taladradoras). Útiles de recantado. Útiles de taladrado. Plantillas de corte. Útiles

soporte para operaciones de mecanizado en máquinas automáticas. Máquinas automáticas (CNC, robot de mecanizado, máquina de mecanizado por chorro de agua). Mesas o soportes para piezas y/o útiles. Equipos de protección individual. Equipos de protección colectivos. Trapos. Disolventes.

Productos y resultados:

Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, rebabadas. Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, mecanizadas manualmente. Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, mecanizadas automáticamente. Núcleos, mecanizados. Capas de una pieza o componente aeroespacial de material compuesto, eliminadas.

Información utilizada o generada:

Órdenes y documentación de fabricación. Órdenes de trabajo. Planos de pieza. Especificaciones de fabricación de piezas (laminados sólidos y sándwich) de elementos y componentes aeroespaciales con material compuesto. Especificaciones de mecanizado de núcleos de elementos y componentes aeroespaciales. Especificaciones de mecanizado de piezas aeroespaciales de material compuesto. Especificaciones de limpieza de piezas aeroespaciales de material compuesto. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

Unidad de competencia 5

Denominación: VERIFICAR ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Nivel: 2

Código: UC1849_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP 1: Preparar los elementos aeroespaciales fabricados para su posterior inspección según los procedimientos y especificaciones incluidas en los documentos aplicables cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 1.1 La información para inspeccionar los elementos de material compuesto se obtiene interpretando planos y especificaciones aplicables de fabricación e inspección.

CR 1.2 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de orden, limpieza y seguridad cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR 1.3 Los elementos a inspeccionar se protegen de acuerdo con la documentación aplicable, aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR 1.4 Los elementos a inspeccionar se manipulan de acuerdo con la documentación aplicable, y se trasladan e instalan en las máquinas de inspección empleando los utillajes requeridos y los medios de transporte adecuados aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

RP 2: Inspeccionar los elementos aeroespaciales fabricados en material compuesto utilizando las técnicas no destructivas requeridas en la documentación aplicable en el sector para comprobar su estado de calidad.

CR 2.1 Los equipos, técnicas de inspección y materiales auxiliares (acoplantes, películas, plomos, entre otros) utilizados se seleccionan en función de las características del elemento y los requerimientos indicados en la documentación aplicable.

CR 2.2 Los equipos y elementos de inspección utilizados se mantienen limpios, en buen estado de mantenimiento y con sus calibraciones dentro de los periodos de validez.

CR 2.3 La comprobación del estado de calidad del elemento se realiza mediante la interpretación de las indicaciones de acuerdo con los criterios de aceptación y rechazo establecidos en la documentación aplicable.

CR 2.4 Los resultados de las inspecciones realizadas se registran de forma legible, completa, permanente y traceable en la documentación o en los medios informáticos destinados al efecto.

CR 2.5 Los elementos una vez inspeccionados se dejan limpios y sin restos de materiales auxiliares.

CR 2.6 El elemento inspeccionado se protege al finalizar la inspección según los procedimientos establecidos y se manipula y transporta evitando daños y deformaciones y siguiendo siempre las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

RP 3: Verificar visual y dimensionalmente los elementos aeroespaciales de material compuesto utilizando las técnicas requeridas en la documentación aplicable para comprobar su estado de calidad.

CR 3.1 Los equipos, técnicas de inspección y materiales auxiliares (láser tracker, comparadores, pies de rey, boroscopio, entre otros) utilizados se seleccionan en función de las características del elemento y los requerimientos indicados en la documentación aplicable.

CR 3.2 Los equipos y elementos de inspección utilizados se mantienen limpios, en buen estado de mantenimiento y con sus calibraciones dentro de los periodos de validez.

CR 3.3 La comprobación del estado de calidad del elemento se realiza mediante la interpretación de los valores dimensionales, cotas, y observaciones visuales de acuerdo con los criterios de aceptación y rechazo establecidos en la documentación aplicable.

CR 3.4 Los resultados de las inspecciones realizadas se registran de forma legible, completa, permanente y traceable en la documentación o en los medios informáticos destinados al efecto.

CR 3.5 Los elementos una vez inspeccionados se dejan limpios.

CR 3.6 El elemento inspeccionado se protege al finalizar la inspección según los procedimientos establecidos y se manipula y transporta evitando daños y deformaciones y siguiendo siempre las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

RP 4: Validar los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados y evaluados para clientes y autoridades según normas aplicables.

CR 4.1 Los productos válidos para su uso aeroespacial se identifican como conformes.

CR 4.2 Los productos que presentan alguna desviación contra los requerimientos aplicables se segregan del flujo productivo para su posterior tratamiento.

CR 4.3 Los productos válidos para su uso aeroespacial se marcan de forma legible y permanente con su nombre de parte y su número de serie.

CR 4.4 La documentación que acompaña al elemento y le otorga validez frente a los clientes y a las autoridades se completa de acuerdo a los requerimientos aplicables y es traceable de forma inequívoca con el nombre de la parte y el número de serie.

Contexto profesional

Medios de producción:

Equipos de inspección de Ultrasonidos; transmisión, pulso-eco. Transductores, Agentes acoplantes, marcadores. Especímenes de referencia/calibración. Equipos de radiografía. Placas radiográficas. Especímenes de referencia/calibración, densitómetros, equipos de revelado, entre otros. Equipos de protección personal. Utillaje de posicionamiento, eslingas y sistemas de transporte. Equipos de medida dimensional: láser tracker, láser radar, comparadores, calibres pie de rey, baroscopios, Plantillas y útiles-calibres, entre otros. Equipos de protección personal. Utillaje de posicionamiento y fijación, eslingas y sistemas de transporte.

Productos y resultados:

Elementos aeroespaciales fabricados, preparados. Elementos aeroespaciales fabricados en material compuesto, inspeccionados. Elementos aeroespaciales de material compuesto, inspeccionados visual y dimensionalmente. Elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados y evaluados, validados.

Información utilizada o generada:

Planos, modelos tridimensionales. Especificaciones de los materiales auxiliares utilizados. Procedimientos y métodos de inspección. Especificaciones de fabricación. Informes de criterios de aceptación y rechazo. Manuales de los equipos de inspección. Informes de Inspección. Instrucciones de verificación. Normas de calidad. Normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente. Planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

III. FORMACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

MÓDULO FORMATIVO 1

Denominación: FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO POR MOLDEO MANUAL

Código: MF1845_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1845_2 Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual

Duración: 180 horas

UNIDAD FORMATIVA 1 (TRANSVERSAL)

Denominación: MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO

Código: UF2033

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2, RP3, RP4, RP5, RP6, RP7, RP8 y RP9 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, materiales empleados en el proceso de fabricación y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto contenida en la documentación técnica.

CE1.1 Interpretar las normas de fabricación atendiendo a la documentación técnica.

CE1.2 Interpretar simbología, elementos normalizados y vistas representadas en los planos de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 Identificar los diferentes tipos de materiales empleados en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.4 Realizar, después de cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos, los registros de trazabilidad de materiales y maquinaria.

CE1.5 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental:

- Identificar en la documentación técnica las materias primas necesarias para cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Interpretar órdenes e instrucciones de trabajo del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Interpretar la información contenida en los planos de fabricación.
- Identificar en la documentación técnica las condiciones de seguridad, prevención de riesgos laborales y medioambientales en la fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos.

C2: Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.1. Identificar las normas de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.3 Realizar registros de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el proceso de fabricación.

CE2.5 Identificar los registros de trazabilidad de los materiales compuestos empleados en la fabricación.

C3: Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.1 Identificar las normas de prevención de riesgos laborales.

CE3.2 Identificar las señales de peligro de los distintos materiales empleados en la fabricación y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE3.3 Describir el procedimiento a seguir para gestionar los residuos generados en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.4 Describir el método de organización y acondicionamiento del espacio de trabajo en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.5 Identificar los riesgos en el uso de Instalaciones, equipos y herramientas.

CE3.6 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica:

- Definir las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar los equipos de protección individual adecuados para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar la segregación de residuos de acuerdo a la normativa medioambiental vigente.

Contenidos:

1. Documentación técnica en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:
 - Rutas y estructuras.
 - Ordenes de fabricación.
 - Instrucciones de trabajo.
 - Libros de laminado.
 - Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.

2. Materiales empleados en la construcción de aeronaves

- Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
- Materiales compuestos:
 - Definición de material compuesto.
 - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
 - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
 - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
 - Tipos de refuerzos:
 - Naturales.
 - Sintéticos.
 - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
 - Cerámicos.
 - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
 - Resinas orgánicas:
 - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
 - Propiedades básicas de las resinas.
- Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
 - Fibra de vidrio.
 - Fibra de carbono.
 - Malla de bronce.
 - Kevlar.
- Materiales de refuerzo:
 - Núcleos: tipos y características.
 - Espumas: tipos y características.

3. Interpretación de planos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Interpretación de Planos:
 - Líneas.
 - Formatos y escalas.
 - Vistas.
 - Secciones.
 - Cortes.
 - Perspectivas.
 - Esquemas de situación de capas.
- Ajustes y tolerancias:
 - Ejes y agujeros.
 - De forma y posición.

4. Control de calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
 - No conformidades.
 - Instrucciones de verificación.
 - Memorias de control.
 - Instrucciones de trabajo.
- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.
- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales compuestos.
- Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
- Normas de uso y manejo de materiales compuestos
- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreign Objects Damage–).

5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normativa vigente de:
 - Prevención de riesgos laborales.
 - Protección ambiental.
 - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
 - Uso de máquinas de elevación.

UNIDAD FORMATIVA 2

Denominación: PREPARACIÓN, CORTE Y LAMINADO DE MATERIALES COMPUESTOS.

Código: UF2034

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a aprovisionamiento de materiales y utilización de planos de fabricación, con la RP2 en lo referente al corte y obtención de preformas, con la RP3 en lo que concierne a la utilización de utillaje, con la RP4 en lo referente al laminado manual según planos y con la RP5 en lo relativo a la construcción de la bolsa de vacío.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para realizar el acopio, manipulación y almacenaje de las materias primas que intervienen en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, analizando la documentación técnica.

CE1.1 Identificar las designaciones de los diferentes tipos de materias primas y clasificarlos por familias según su naturaleza.

CE1.2 Describir los procesos de almacenaje, manipulación y transporte de materiales a la zona de fabricación.

CE1.3 Identificar los diferentes materiales empleados en la fabricación de estructuras aeroespaciales.

CE1.4 Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de acopio, manipulación y almacenaje de materias primas.

C2: Preparar útiles para la fabricación de elementales aeroespaciales a partir de la documentación técnica, cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Identificar los distintos tipos de utillaje utilizados en la fabricación de elementales y/o conjuntos en función del trabajo a realizar y la pieza a obtener.

CE2.2 Describir las funciones, tipos y componentes de útiles empleados en el moldeo manual de elementos de material compuesto en relación a los procesos productivos.

CE2.3 Identificar los productos empleados en la preparación de útiles.

CE2.4 Seleccionar el tipo de elemento o máquina de izado/desplazamiento según planos y normas.

CE2.5: Determinar los criterios de diseño y selección de utillaje para procesos de moldeo con materiales compuestos.

CE2.6 Identificar los útiles de encintado, curado y auxiliares.

CE2.7 Identificar los materiales de fabricación de útiles.

CE2.8 Identificar las propiedades de intercambiabilidad de los útiles.

CE2.9 En un caso práctico de preparación de útiles para fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto y atendiendo a la documentación técnica:

- Preparar la zona de trabajo acopiando los materiales, herramientas y medios de transporte e izado necesarios.
- Seleccionar los productos químicos para ejecutar los procesos de trabajo.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Limpiar los útiles según norma específica.
- Aplicar agentes desmoldeantes según norma específica.
- Comprobar que todos los componentes del útil han sido preparados.

- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de preparación de útiles.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de preparación de útiles.

C3: Aplicar técnicas de corte manual o semiautomático en materiales compuestos para la obtención de preformas o kits de materiales preimpregnados, cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Identificar los materiales requeridos en la documentación aplicable.

CE3.2 Determinar las orientaciones de la fibra para realizar los cortes según las distintas preformas a obtener.

CE3.3 Diferenciar el flujo productivo de las preformas obtenidas.

CE3.4 Seleccionar las herramientas de corte en función de la operación a realizar.

CE3.5 Identificar los kits o preformas resultantes de la operación de corte.

CE3.6 Establecer las condiciones adecuadas en las herramientas y en la operación de corte.

CE3.7 Cumplimentar la documentación requerida en el proceso.

CE3.8 En casos prácticos de corte de material compuesto para la obtención de preformas o kits aeroespaciales, convenientemente caracterizados por los planos de fabricación y órdenes de producción:

- Seleccionar las máquinas, útiles y herramientas según el corte de material descrito en la orden de producción, planos e indicaciones del proceso de trabajo.
- Identificar los materiales requeridos en la orden de producción.
- Aprovisionar el material requerido en la orden de producción.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Determinar la trazabilidad de los materiales en la documentación técnica.
- Cortar los materiales en forma y cantidad con ayuda de útiles o plantillas de acuerdo a los requerimientos de la documentación técnica.
- Verificar que las preformas cumplen los requisitos para su posterior utilización.
- Embolsar las preformas formando kits para su utilización posterior según orden de fabricación.
- Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de corte manual o semiautomático en materiales compuestos para la obtención de preformas o kits aeroespaciales.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de corte.

C4: Apilar preformas aeroespaciales de material compuesto u otros componentes, para obtener el elemento requerido, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE4.1 Identificar los útiles a emplear durante el proceso atendiendo a los requerimientos de la documentación técnica.

CE4.2 Identificar las orientaciones de la fibra para realizar las secuencias de apilados según los distintos tipos de elementos a obtener.

CE4.3 Identificar los materiales requeridos en la documentación técnica.

CE4.4 Realizar los registros de trazabilidad en la documentación técnica de los productos obtenidos.

CE4.5 Describir el proceso de laminado de una elemental.

CE4.6 Describir el proceso de realización de la bolsa de compactación y los materiales que la componen.

CE4.7 En un caso práctico de apilado de telas convenientemente caracterizado por la documentación técnica:

- Seleccionar los útiles y herramientas para realizar el apilado de telas, según las indicaciones de la documentación técnica.

- Aprovisionar el material requerido en la orden de producción.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Identificar los materiales en la orden de producción y su trazabilidad.
- Apilar las telas según la secuencia descrita en la orden de producción y planos de fabricación, atendiendo a las especificaciones técnicas y de calidad.
- Asegurar el correcto posicionamiento y las compactaciones descritas en la documentación.
- Asegurar que se cumplen los parámetros establecidos en la documentación durante las compactaciones.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de apilado.

C5: Elaborar bolsas de vacío de elementales, o componentes aeroespaciales, de material compuesto, a partir de la documentación técnica, cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE5.1 Describir las partes de una bolsa de curado y sus elementos de control.

CE5.2 Describir la funcionalidad de una bolsa de vacío.

CE5.3 Seleccionar los instrumentos de verificación utilizados en la comprobación de la bolsa de vacío.

CE5.4 Describir el proceso de realización de la bolsa de vacío según documentación aplicable.

CE5.5 Describir la defectología derivada de una errónea ejecución de la bolsa de vacío.

CE5.6 En un caso práctico de elaboración de una bolsa de vacío para el curado de una elemental o de componentes aeroespaciales:

- Aprovisionar los materiales requeridos en la documentación técnica.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Realizar el montaje de la bolsa de vacío atendiendo a la documentación gráfica.
- Comprobar los elementos de control de vacío y temperatura.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de realización de la bolsa de vacío.

Contenidos:

1. Aprovisionamiento de materiales y preparación de útiles para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Documentación técnica específica del proceso de aprovisionamiento de materiales y preparación de útiles.
- Características de las estructuras en material compuesto: monolíticas y sándwich.
- Piezas estructurales y no estructurales.
- Núcleos:
 - Tipos, parámetros y criterios de selección.
 - Fabricación, manejo y manipulación de núcleos de panel de abeja.
- Otros materiales empleados en la fabricación de material compuesto: adhesivos, cintas adhesivas, películas de bolsa de vacío, películas separadoras, tejido aireador, cinta de fibra de vidrio, siliconas, tejidos pelables, retenedores de contorno, tejidos sangradores, y mantas elastoméricas.
- Características de los diferentes tipos de útiles atendiendo a su intervención en el proceso productivo.
- Tareas de preparación y mantenimiento de utillaje.
- Metodología del diseño de útiles. Ergonomía aplicada al diseño.

- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de aprovisionamiento de materiales y preparación de útiles.

2. Corte manual y laminado de preformas y kits aeroespaciales de material compuesto

- Documentación técnica específica de los procesos de corte y laminado de materiales compuestos.
- Herramientas de corte manual.
- Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas y plantillas.
- Cuchillas y sus aplicaciones.
- Operación de corte: monocapa, laminados y “kits”
- Repasados.
- Elementos de medición: Pie de rey, micrómetros, calibres.
- Laminado: Orientación, grados, dirección de las fibras, stagger index (decalado), solapes, uniones, normas de apilamiento de preformas.
- Simetría, drapabilidad e iso/orto/anisotropía.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al corte y laminado de materiales compuestos.

3. Elaboración de bolsas de vacío para material compuesto fabricado por moldeo manual.

- Documentación técnica específica del proceso de elaboración de bolsas de vacío.
- Manipulación y cuidados del material: aireadores, masilla, separadores y film de bolsa de vacío.
- Materiales auxiliares para la construcción de la bolsa de vacío.
- Bolsa de compactación y bolsa de vacío para curado.
- Utilización de pisos (caulplates)
- Portarrollos y carros de almacenamiento de materiales destinados a la bolsa de vacío.
- Elementos de verificación (vacuómetros).
- Útiles para la realización de bolsas de vacío.
- Técnicas de construcción de bolsas de vacío.
- Elementos de control de temperatura y vacío.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a la elaboración de bolsas de vacío.

UNIDAD FORMATIVA 3

Denominación: FABRICACIÓN DE ELEMENTALES Y CONJUNTOS DE MATERIAL COMPUESTO

Código: UF2035

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde, con la RP6 en lo referente al conformado en caliente de empilados de material compuesto, con la RP7 en lo que concierne a la integración de elementales y laminados para formar componentes, con la RP8 respecto a la inyección de resinas, y la RP9 en lo referente a la corrección de defectología típica de materiales compuestos.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener elementales aeroespaciales mediante el proceso de conformado partiendo de laminados planos, teniendo en cuenta las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Describir el proceso de conformado de preformas.

CE1.2 Describir el funcionamiento de la máquina de conformado empleando manuales y especificaciones técnicas.

CE1.3 Identificar los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos para el proceso de conformado.

CE1.4 Interpretar los programas de conformado de laminados planos requeridos en la documentación técnica.

CE1.5 Ejecutar operaciones de conformado atendiendo a la documentación aportada.

CE1.6 Asegurar que los parámetros descritos en la documentación se cumplan durante el ciclo de conformado.

CE1.7 Establecer las condiciones adecuadas en el proceso de conformado, corrigiendo las desviaciones que se puedan producir.

CE1.8 Realizar los registros de trazabilidad de materiales y máquinas utilizadas en el el proceso de conformado, en la documentación correspondiente.

CE1.9 En un caso práctico donde se tenga que obtener una elemental aeroespacial por conformado, caracterizado por su documentación técnica:

- Aprovisionar los materiales requeridos en la documentación técnica.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Montar los laminados en sus respectivos útiles atendiendo a planos o documentación gráfica.
- Seleccionar el programa de conformado requerido en la orden de producción.
- Comprobar y asegurar parámetros de control de vacío y temperatura.
- Realizar el registro de trazabilidad en la orden de producción del proceso de conformado de elementales.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de conformado.

C2: Ejecutar las operaciones de montaje de preformas necesarias para la obtención de conjuntos aeroespaciales, operando herramientas y equipos específicos y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE2.1 Identificar los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos para el montaje de preformas.

CE2.2 Identificar las elementales requeridas en la orden de producción y/o planos para formar el conjunto.

CE2.3 Asegurar que las máquinas utilizadas cumplen con todos los requerimientos de calidad y calibración.

CE2.4 Determinar la correcta posición de las elementales atendiendo a planos o documentación aportada.

CE2.5 Realizar los registros de trazabilidad en la documentación técnica de fabricación de los productos finalizados.

CE2.6 Describir el proceso de montaje de elementales.

CE2.7 En un caso práctico de realización de un montaje de elementales aeroespaciales:

- Aprovisionar las elementales requeridas en la documentación técnica.
- Asegurar que las elementales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Aprovisionar los útiles requeridos en la documentación aportada.

- Montar las elementales en sus respectivos útiles atendiendo a planos o documentación gráfica.
- Realizar los registros de trazabilidad de las elementales en la orden de producción.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de conformado.

C3: Obtener elementales aeroespaciales mediante inyección de resinas, teniendo en cuenta las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE3.1 Describir el funcionamiento de la máquina de inyección de resina por medio de manuales y especificaciones técnicas

CE3.2 Identificar los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos.

CE3.3 Determinar las cantidades de resina y sus componentes requeridos según la documentación técnica.

CE3.4 Describir el proceso de mezclado de resinas.

CE3.5 Asegurar que las máquinas utilizadas cumplen con todos los requerimientos de calidad y calibración.

CE3.6 Seleccionar el programa de inyección requerido en el proceso.

CE3.7 Describir las etapas de un proceso de inyección de resina.

CE3.8 En un caso práctico de obtención de una elemental aeroespacial utilizando inyección de resina, debidamente caracterizado por la documentación técnica:

- Aprovisionar los materiales requeridos en la documentación técnica.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Aprovisionar los útiles requeridos en la documentación aportada.
- Aprovisionar la resina y mezclarla según indica la documentación técnica.
- Identificar los registros de trazabilidad de los materiales en la orden de producción.
- Realizar el ciclo de inyección de resina.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de inyección de resina.

C4: Identificar los procesos de integración de elementales aeroespaciales de material compuesto por laminado manual, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Identificar los procesos de fabricación de elementales y conjuntos.

CE4.2 Describir los diferentes tipos de encolados: cocurado, copegado y encolado secundario.

CE4.3 Describir el proceso de preparación de superficies de encolados y los modos de fallo.

CE4.4 Describir el rol de los adhesivos, tipos de procesos de copegado y la metodología de aplicación de adhesivos.

CE4.5 En un caso práctico de realización de pegado de elementales aeroespaciales:

- Aprovisionar las elementales requeridas en la documentación técnica.
- Asegurar que las elementales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Aprovisionar los útiles requeridos en la documentación aportada.
- Copegar/Encolar las elementales en sus respectivos útiles atendiendo a la documentación gráfica.
- Realizar los registros de trazabilidad de las elementales en la orden de producción.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental en el proceso de integración de piezas de material compuesto.

C5: Corregir defectos en elementos, o componentes, de estructuras aeroespaciales de material compuesto no conformes a partir de la documentación técnica, actuando bajo normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE5.1 Identificar el proceso a seguir para corregir los defectos reflejados en la documentación técnica.

CE5.2 Diseñar la plantilla de corrección para la reposición de capas eliminadas atendiendo a las condiciones de laminado de la documentación técnica.

CE5.3 Identificar los materiales requeridos para cada tipo de corrección.

CE5.4 Describir los tipos de correcciones existentes atendiendo al defecto producido.

CE5.5 Describir la secuencia a realizar en la corrección de defectos.

CE5.6 En un caso práctico donde se tenga que corregir el defecto de un elemento aeroespacial de material compuesto no conforme debidamente caracterizado por la documentación técnica:

- Aprovisionar los materiales requeridos en la documentación técnica.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Aprovisionar las herramientas necesarias.
- Trazar la zona a reparar.
- Eliminar las capas requeridas en la documentación.
- Preparar la superficie de la zona a reparar.
- Realizar la plantilla para la reposición de las capas eliminadas.
- Cortar los materiales necesarios en forma y cantidad requeridos en la documentación.
- Laminar las capas en orden y dirección según documentación aportada.
- Realizar bolsa de vacío.
- Realizar el ciclo de curado.
- Realizar la corrección por medio de remachado de elementos.
- Identificar los registros de trazabilidad de los materiales en la orden de producción.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en los procesos de corrección y reparación de un elemento de material compuesto.

Contenidos:

1. Conformado en caliente (Hot-Forming) y montaje de laminados de elementales aeroespaciales de material compuesto.

- Documentación técnica específica del proceso de Hot-forming y montaje de laminados.
- Manipulación del material: preformas, laminados, plataformas de transporte, carros.
- Eslingas y sistemas de izado.
- Ciclos de conformado en caliente (Hot-forming): tipos de ciclos, escalones de temperatura, tiempos de vacío, enfriamiento.
- Máquinas de conformado en caliente (Hot-Forming), tipos de membranas y mesas de vacío.
- Útiles para el proceso de conformado:
 - Tipos y aplicaciones.
 - Almacenamiento y limpieza de útiles.
 - Identificación y mantenimiento de útiles de conformado.
 - Útiles para el montaje de laminados.
 - Volteadores y equipos de transferencia de laminados.
 - Sistemas de utillaje para el montaje de laminados atendiendo a su proceso de fabricación.
- Sistemas de vacío para compactación de laminados: mangueras de conducción, tomas de vacío, red industrial de vacío.
- Equipos de protección individual. Barreras de presencia o perímetro de seguridad.
- Instrucciones operacionales del fabricante de la máquina.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de Hot-forming y en el montaje de laminados.

- Normas de prevención en el manejo de máquinas de transporte en almacén y de elevación.

2. Inyección de resina para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Documentación técnica específica del proceso de inyección de resinas.
- Normas de uso y almacenamiento de resinas y sellantes.
- Resinas y sellantes: tipos, porcentajes de componentes, mezclado, desgasificación, conservación, tiempos de vida y uso.
- Procesos de molde abierto y molde cerrado.
- Tecnologías de infusión: moldeo por transferencia de resina (RTM), infusión líquida de resina (RLI) e infusión de resina en película (RFI).
- Instrucciones operacionales del fabricante de la máquina.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de inyección de resinas.

3. Procesos de integración de elementales aeroespaciales de material compuesto mediante copegados y encolados.

- Documentación técnica específica del proceso de integración de elementales de material compuesto.
- Tipos de unión. Generalidades
- Adhesivos. Clasificación.
- Fundamentos y teorías de la adhesión
- Procesos de encolados estructurales
- Preparación superficial de materiales compuestos de fibra de carbono (CFC)
- Procesos de integración con adhesivos de elementales de material compuesto.
- Tejidos pelables: tipos y aplicaciones.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de integración de elementales de material compuesto.

4. Corrección y Reparación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Documentación técnica específica de los procesos de reparación y corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Técnicas de reparación de materiales compuestos:
 - Por inyección de resinas.
 - Por delaminación y sustitución de telas.
 - Por relleno con polvos de fibra y resina.
 - Por recrecimiento.
 - Correcciones en frío y en caliente
- Herramientas y equipos para la reparación de materiales compuestos:
 - Máquinas de lijado.
 - Herramientas de corte.
 - Máquinas de recantado manual.
 - Máquinas de remachado manual.
 - Autoclave.
 - SICOTEVA (máquina de curado manual).
 - Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas y plantillas.
- Estudio del daño: tipos y características.
- Reparación encolada / no encolada.
- Sellado de bordes.
- Acabado: protección superficial (keroflex, imprimaciones y pintura).
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de reparación y corrección de defectos en elementos aeroespaciales de materiales compuestos.

Orientaciones metodológicas:

Para acceder a la unidad formativa 2 debe haberse superado la unidad formativa 1.
Para acceder a la unidad formativa 3 debe haberse superado la unidad formativa 2.

Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

MÓDULO FORMATIVO 2

Denominación: FABRICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO POR MOLDEO AUTOMÁTICO.

Código: MF1846_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1846_2 Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático

Duración: 210 horas

UNIDAD FORMATIVA 1 (TRANSVERSAL)

Denominación: MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO

Código: UF2033

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con las RP1, RP2, RP3 y RP4 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, materiales empleados en el proceso de fabricación y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto contenida en la documentación técnica.

CE1.1 Interpretar las normas de fabricación atendiendo a la documentación técnica.

CE1.2 Interpretar simbología, elementos normalizados y vistas representadas en los planos de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 Identificar los diferentes tipos de materiales empleados en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.4 Realizar, después de cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos, los registros de trazabilidad de materiales y maquinaria.

CE1.5 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental:

- Identificar en la documentación técnica las materias primas necesarias para cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Interpretar órdenes e instrucciones de trabajo del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Interpretar la información contenida en los planos de fabricación.
- Identificar en la documentación técnica las condiciones de seguridad, prevención de riesgos laborales y medioambientales en la fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos.

C2: Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.1. Identificar las normas de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.3 Realizar registros de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el proceso de fabricación.

CE2.5 Identificar los registros de trazabilidad de los materiales compuestos empleados en la fabricación.

C3: Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.1 Identificar las normas de prevención de riesgos laborales.

CE3.2 Identificar las señales de peligro de los distintos materiales empleados en la fabricación y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE3.3 Describir el procedimiento a seguir para gestionar los residuos generados en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.4 Describir el método de organización y acondicionamiento del espacio de trabajo en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.5 Identificar los riesgos en el uso de Instalaciones, equipos y herramientas.

CE3.6 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica:

- Definir las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar los equipos de protección individual adecuados para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar la segregación de residuos de acuerdo a la normativa medioambiental vigente.

Contenidos:

1. Documentación técnica en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:
 - Rutas y estructuras.
 - Ordenes de fabricación.
 - Instrucciones de trabajo.

- Libros de laminado.
- Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.

2. Materiales empleados en la construcción de aeronaves

- Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
- Materiales compuestos:
 - Definición de material compuesto.
 - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
 - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
 - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
 - Tipos de refuerzos:
 - Naturales.
 - Sintéticos.
 - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
 - Cerámicos.
 - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
 - Resinas orgánicas:
 - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
 - Propiedades básicas de las resinas.
- Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
 - Fibra de vidrio.
 - Fibra de carbono.
 - Malla de bronce.
 - Kevlar.
- Materiales de refuerzo:
 - Núcleos: tipos y características.
 - Espumas: tipos y características.

3. Interpretación de planos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Interpretación de Planos:
 - Líneas.
 - Formatos y escalas.
 - Vistas.
 - Secciones.
 - Cortes.
 - Perspectivas.
 - Esquemas de situación de capas.
- Ajustes y tolerancias:
 - Ejes y agujeros.
 - De forma y posición.

4. Control de calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
 - No conformidades.
 - Instrucciones de verificación.
 - Memorias de control.
 - Instrucciones de trabajo.

- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.
- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales compuestos.
- Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
- Normas de uso y manejo de materiales compuestos
- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreing Objects Damage–).

5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normativa vigente de:
 - Prevención de riesgos laborales.
 - Protección ambiental.
 - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
 - Uso de máquinas de elevación.

UNIDAD FORMATIVA 2

Denominación: LAMINADO AUTOMATIZADO DE MATERIALES COMPUESTOS.

Código: UF2036

Duración: 90 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a aprovisionamiento de materias primas y preparación de superficies donde se lleva a cabo el trabajo de encintado y con la RP2 en lo referente al encintado de materiales compuestos aplicando tecnologías de control numérico (CNC).

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Describir la tecnología ATL (Automatic Tape Laying) de encintado automático para laminado de materiales compuestos, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Seleccionar los diferentes tipos de materias primas.

CE1.2 Describir los procesos de almacenaje, manipulación y transporte de materiales a la zona de fabricación, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.3 Identificar las máquinas de encintado automático por control numérico utilizadas para la fabricación de materiales compuestos aeroespaciales con tecnología ATL.

CE1.4 Identificar la tipología de piezas que se pueden fabricar mediante tecnología ATL.

CE1.5 Describir las variables que influyen en el proceso de encintado automático.

CE1.6 En un caso práctico de aprovisionamiento debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de fabricación de un elemento aeroespacial:

- Identificar en la documentación técnica las distintas materias primas necesarias para la fabricación de materiales compuestos
- Interpretar órdenes e instrucciones de acopio, manipulación y traslado de materiales empleados para la fabricación de elementos.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso acopio, manipulación y almacenaje de las materias primas que intervienen en la fabricación de elementos de material compuesto.

C2: Laminar materiales compuestos aplicando técnicas de encintado automático mediante tecnología ATL (Automatic Tape Laying), utilizando la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Describir los procesos de preparación superficial de mesas y/o útiles previos al comienzo del encintado.

CE2.2 Identificar los útiles y materiales empleados durante el proceso de encintado automático, atendiendo a los requerimientos de la documentación técnica.

CE2.3 Especificar las orientaciones de la fibra para realizar las secuencias de apilados según el tipo de elemento a obtener, siguiendo las indicaciones de la documentación técnica.

CE2.4 Realizar los registros de trazabilidad en la documentación técnica de los productos finales.

CE2.5 Colocar los patrones manuales previos al encintado automático y ejecutar la compactación previa.

CE2.6 Describir los procesos de encintado automático usados en la fabricación de elementales y conjuntos mediante tecnología ATL.

CE2.7 Describir las variables programables desde el panel de control en los procesos de encintado automático, atendiendo a la documentación técnica.

CE2.8 Describir los parámetros y medios de verificación a controlar durante la realización de encintados automáticos de laminados de materiales compuestos para estructuras aeroespaciales.

CE2.9 Utilizar el equipo de protección individual y describir los medios de prevención incorporados a las máquinas de encintado.

CE2.10 En casos prácticos de encintado con máquinas ATL de elementos aeroespaciales, convenientemente caracterizados por la documentación técnica necesaria:

- Efectuar las operaciones de posicionado de fibra en un proceso de encintado.
- Preparar las máquinas ATL, útiles y herramientas según indicaciones del proceso de trabajo.
- Asignar coordenadas a los puntos de alineación para la puesta en marcha del programa de encintado.
- Controlar las variables del proceso de encintado automatizado por ATL, para la obtención de un óptimo encintado de laminados de material compuesto.
- Realizar la carga del programa de encintado desde el panel de control de la máquina, atendiendo a la documentación técnica.
- Regular los parámetros de actuación en función del proceso de encintado, configuración de pieza y superficies de encintado.
- Intervenir adecuadamente en los casos que se produce una discontinuidad en la alimentación de material desde el cabezal, mal corte de final de tira, sustitución de rollo o parada necesaria.

- Verificar que los parámetros de control definidos se ajustan a las tolerancias especificadas en los planos de fabricación.
- Realizar los registros de trazabilidad de los productos obtenidos.
- Utilizar los equipos de protección individual durante el proceso.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de encintado automático.

C3: Describir la tecnología AFP (Automated Fiber Placement) de encintado automático para laminado de materiales compuestos, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Seleccionar los diferentes tipos de materias primas.

CE3.2 Describir los procesos de almacenaje, manipulación y transporte de materiales a la zona de fabricación, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE3.3 Identificar las máquinas de encintado automático por control numérico utilizadas para la fabricación de materiales compuestos aeroespaciales con tecnología AFP.

CE3.4 Identificar la tipología de piezas que se pueden fabricar mediante tecnología AFP.

CE3.5 Describir los parámetros regulables en la máquina de tecnología AFP de encintado automático.

CE3.6 En un caso práctico de aprovisionamiento debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de fabricación de un elemento aeroespacial:

- Identificar en la documentación técnica las distintas materias primas necesarias para la fabricación de materiales compuestos
- Interpretar órdenes e instrucciones de acopio, manipulación y traslado de materiales empleados para la fabricación de elementos.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso acopio, manipulación y almacenaje de las materias primas que intervienen en la fabricación de elementos de material compuesto.

C4: Laminar materiales compuestos aplicando técnicas de encintado automático mediante tecnología AFP (Automated Fiber Placement), utilizando la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE4.1 Describir los procesos de preparación superficial de mesas y/o útiles previos al comienzo del encintado.

CE4.2 Identificar los útiles y materiales empleados durante el proceso de encintado automático, atendiendo a los requerimientos de la documentación técnica.

CE4.3 Especificar las orientaciones de la fibra para realizar las secuencias de apilados según el tipo de elemento a obtener, siguiendo las indicaciones de la documentación técnica.

CE4.4 Realizar los registros de trazabilidad en la documentación técnica de los productos finales.

CE4.5 Colocar los patrones manuales previos al encintado automático y ejecutar la compactación previa.

CE4.6 Describir los procesos de encintado automático usados en la fabricación de elementales y conjuntos mediante tecnología AFP.

CE4.7 Describir las variables programables desde el panel de control en los procesos de encintado automático, atendiendo a la documentación técnica.

CE4.8 Describir los parámetros y medios de verificación a controlar durante la realización de encintados automáticos de laminados de materiales compuestos para estructuras aeroespaciales.

CE4.9 Utilizar el equipo de protección individual y describir los medios de prevención incorporados a las máquinas de encintado.

CE4.10 En casos prácticos de encintado con máquinas AFP de elementos aeroespaciales, convenientemente caracterizados por la documentación técnica necesaria:

- Efectuar las operaciones de posicionado de fibra en un proceso de encintado.
- Preparar las máquinas AFP, útiles y herramientas según indicaciones del proceso de trabajo.
- Asignar coordenadas a los puntos de alineación para la puesta en marcha del programa de encintado.
- Controlar las variables del proceso de encintado automatizado por AFP, para la obtención de un óptimo encintado de laminados de material compuesto.
- Realizar la carga del programa de encintado desde el panel de control de la máquina, atendiendo a la documentación técnica.
- Regular los parámetros de actuación en función del proceso de encintado, configuración de la pieza y superficie de encintado.
- Intervenir adecuadamente en los casos que se produce una discontinuidad en la alimentación de material desde el cabezal, mal corte de final de tira, sustitución de rollo o parada necesaria.
- Verificar que los parámetros de control definidos se ajustan a las tolerancias especificadas en los planos de fabricación.
- Realizar los registros de trazabilidad de los productos obtenidos.
- Utilizar los equipos de protección individual durante el proceso.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de encintado automático.

Contenidos:

1. Tecnología ATL –Automated Tape Laying– de laminado de materiales compuestos.

- Documentación técnica específica del laminado automatizado mediante tecnología ATL.
- Proceso de encintado automático: Características, limitaciones y aplicaciones.
- Tipología de piezas fabricadas.
- Máquina de encintado automático ATL:
 - Elementos de mando y control.
 - Grupo compactador.
 - Tacón.
 - Rodillo.
 - Portabobinas.
 - Sistema de corte: sonotrodo.
 - Sistema de marcado: con rotulador y sistema de puntos (PANEX).
- Variantes que influyen en el encintado: material, temperatura y humedad.
- Manipulación y transporte de materias primas para el encintado.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al laminado automatizado mediante tecnología ATL.

2. Encintado automático mediante tecnología ATL –Automated Tape Laying–.

- Utillaje y útiles auxiliares de fabricación.
- Identificación de componentes y ejes:
 - Datos del Gantry: Eje x,y,z.
 - Datos del cabezal Eje C, A, U, V1, V2, B1, B2, CP (Panex).
 - Ejes de CNC para laminado y compactado del material compuesto.
- Guiado de la banda.
- Sistema calentador de mechas
- Láser para referenciado del molde.
- Ejecución de programas de encintado:

- Operaciones previas: rototraslación, cero pieza, test de alineamiento, ejecución de programas en vacío y reajustes de la máquina.
- Cargador de bobinas.
- Puesta en marcha.
- Preparación de cuna.
- Laminado de piel base.
- Encintado de laminados planos.
- Encintado y corte en plano, 0° y 45°.
- Encintado con agujeros (handholes), rampas o ventanas.
- Encintado en plano inclinado y moldes curvos.
- Programación.
- Visualización de contornos y tiradas.
- Selección de bobinas
- Cambio de anchura de banda.
- Defectología en los procesos de encintado automático mediante tecnología ATL.
- Mantenimiento preventivo de la máquina.

3. Tecnología AFP –Automated Fiber Placement– de laminado de materiales compuestos.

- Documentación técnica específica del laminado automatizado mediante tecnología AFP.
- Proceso de encintado automático: Características, limitaciones y aplicaciones.
- Tipología de piezas fabricadas.
- Manipulación y transporte de materias primas para el encintado.
- Máquina de encintado automático AFP:
 - Elementos de mando y control.
 - Sistema calentador de mechas.
 - Grupo compactador.
 - Tacón.
 - Rodillo.
 - Portabobinas.
- Parámetros de máquina de encintado:
 - Presión de corte.
 - Temperaturas a controlar: calentamiento de cintas y almacén de bobinas.
 - Presión de compactación para laminado.
 - Tensión por defecto.
- Características mecánicas: frecuencia propia de vibración a torsión, relación inercia-rigidez, flexión y dilatación.
- Limitaciones geométricas: transiciones y tolerancias.
- Variables que influyen en el encintado: material, temperatura y humedad.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al laminado automatizado mediante tecnología AFP.

4. Encintado automático mediante tecnología AFP –Automated Fiber Placement–.

- Utillaje y útiles auxiliares de fabricación.
- Identificación de componentes y ejes:
 - Eje de intersecciones.
 - Eje de orientaciones.
- Toma de puntos de referencia:
 - Punto de cara de encintado.
 - Puntos de inicio de capa (start points).
 - Regiones y líneas de corte.
 - Puntos de alineamiento.
 - Contornos de capas.
 - Interfaces con punto y contrapunto.

- Superficie de encintado y superficie exterior del núcleo en caso de estructuras tipo sándwich.
- Longitud mínima de echado.
- Acabado y protección superficial.
- Ejecución de programas de encintado.
- Operaciones previas: rototraslación, cero pieza, test de alineamiento y ejecución de programa en vacío.
- Programación en el panel de control.
- Guiado de las fibras, límites de contornos de capa y criterio de convergencia.
- Defectología en los procesos de encintado automático mediante tecnología AFP.
- Mantenimiento preventivo de la máquina.

UNIDAD FORMATIVA 3

Denominación: CORTE Y CONFORMADO EN CALIENTE DE MATERIALES COMPUESTOS FABRICADOS POR MOLDEO AUTOMÁTICO

Código: UF2037

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP3, en lo referente a la preparación de laminados para el corte automático y con la RP4 en lo referido al corte de laminados automatizado por control numérico.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Preparar máquinas automáticas y posicionar laminados para el corte de elementales de estructuras aeroespaciales, partiendo de las especificaciones técnicas del plano de fabricación y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE1.1 Describir los procesos de preparación previos al corte de laminados de elementales y conjuntos (monocapa y empilados).

CE1.2 Disponer los laminados en la máquina de corte con la orientación de fibra que se corresponda atendiendo a lo descrito en los planos de fabricación.

CE1.3 Asegurar la estanqueidad del laminado sobre la mesa de corte para evitar el movimiento y obtener preformas dentro de las tolerancias de fabricación.

CE1.4 Describir los medios empleados y procedimientos de manipulación de laminados en su transferencia desde el puesto de encintado.

CE1.5 Realizar las operaciones de reposición de material fungible (elemento de corte, de identificación, etiquetas) siguiendo el procedimiento establecido.

CE1.6 En casos prácticos de preparación de máquinas automáticas y posicionamiento de laminados para el proceso de corte convenientemente caracterizados por el plano de fabricación de componentes aeroespaciales:

- Preparar la máquina, herramientas y medios necesarios en el proceso de corte.
- Situar los laminados en la bancada de máquina en posición correcta siguiendo las indicaciones del plano de fabricación.
- Fijar el laminado a la bancada mediante proceso de aplicación de vacío.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada de recortes de material.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Cortar rollos de material compuesto, empilados y planchas de materiales preimpregnados, en diversos formatos, mediante máquinas de corte automatizado, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Identificar y seleccionar los útiles y materiales a emplear durante el proceso atendiendo a los requerimientos de la orden de producción.

CE2.2 Describir los procesos de corte automático usados en la fabricación de elementales y conjuntos (monocapa y empilados).

CE2.3 Identificar las máquinas de control numérico de corte de laminados para estructuras aeroespaciales.

CE2.4 Ajustar las variables programables para el corte según el tipo de material, geometría de laminado a obtener, espesor de laminado y los requisitos de calidad de las piezas cortadas.

CE2.5 Describir los parámetros de verificación a controlar durante la realización de corte de laminados compuestos para estructuras aeroespaciales.

CE2.6 Identificar los patrones cortados para elaborar un kit de aprovisionamiento, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la documentación técnica.

CE2.7 Efectuar las operaciones que integran un proceso genérico de corte de kit de telas.

CE2.8 Asignar coordenadas a los puntos de alineación y posicionado, para la transferencia de elementos de material compuesto desde la máquina de corte a la mesa de embolsado y viceversa.

CE2.9 Corregir las desviaciones producidas durante la ejecución de un programa de corte, por si mismo si son resolubles, o bien, comunicar al departamento soporte la incidencia ocurrida para solventarla.

CE2.10 En casos prácticos de corte automático de elementos aeroespaciales, convenientemente caracterizados por la documentación técnica:

- Tomar referencias de situación entre laminado y origen de coordenadas de la máquina.
- Cargar el programa de corte desde el panel de control de máquina según instrucciones de fabricación.
- Regular los parámetros de actuación en función del proceso de corte, tipo de material, espesor de laminado y requisitos de calidad.
- Intervenir adecuadamente en los casos que se produce una desviación en la operación de corte o fallo no esperado.
- Verificar que los parámetros de control definidos se ajustan a las tolerancias especificadas en los planos de fabricación.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación técnica de los productos obtenidos.
- Utilizar el equipo de protección individual en el proceso de corte.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de corte automático.

C3: Conformar laminados de material compuesto mediante máquinas de conformado en caliente (Hot Forming) para obtener la preforma deseada, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE3.1 Seleccionar los útiles y materiales a emplear durante el proceso atendiendo a los requerimientos de la documentación técnica.

CE3.2 Efectuar las operaciones del proceso de conformado en caliente.

CE3.3 Controlar las variables del proceso de conformado en caliente.

CE3.4 Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de conformado en caliente.

C4: Definir otras tecnologías automatizadas de fabricación de materiales compuestos, atendiendo al cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE4.1 Describir la fabricación automatizada de materiales compuestos mediante tecnologías de pultrusión, bobinado de filamentos (Filament winding) y haz de electrones (Electron beam).

CE4.2 Identificar los útiles y materiales a emplear en los procesos anteriormente descritos, atendiendo a los requerimientos de la documentación técnica.

CE4.3 Identificar las operaciones que intervienen en los procesos de pultrusión, bobinado de filamentos y haz de electrones.

CE4.4 Controlar las variables críticas de cada uno de los procesos.

CE4.5 Describir las aplicaciones industriales de estos procesos.

CE4.6 Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en los procesos de pultrusión, bobinado de filamentos y haz de electrones.

C5: Elaborar bolsas de vacío para elementos de material compuesto fabricados por moldeo automático, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE5.1 Identificar las partes de una bolsa de curado y sus elementos de control.

CE5.2 Describir la funcionalidad de una bolsa de vacío.

CE5.3 Seleccionar los instrumentos de verificación utilizados en la comprobación de la bolsa de vacío.

CE5.4 Describir el proceso de realización de la bolsa de vacío según documentación aplicable.

CE5.5 Describir la defectología derivada de una errónea ejecución de la bolsa de vacío.

CE5.6 En un caso práctico de elaboración de una bolsa de vacío para el curado de una elemental o componentes aeroespaciales:

- Aprovisionar los materiales requeridos en la documentación técnica.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Realizar el montaje de la bolsa de vacío atendiendo a planos o documentación gráfica.
- Comprobar los elementos de control de vacío y temperatura.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de realización de la bolsa de vacío.

Contenidos:

1. Corte automático de telas, preformas y kits de material compuesto fabricado por moldeo automático.

- Documentación técnica específica del corte automático de materiales compuestos.
- Máquinas de corte automático de laminados:
 - Instalación y características técnicas.
 - Parámetros de corte.
 - Tipos de cuchillas y sus aplicaciones.
 - Ventana, precisión del corte y mesa de recogida de material.
 - Sistema de alimentación automática.
 - Sistema de Etiquetado.
 - Sistema de vacío.
- Útiles de corte: mesas soporte, reglas y plantillas.
- Transferencia de los laminados a la máquina de corte.
- Carga del programa de control numérico.
- Agrupación e identificación de kits:
 - Sistema de diseño del marcado.

- Control y corte del etiquetado de marcadas.
- Repasado.
- Embolsado y almacenamiento de kits en nevera.
- Tareas de mantenimiento preventivo de máquinas de Corte.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al corte automático de materiales compuestos.

2. Proceso de conformado en caliente (Hot Forming) de material compuesto fabricado por moldeo automático.

- Documentación técnica específica del proceso de conformado en caliente.
- Máquinas de conformado en caliente: características e instalación.
- Montaje y coordinación de laminados sobre útiles de moldeo por presión.
- Movimientos y posicionado de bandejas de moldeo por presión sobre máquina de conformado en caliente.
- Tipología de piezas.
- Ciclo manual y automático.
- Carga de ciclos de conformado. Recetas. Influencia de temperatura y vacío.
- Montaje de elementos y componentes en rack de volteo.
- Laminado de patrones en utillaje modular. Rellenos de fibra de carbono (Rowing).
- Tareas de mantenimiento preventivo de máquinas de conformado en caliente.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables en el proceso de conformado en caliente.

3. Otras tecnologías de fabricación automatizada de materiales compuestos.

- Pultrusión:
 - Características, limitaciones y aplicaciones.
 - Tipología de piezas.
- Bobinado de filamentos (Filament winding):
 - Características, limitaciones y aplicaciones.
 - Tipología de piezas.
- Haz de electrones (Electron beam):
 - Características, limitaciones y aplicaciones.
 - Tipología de piezas.

4. Elaboración de bolsas de vacío para material compuesto fabricado por moldeo automático.

- Documentación técnica específica del proceso de elaboración de bolsas de vacío.
- Manipulación y cuidados del material: aireadores, masilla, separadores y film de bolsa de vacío.
- Materiales auxiliares para la construcción de la bolsa de vacío.
- Bolsa de compactación y de bolsa de vacío.
- Utilización de pisos (caulplates)
- Portarrollos y carros de almacenamiento de materiales destinados a la bolsa de vacío.
- Elementos de verificación (vacuómetros).
- Útiles para la realización de bolsas de vacío.
- Técnicas de construcción de bolsas de vacío.
- Elementos de control de temperatura y vacío.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a la elaboración de bolsas de vacío.

Orientaciones metodológicas:

Para acceder a la unidad formativa 2 debe haberse superado la unidad formativa 1.

Para acceder a la unidad formativa 3 debe haberse superado la unidad formativa 2.

Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

MÓDULO FORMATIVO 3

Denominación: CURADO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Código: MF1847_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1847_2: Curar elementos aeroespaciales de material compuesto.

Duración: 140 horas

UNIDAD FORMATIVA 1 (TRANSVERSAL)

Denominación: MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO

Código: UF2033

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con las RP1, RP2, RP3 y RP4 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, materiales empleados en el proceso de curado de materiales compuestos y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto contenida en la documentación técnica.

CE1.1 Interpretar las normas de fabricación atendiendo a la documentación técnica.

CE1.2 Interpretar simbología, elementos normalizados y vistas representadas en los planos de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 Identificar los diferentes tipos de materiales empleados en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.4 Realizar, después de cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos, los registros de trazabilidad de materiales y maquinaria.

CE1.5 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental:

- Identificar en la documentación técnica las materias primas necesarias para cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Interpretar órdenes e instrucciones de trabajo del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Interpretar la información contenida en los planos de fabricación.
- Identificar en la documentación técnica las condiciones de seguridad, prevención de riesgos laborales y medioambientales en la fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos.

C2: Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.1. Identificar las normas de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.3 Realizar registros de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el proceso de fabricación.

CE2.5 Identificar los registros de trazabilidad de los materiales compuestos empleados en la fabricación.

C3: Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.1 Identificar las normas de prevención de riesgos laborales.

CE3.2 Identificar las señales de peligro de los distintos materiales empleados en la fabricación y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE3.3 Describir el procedimiento a seguir para gestionar los residuos generados en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.4 Describir el método de organización y acondicionamiento del espacio de trabajo en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.5 Identificar los riesgos en el uso de Instalaciones, equipos y herramientas.

CE3.6 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica:

- Definir las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar los equipos de protección individual adecuados para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar la segregación de residuos de acuerdo a la normativa medioambiental vigente.

Contenidos:

1. Documentación técnica en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:
 - Rutas y estructuras.
 - Ordenes de fabricación.
 - Instrucciones de trabajo.
 - Libros de laminado.
 - Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.

2. Materiales empleados en la construcción de aeronaves

- Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
- Materiales compuestos:
 - Definición de material compuesto.
 - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
 - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
 - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
 - Tipos de refuerzos:
 - Naturales.
 - Sintéticos.
 - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
 - Cerámicos.
 - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
 - Resinas orgánicas:
 - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
 - Propiedades básicas de las resinas.
- Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
 - Fibra de vidrio.
 - Fibra de carbono.
 - Malla de bronce.
 - Kevlar.
- Materiales de refuerzo:
 - Núcleos: tipos y características.
 - Espumas: tipos y características.

3. Interpretación de planos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Interpretación de Planos:
 - Líneas.
 - Formatos y escalas.
 - Vistas.
 - Secciones.
 - Cortes.
 - Perspectivas.
 - Esquemas de situación de capas.
- Ajustes y tolerancias:
 - Ejes y agujeros.
 - De forma y posición.

4. Control de calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
 - No conformidades.
 - Instrucciones de verificación.
 - Memorias de control.
 - Instrucciones de trabajo.
- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.

- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales compuestos.
- Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
- Normas de uso y manejo de materiales compuestos
- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreign Objects Damage–).

5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normativa vigente de:
 - Prevención de riesgos laborales.
 - Protección ambiental.
 - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
 - Uso de máquinas de elevación.

UNIDAD FORMATIVA 2

Denominación: CURADO Y DESMOLDEO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Código: UF2038

Duración: 80 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, con la RP2 en lo referente a polimerizar la resina mediante ciclo de curado en elementos aeroespaciales de material compuesto, con la RP3 en lo referente a descargar elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave para desmoldeo, utilizando equipos de descarga y con la RP4 en lo referido a desmoldear elementos aeroespaciales de material compuesto para su acabado posterior.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Preparar el autoclave para el curado de elementos de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo las normas calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE1.1 Describir los medios y dispositivos empleados en la manipulación y transporte de útiles de curado para realizar la carga del autoclave.

CE1.2 Describir los procedimientos de apertura, colocación de útiles de curado sobre carro de entrada, carga y cierre del autoclave

CE1.3 Identificar los elementos de conexionado para el curado en el autoclave: eléctrico (termopares), de vacío (válvulas) y auxiliares de los útiles.

CE1.4 Realizar las operaciones necesarias para los movimientos de la cadena de utillaje y piezas de material compuesto.

CE1.5 Realizar la carga de útiles, selección de recetas/programas y conexionado de vacío y temperatura.

CE1.6 Comprobar la estanqueidad de la bolsa de vacío antes iniciar el ciclo de curado.

CE1.7 Realizar la carga de los moldes en la bandeja del autoclave.

CE1.8 Establecer las variables programables, desde el panel de control del autoclave, para el proceso de curado, atendiendo a las características del material compuesto y a la documentación técnica correspondiente.

CE1.9 Describir el procedimiento de verificación previo al cierre de puerta del autoclave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.10 Comprobar conexionado, estado de los termopares y tomas de vacío, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con la normativa de prevención de riesgos laborales.

CE1.11 En varios casos prácticos donde se realice la carga del autoclave en un proceso de curado, y atendiendo a la documentación técnica correspondiente:

- Transportar los útiles hasta la zona de curado utilizando los medios necesarios.
- Realizar la apertura del autoclave y extracción del carro de carga.
- Cargar los útiles evitando colisiones y/o interferencias del carro con el autoclave
- Comprobar los parámetros del ciclo de curado introducidos en el panel de control del autoclave.
- Completar el conexionado eléctrico y de vacío de útiles y autoclave.
- Verificar el conexionado eléctrico y de vacío mediante las señales del panel de control.
- Realizar el cierre del autoclave.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de carga.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos labores y protección del medio ambiente en el proceso de carga del autoclave.

C2: Curar elementos aeroespaciales de material compuesto en el autoclave, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medio ambiental.

CE2.1 Identificar los autoclaves existentes para realizar el curado de elementos aeroespaciales de material compuesto

CE2.2 Describir los procedimientos de apertura, cierre y carga del autoclave.

CE2.3 Seleccionar útiles y materiales auxiliares a emplear durante el proceso de curado, atendiendo a los requerimientos de la documentación técnica.

CE2.4 Interpretar la información de las instrucciones de trabajo del ciclo de curado de materiales compuestos.

CE2.5 Interpretar sistemas de registro de parámetros de control del ciclo del autoclave, recogidos en la documentación técnica correspondiente.

CE2.6 Describir las fases del ciclo de curado en el autoclave y el rango de los parámetros representativos de cada una de ellas.

CE2.7 Efectuar las operaciones del proceso de curado de materiales compuestos en el autoclave.

CE2.8 Controlar los parámetros del proceso de curado en el autoclave.

CE2.9 Corregir desviaciones en los parámetros del proceso de curado en el autoclave.

CE2.10 Realizar un informe de actuación e incidencias producidas durante el ciclo de curado, atendiendo a la documentación técnica de fabricación.

CE2.11 Describir las causas de parada o detención del ciclo del autoclave y los correspondientes procedimientos de actuación.

CE2.12 Realizar los registros de trazabilidad del proceso de curado en la documentación técnica correspondiente.

CE2.13 Realizar tareas básicas de mantenimiento preventivo del autoclave.

CE2.14 Describir el protocolo de actuación a seguir en caso de accidente o emergencia durante el proceso de curado en el autoclave.

CE2.15 En varios casos prácticos, donde se tengan que realizar curados de elementos aeroespaciales de material compuesto en el autoclave y atendiendo a la documentación técnica de fabricación:

- Preparar los medios y herramientas requeridas.
- Seleccionar del panel de control el ciclo específico según documentación técnica.
- Ajustar los parámetros de control.
- Controlar la evolución del proceso de curado.
- Elaborar un informe de desviaciones detectadas durante el ciclo del autoclave.
- Evaluar los parámetros de control tras parada del ciclo de curado y, en función de los registros observados, la posible reanudación del mismo.
- Realizar los registros de trazabilidad del proceso de curado en la documentación correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de curado de materiales compuestos en el autoclave.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de curado de materiales compuesto en el autoclave.

C3: Descargar útiles y elementos aeroespaciales de material compuesto curado del autoclave, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE3.1 Describir los procedimientos de apertura y descarga del autoclave

CE3.2 Describir los dispositivos empleados en la manipulación y transporte de útiles de curado en la fase de descarga del autoclave.

CE3.3 Efectuar apertura de la puerta del horno autoclave, atendiendo a las instrucciones de trabajo.

CE3.4 Realizar el proceso de desconexión de termopares y tomas de vacío de los útiles de curado, de los cuadros de conexión del autoclave.

CE3.5 Realizar la desconexión de elementos de material compuesto, conforme a la documentación técnica.

CE3.6 Realizar la descarga de los elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave.

CE3.7 Descargar el molde y los útiles del horno autoclave.

CE3.8 Realizar los registros de trazabilidad del proceso de descarga en la documentación técnica correspondiente.

CE3.9 Registrar los parámetros del ciclo de curado de las piezas fabricadas y probetas de control de proceso que las acompañen en la correspondiente documentación técnica.

CE3.10 Complimentar la ficha de identificación del ciclo de curado, adjuntando gráfica del mismo.

CE3.11 En un caso práctico, donde se tengan que descargar útiles y elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave debidamente caracterizado por la documentación técnica de fabricación:

- Preparar los medios y herramientas requeridas
- Realizar la apertura de puerta del autoclave siguiendo las instrucciones del proceso
- Descargar los útiles de curado del autoclave utilizando los medios adecuados.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de descarga del autoclave.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de descarga del autoclave.

C4: Desmoldear elementos aeroespaciales de material compuesto, siguiendo la secuencia descrita en la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CE4.1 Describir las fases y secuencia de desmoldeo de un conjunto aeroespacial de material compuesto.

CE4.2 Describir el utillaje auxiliar necesario para realizar operaciones de taladrado atendiendo a la documentación técnica.

CE4.3 Identificar las operaciones del proceso de desmoldeo, atendiendo a la documentación técnica.

CE4.4 Realizar los registros de trazabilidad del proceso de desmoldeo en la documentación técnica correspondiente.

CE4.5 Identificar los criterios de inspección y verificación aplicables a los elementos curados y desmoldeados.

CE4.6 Corregir las anomalías detectadas en el proceso de desmoldeo de elementos de material compuesto.

CE4.7 En varios casos prácticos de desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto curado, y atendiendo a la documentación técnica correspondiente:

- Preparar los medios y herramientas requeridas.
- Eliminar los materiales auxiliares utilizados, procediendo a su segregación conforme a las normas de protección medioambiental.
- Retirar la cadena de utillaje auxiliar utilizada mediante medios manuales o automáticos.
- Realizar el desmoldeo de la pieza siguiendo el procedimiento descrito en la documentación.
- Verificar mediante inspección visual los elementos de material compuesto curados y desmoldeados.
- Realizar un informe relativo a los defectos detectados en la inspección, indicando la relación causa-efecto.
- Realizar los registros de trazabilidad en la documentación técnica correspondiente.
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de desmoldeo de elementos de material compuesto curado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de desmoldeo de elementos de material compuesto curado.

C5: Describir otras tecnologías de curado de materiales compuestos, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE5.1 Describir el proceso de curado de elementos de material compuesto con sicoteva, estufa, adición de catalizadores, haz de electrones, prensa de platos calientes, microondas, plasma, ultrasonidos e infrarrojos.

CE5.2 Describir los útiles y materiales a emplear en los procesos de curado, atendiendo a la documentación técnica.

CE5.3 Describir las operaciones de cada proceso de curado.

CE5.4 Identificar las variables críticas de cada proceso.

CE5.5 Describir las aplicaciones industriales de cada proceso.

CE5.6 Describir las normas de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental en los procesos descritos.

Contenidos:

1. Proceso de curado de los materiales compuestos: AUTOCLAVE.

- Documentación técnica específica del proceso de curado de materiales compuestos en autoclave.
- Autoclaves: características, tipos y aplicaciones.
- Preparación del ciclo:
 - Carga de moldes y elementos en autoclave.
 - Garantía de trazabilidad del proceso
 - Carga de probetas de control de proceso.

- Conexión de termopares y de tomas de vacío.
- Parámetros de curado.
- Propiedades del material compuesto según:
 - La naturaleza del material curado.
 - La aplicación de presión/vacío durante el curado.
 - La temperatura/tiempo de curado.
- Reacción de polimerización.
- Calentamiento de un fluido (gas o líquido)
- Calentamiento del molde
- Temperatura de transición vítrea.
- Grado de curado.
- Viscosidad mínima y gelificación.
- Tiempo de calentamiento, estabilización y enfriamiento
- Temperatura de calentamiento, estabilización y desmoldeo.
- Gradientes de temperatura.
- Ciclos de postcurado.
- Presión aplicable a estructuras monolíticas y sándwich.
- Tipos de ciclo de curado
- Rotura de bolsa y aborto de ciclo.
- Probetas de control de proceso.
- Curado de materiales compuestos y adhesivos sin presión, en autoclave y a temperatura ambiente
 - Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables al proceso de curado de materiales compuestos en autoclave.

2. Descarga y desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto curados en AUTOCLAVE.

- Documentación técnica específica de los procesos de carga, descarga y desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto curados en autoclave.
- Descarga de moldes y elementos en autoclave.
- Garantía de trazabilidad del proceso.
- Descarga de probetas de control de proceso.
- Desconexión de termopares y de tomas de vacío.
- Limpieza de zona de trabajo en taller.
- Utillaje auxiliar.
- Desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Herramientas de desmoldeo.
- Puentes grúa, plataformas elevadoras y gradas.
- Segregación de residuos de materiales compuestos.
- Inspección visual de piezas de material compuesto.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de carga, descarga y desmoldeo de elementos de material compuesto curado en autoclave.

3. Otras tecnologías de curado

- Procesos alternativos de curado.
- Los catalizadores en los procesos de infusión.
- Curado de materiales termoplásticos.
- Estufa.
- Máquina SICOTEVA (Sistema combinado de temperatura y vacío).
- Tecnologías de fuera de autoclave (OoA: Out of Autoclave):
 - Prensa de platos calientes.
 - Curado rápido (Quickstep).
 - Curado por haz de electrones (Electron beam).
 - Calentamiento con haz de microondas.

- Polimerización mediante plasma.
- Compactación con ultrasonidos.
- Curado por lámpara de infrarrojos.
- Normas de prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de curado.

Orientaciones metodológicas:

Para acceder a la unidad formativa 2 debe haberse superado la unidad formativa 1.

Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

MÓDULO FORMATIVO 4

Denominación: MECANIZADO DE ELEMENTOS AEROSPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Código: MF1848_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1848_2 Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto

Duración: 140 horas

UNIDAD FORMATIVA 1 (TRANSVERSAL)

Denominación: MATERIALES COMPUESTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO AERONÁUTICO

Código: UF2033

Duración: 60 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con las RP1, RP2, RP3, RP4 y RP5 en lo referente a la interpretación de documentación técnica, materiales empleados en el proceso de curado de materiales compuestos y normas de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto contenida en la documentación técnica.

CE1.1 Interpretar las normas de fabricación atendiendo a la documentación técnica.

CE1.2 Interpretar simbología, elementos normalizados y vistas representadas en los planos de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 Identificar los diferentes tipos de materiales empleados en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.4 Realizar, después de cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos, los registros de trazabilidad de materiales y maquinaria.

CE1.5 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental:

- Identificar en la documentación técnica las materias primas necesarias para cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Interpretar órdenes e instrucciones de trabajo del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Interpretar la información contenida en los planos de fabricación.
- Identificar en la documentación técnica las condiciones de seguridad, prevención de riesgos laborales y medioambientales en la fabricación de elementos aeroespaciales de materiales compuestos.

C2: Aplicar las normas de calidad correspondientes al proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.1. Identificar las normas de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.2 Identificar los procedimientos para evaluar la calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.3 Realizar registros de calidad en el proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.4 Determinar el estado de inspección de los materiales utilizados en el proceso de fabricación.

CE2.5 Identificar los registros de trazabilidad de los materiales compuestos empleados en la fabricación.

C3: Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en cada fase del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.1 Identificar las normas de prevención de riesgos laborales.

CE3.2 Identificar las señales de peligro de los distintos materiales empleados en la fabricación y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE3.3 Describir el procedimiento a seguir para gestionar los residuos generados en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.4 Describir el método de organización y acondicionamiento del espacio de trabajo en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE3.5 Identificar los riesgos en el uso de Instalaciones, equipos y herramientas.

CE3.6 En un caso práctico de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica:

- Definir las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar los equipos de protección individual adecuados para cada etapa del proceso de fabricación.
- Determinar la segregación de residuos de acuerdo a la normativa medioambiental vigente.

Contenidos:

1. Documentación técnica en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Elementos estructurales principales de un avión.
- Aerodinámica.
- Planificación y Logística.
- Documentación Aeronáutica:

- Rutas y estructuras.
- Ordenes de fabricación.
- Instrucciones de trabajo.
- Libros de laminado.
- Lista de partes.
- Sistemas de Control de Planta.
- Sistemas de Gestión Documental.
- Sistema de Organización “Lean Manufacturing”: implantación y herramientas.

2. Materiales empleados en la construcción de aeronaves

- Materiales metálicos: aleaciones ligeras y aceros. Corrosión.
- Materiales compuestos:
 - Definición de material compuesto.
 - Propiedades de las fibras: urdimbre y trama.
 - Función y características básicas de la matriz y el refuerzo.
 - Ventajas y desventajas de una estructura de material compuesto.
 - Tipos de refuerzos:
 - Naturales.
 - Sintéticos.
 - De alta resistencia: carbono, vidrio y aramida.
 - Cerámicos.
 - Matrices poliméricas, metálicas y cerámicas.
 - Resinas orgánicas:
 - Tipos: matrices termoestables y termoplásticas.
 - Propiedades básicas de las resinas.
- Características de los materiales compuestos usados en la industria aeronáutica:
 - Fibra de vidrio.
 - Fibra de carbono.
 - Malla de bronce.
 - Kevlar.
- Materiales de refuerzo:
 - Núcleos: tipos y características.
 - Espumas: tipos y características.

3. Interpretación de planos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Interpretación de Planos:
 - Líneas.
 - Formatos y escalas.
 - Vistas.
 - Secciones.
 - Cortes.
 - Perspectivas.
 - Esquemas de situación de capas.
- Ajustes y tolerancias:
 - Ejes y agujeros.
 - De forma y posición.

4. Control de calidad en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Sistemas de calidad de fabricación.
- Norma EN 9100.
- Control de procesos especiales.
- Procedimiento para el tratamiento de:
 - No conformidades.

- Instrucciones de verificación.
- Memorias de control.
- Instrucciones de trabajo.
- Acciones correctoras.
- Identificación de estados de inspección.
- Control de piezas identificables.
- Intercambiabilidad y reemplazabilidad.
- Calidad de la fabricación.
- Defectos en la fabricación.
- Control de materiales.
- Almacenamiento de materiales compuestos.
- Almacenamiento de productos empleados en el proceso de fabricación de materiales compuestos.
- Normas de uso y manejo de materiales compuestos
- Inspección y ensayos no destructivos (END).
- Mantenimiento y conservación de los centros de trabajo (Housekeeping).
- Mantenimiento y conservación de la zona de trabajo en el interior del avión (F.O.D. –Foreing Objects Damage–).

5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.
- Normativa vigente de:
 - Prevención de riesgos laborales.
 - Protección ambiental.
 - Uso de máquinas de transporte de materiales en almacén.
 - Uso de máquinas de elevación.

UNIDAD FORMATIVA 2

Denominación: OPERACIONES DE MECANIZADO DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Código: UF2039

Duración: 80 horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 en lo referido a rebarbar piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, con la RP2 en lo referido a mecanizar manualmente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, con la RP3 en lo referido a mecanizar automáticamente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, con la RP4 en lo referido a mecanizar núcleos para fabricar sándwich de elementos o componentes aeroespaciales de material compuesto y con la RP5 en lo referido a eliminar capas de una pieza o componentes de material compuesto para su posterior corrección.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Determinar los procesos para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto describiendo la secuencia de operaciones y especificando los parámetros de las mismas, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Seleccionar la máquina herramienta en función de la operación, forma de la pieza y precisión del mecanizado.

CE1.2 Describir los procesos de mecanizado de elementos de material compuesto (corte, recantado, fresado, lijado, taladrado, mandrinado, lamado, avellanado y escariado).

CE1.3 Seleccionar los útiles en función de la operación de mecanizado a realizar.

CE1.4 Seleccionar las herramientas en función de la operación de mecanizado a realizar.

CE1.5 Seleccionar los útiles de medición y verificación en función de la operación de mecanizado a realizar.

CE1.6 Seleccionar los parámetros de mecanizado en función de la operación a realizar y de las características del elemento aeroespacial de material compuesto a obtener.

CE1.7 Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de preparación del mecanizado de elementos de material compuesto.

C2: Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto con máquinas y herramientas de mecanizado manual y control numérico (CNC), atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Montar el útil de mecanizado y el elemento aeroespacial de material compuesto a mecanizar.

CE2.2 Tomar referencias de "0 pieza" y "0 máquina" e introducirlas en el CNC.

CE2.3 Realizar la operación de mecanizado con máquinas herramientas, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE2.4 Identificar los defectos producidos durante el proceso de mecanizado.

CE2.5 En varios casos prácticos donde se tengan que realizar operaciones de mecanizado manual y automático de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica correspondiente:

- Identificar la operación de mecanizado a realizar.
- Seleccionar el útil de mecanizado adecuado.
- Montar la pieza en el útil de mecanizado.
- Seleccionar las máquinas y herramientas adecuadas a la operación que se va a realizar.
- Tomar referencia de posicionamiento de pieza y utillaje.
- Realizar el mecanizado de la pieza.
- Desmontar el útil y la pieza mecanizada.
- Comprobar las superficies mecanizadas.
- Analizar las causas de los defectos detectados.
- Aplicar las acciones correctoras adecuadas.
- Utilizar los equipos de protección personal en el proceso de mecanizado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de mecanizado.

C3: Reparar elementos aeroespaciales de material compuesto mediante mecanizado con máquinas manuales, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Preparar la zona a reparar.

CE3.2 Determinar la zona donde se va a mecanizar.

- CE3.3 Realizar el mecanizado operando con máquinas herramientas portátiles.
- CE3.4 Identificar los defectos producidos durante el proceso de mecanizado.
- CE3.5 En varios casos prácticos donde se tengan que realizar operaciones de mecanizado manual para la reparación de elementos aeroespaciales de material compuesto, y atendiendo a la documentación técnica:
- Identificar la operación de mecanizado a realizar.
 - Seleccionar el útil de mecanizado adecuado.
 - Montar la pieza en el útil de mecanizado.
 - Seleccionar las máquinas y herramientas adecuadas a la operación de mecanizado a realizar.
 - Tomar referencia de posicionamiento de la pieza y utillaje.
 - Realizar el mecanizado de la pieza.
 - Desmontar el útil y la pieza mecanizada.
 - Comprobar las superficies mecanizadas.
 - Analizar las causas de los defectos detectados y aplicar las acciones correctoras adecuadas.
 - Utilizar los equipos de protección personal en el proceso de mecanizado.
 - Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de mecanizado.

C4: Mecanizar núcleos de material compuesto con máquinas y herramientas de mecanizado manual y control numérico (CNC), atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

- CE4.1 Montar el útil de mecanizado y el núcleo que se quiere mecanizar.
- CE4.2 Estabilizar el núcleo para su fijación en el útil y su posterior mecanizado.
- CE4.3 Tomar referencias de "0 pieza" y "0 máquina" e introducirlas en el CNC.
- CE4.4 Realizar la operación de mecanizado con máquinas herramientas, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.
- CE4.5 Identificar los defectos producidos durante el proceso de mecanizado.
- CE4.6 En varios casos prácticos donde se tengan que realizar operaciones de mecanizado manual y automático de elementos de núcleos, atendiendo a la documentación técnica correspondiente:
- Identificar la operación de mecanizado a realizar.
 - Seleccionar el útil de mecanizado adecuado.
 - Estabilizar el núcleo a mecanizar
 - Montar el núcleo en el útil de mecanizado.
 - Seleccionar las máquinas y herramientas adecuadas a la operación que se va a realizar.
 - Tomar referencia de posicionamiento del núcleo o utillaje.
 - Realizar el mecanizado del núcleo.
 - Desmontar el útil y el núcleo mecanizado.
 - Comprobar las superficies mecanizadas.
 - Analizar las causas de los defectos detectados.
 - Aplicar las acciones correctoras adecuadas.
 - Utilizar los equipos de protección personal en el proceso de mecanizado de núcleos.
 - Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de mecanizado de núcleos.

Contenidos:

1. Máquinas y herramientas empleadas para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Documentación técnica específica sobre máquinas y herramientas para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Máquinas manuales neumáticas.
- Máquinas manuales eléctricas.
- Máquinas de control numérico.
- Herramientas de corte:
 - Tipos, materiales y características.
 - Brocas y lamas.
 - Avellanadores y escariadores.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a las máquinas herramientas empleadas en el proceso de mecanizado de elementos.

2. Utillaje de mecanizado de elementos aeroespaciales y núcleos de material compuesto.

- Documentación técnica específica sobre útiles de mecanizado de elementos aeroespaciales y núcleos de material compuesto.
- Útiles de recantado.
- Útiles de taladrado.
- Útiles de mecanizado de núcleos.
- Útiles soporte para máquinas de control numérico.
- Codificación de los útiles.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los útiles para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

3. Procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto

- Documentación técnica específica de los procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Procesos de mecanizado:
 - Corte.
 - Recantado.
 - Fresado.
 - Lijado.
 - Taladrado.
 - Lamado.
 - Avellanado.
 - Escariado.
 - Mandrinado.
- Lubricantes utilizados.
- Parámetros de los procesos de mecanizado:
 - Velocidad de corte.
 - Velocidad de avance.
 - Revoluciones por minuto (rpm)
 - Diámetros de las herramientas.
 - Materiales a mecanizar.
 - Relaciones entre parámetros de mecanizado.
- Acabado: protección superficial.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

4. Procesos de estabilizado y mecanizado de núcleos de material compuesto.

- Documentación técnica específica de los procesos de estabilizado y mecanizado de núcleos de material compuesto.
- Manipulación y transporte.
- Corte a cuchillo y a sierra.
- Estabilizado:

- Grapado.
- Relleno.
- Mediante adhesivo con película film.
- Mediante productos solubles.
- Fresado.
- Lijado.
- Limpieza y acabado.
- Normas de calidad y prevención de riesgos laborales aplicables a los procesos de estabilizado y mecanizado de núcleos de material compuesto.

Orientaciones metodológicas:

Para acceder a la unidad formativa 2 debe haberse superado la unidad formativa 1

Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

MÓDULO FORMATIVO 5

Denominación: VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS AEROESPACIALES DE MATERIAL COMPUESTO

Código: UC1849_2

Nivel de cualificación profesional: 2

Asociado a la Unidad de Competencia:

UC1849_2 Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto.

Duración: 90 Horas

Referente de competencia: Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2, RP3 y RP4.

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Obtener la información necesaria para inspeccionar elementos aeroespaciales de material compuesto incluida en la documentación técnica, cumpliendo con las normas de calidad aplicables.

CE1.1 Describir los defectos, anomalías e irregularidades a detectar en los distintos tipos de elementos aeroespaciales de material compuesto a inspeccionar.

CE1.2 Identificar los defectos, anomalías e irregularidades producidos en las distintas fases de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 Identificar los defectos, anomalías e irregularidades producidos en la reparación y corrección de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.4 Identificar la simbología y terminología aplicada a la verificación e inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.5 Identificar las herramientas, utillajes y medios de inspección y verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.6 Seleccionar las técnicas a utilizar para la inspección y verificación de los diferentes tipos de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.7 Seleccionar los instrumentos y equipos atendiendo a la técnica empleada y el elemento aeroespacial de material compuesto a inspeccionar.

CE1.8 Describir los parámetros de inspección según las características del elemento aeroespacial de material compuesto a verificar, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE1.9 Planificar las operaciones de mantenimiento de los equipos de inspección y verificación.

CE1.10 Identificar las normas de calidad en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.11 Identificar los procedimientos a seguir para evaluar la calidad de los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados.

CE1.12 Realizar registros de calidad en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

C2: Inspeccionar visualmente componentes aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Determinar el acondicionamiento de la zona de trabajo para la inspección visual.

CE2.2 Identificar defectos y anomalías, atendiendo a las características recogidas en la documentación técnica del elemento inspeccionado.

CE2.3 Ubicar la posición del defecto en el elemento aeroespacial de material compuesto.

CE2.4 Dimensionar el defecto de forma precisa, de manera que permita su interpretación.

CE2.5 En un caso práctico de observación de un elemento aeroespacial de material compuesto:

- Interpretar los defectos, anomalías e irregularidades detectadas comparándolos con los criterios recogidos en la documentación técnica correspondiente.
- Marcar los defectos, anomalías e irregularidades sobre el elemento inspeccionado.
- Registrar los datos obtenidos de la inspección visual en la documentación correspondiente.
- Corregir o eliminar los elementos no conformes.
- Realizar un informe que contenga identificación y características de la pieza, técnica de inspección empleada, resultados obtenidos y valoración, así como observaciones significativas que se hayan producido durante la inspección
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de inspección visual de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de inspección visual de elementos aeroespaciales de material compuesto.

C3: Realizar el control dimensional, aplicando las técnicas metrológicas adecuadas, de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE3.1 Preparar la zona de medición para la inspección dimensional según la técnica a emplear.

CE3.2 Identificar los equipos, utillaje auxiliar y métodos de verificación adecuados para cada elemento aeroespacial de material compuesto.

CE3.3 Comprobar el estado y calibrado del equipo de medición y utillaje auxiliar.

CE3.4 Realizar la medición atendiendo a los requisitos del equipo empleado, característica a medir y tipo de elemento aeroespacial de material compuesto.

CE3.5 Describir el proceso de medición, mediante la elaboración de un esquema previo, secuencial y ordenado.

CE3.6 Interpretar los datos obtenidos de las mediciones dimensionales.

CE3.7 Registrar los resultados de las mediciones dimensionales en la documentación correspondiente.

CE3.8 Realizar los registros de trazabilidad del proceso de verificación dimensional de los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados.

CE3.9 Proteger los equipos de medición dimensional tras su utilización.

CE3.10 En un caso práctico de verificación dimensional de un elemento aeroespacial de material compuesto:

- Realizar ajustes de los equipos de medición.
- Realizar las mediciones de las dimensiones a verificar del elemento aeroespacial de material compuesto.
- Realizar el registro de datos en la documentación técnica correspondiente.
- Evaluar los resultados de acuerdo a los criterios de aceptación o rechazo establecidos en las normas y procedimientos de calidad aplicables.
- Corregir o eliminar los elementos no conformes.
- Realizar un informe de inspección que contenga identificación y características del elemento aeroespacial de material compuesto, técnica de inspección empleada, resultados obtenidos y valoración, así como observaciones significativas que se hayan producido durante la inspección
- Utilizar los equipos de protección individual en el proceso de inspección dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de inspección dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto.

C4: Inspeccionar elementos aeroespaciales de material compuesto aplicando ensayos no destructivos, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos y protección del medioambiente.

CE4.1 Describir los procesos de aplicación de los distintos ensayos no destructivos, atendiendo a la documentación técnica correspondiente.

CE4.2 Seleccionar la técnica de ensayo no destructivo, atendiendo a las características del elemento aeroespacial de material compuesto a inspeccionar y a la documentación técnica correspondiente.

CE4.3 Determinar las condiciones del espacio de trabajo atendiendo a la técnica no destructiva a emplear y al elemento aeroespacial de material compuesto a inspeccionar.

CE4.4 Preparar el elemento aeroespacial de material compuesto a inspeccionar según el ensayo no destructivo a realizar.

CE4.5 Comprobar que los instrumentos y equipos de inspección no destructiva están calibrados y dentro de su vida útil.

CE4.6 Ajustar los parámetros de los instrumentos y equipos según las características del elemento aeroespacial de material compuesto a inspeccionar.

CE4.7 Proteger los elementos aeroespaciales de material compuesto y los equipos utilizados para la inspección no destructiva, para su correcto estado de conservación.

CE4.8 Interpretar los datos obtenidos en las inspecciones no destructivas, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo las normas de calidad.

CE4.9 En un caso práctico de un ensayo no destructivo de un elemento aeroespacial de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad aplicables:

- Realizar los ajustes previos necesarios al proceso de inspección.
- Realizar las operaciones de inspección utilizando la técnica seleccionada.

C5: Registrar los resultados obtenidos en el ensayo no destructivo en el informe correspondiente, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad.

CE5.1 Registrar en la documentación técnica correspondiente, los datos del elemento aeroespacial de material compuesto y del ensayo no destructivo realizado.

CE5.2 Analizar las anomalías detectadas en los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad aplicables.

CE5.3 Realizar un informe de inspección con los resultados obtenidos, detallando identificación y características de la pieza, técnica no destructiva utilizada y observaciones significativas que se hayan producido durante el ensayo.

CE5.4 Describir los distintos gráficos de control de parámetros de los elementos aeroespaciales de material compuesto en función de su aplicación.

CE5.5 Identificar alarmas y criterios de valoración en los gráficos de control.

CE5.6 Realizar los registros de trazabilidad del proceso de inspección en la documentación técnica correspondiente.

CE5.7 En un supuesto práctico de un ensayo no destructivo de un elemento aeroespacial de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica y cumpliendo con las normas de calidad aplicables:

- Realizar informes que permitan evaluar los elementos inspeccionados de acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo.
- Identificar los productos conformes.
- Identificar elementos que presentan defectos, anomalías e irregularidades.
- Elaborar no conformidades.
- Cumplimentar la documentación correspondiente del elemento aeroespacial de material compuesto una vez finalizada la inspección.

C6: Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE6.1 Identificar las normas de prevención de riesgos laborales.

CE6.2 Identificar las señales de peligro de los distintos materiales y equipos empleados en la verificación y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE6.3 Describir el procedimiento a seguir para gestionar los residuos generados en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE6.4 Describir el método de organización y acondicionamiento del espacio de trabajo en el proceso de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE6.5 Identificar los riesgos laborales implicados en el uso de instalaciones, equipos y herramientas.

CE6.6 En un caso práctico de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica:

- Definir las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente para cada etapa del proceso de verificación.
- Determinar los equipos de protección individual adecuados para cada etapa del proceso de verificación.
- Determinar la segregación de residuos de acuerdo a la normativa medioambiental vigente.

Contenidos:**1. Control de calidad en la verificación e inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto.**

- La verificación en el sistema de calidad aeronáutica:
 - Directrices básicas de la EN9100:
 - Definiciones.
 - Diagrama de conceptos.
 - Sustitución de materiales.
 - Acreditación ENAC.
 - Normas UNE.
 - Certificación de productos, sistemas y servicios.
 - Registros y trazabilidad.
 - Criterios de aceptación y rechazo.
 - Instrucciones de verificación.
 - No conformidades.
- Tratamiento de no conformidades:
 - Complimentación.
 - Tramitación.
 - Flujo del producto no conforme.
 - Segregación y registro del material no conforme.
- Informe de discrepancias (ID) en suministros: definición, apertura, cumplimentación y flujo de tramitación.
- Identificación de estados de inspección:
 - Informes de Inspección.
 - Niveles de cualificación.
- Elaboración de acciones correctoras:
 - Acciones reparadoras.
 - Acciones reparadoras inmediatas o de contención.
 - Acciones preventivas.
 - Seguimiento de acciones correctoras.
- Análisis de causas y defectos:
 - Diagrama de Pareto.
 - Diagrama de Ishikawa.
- Defectología:
 - En la materia prima.
 - Durante las etapas del proceso.
 - En las reparaciones y correcciones.
- Ubicación y dimensionado de los defectos.

2. Metrología aeronáutica.

- Metrología: definición y organización.
- Laboratorio de metrología.
- Conceptos metroológicos: precisión, exactitud, tolerancias, error e incertidumbre.
- Normas sobre instrumentos de medida: trazabilidad y calibración.
- Sistemas de medidas empleados en aeronáutica y conversión entre sistemas.
- Metrología dimensional:
 - Longitudes, ángulos, acabado superficial (rugosidad) y formas.
 - Equipos de medición dimensional.
- Metrología de masa y fuerza: concepto, unidades, patrones, clasificación y equipos.
- Metrología de presión y de vacío: concepto, unidades, clasificación y equipos.
- Metrología de temperatura: concepto, unidades, clasificación y equipos.
- Metrología eléctrica: definición, unidades, clasificación y equipos.
- Representación gráfica y simbología.

3. Inspección visual y dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Equipos e instrumentos de medición dimensional: calibres, micrómetros, mesas de planitud, escuadras, reglas, flexómetros, goniómetros, galgas, tampones pasa no-pasa, balanzas, endoscopios, rugosímetros, llaves dinamométricas, detectores de recubrimiento, durómetros y medidores de espesores.
- Útiles de calibración.
- Técnicas de medición dimensional, geométrica y superficial.
- Limpieza aerodinámica.
- Montaje, interferencias e intercambiabilidad.
- Técnicas de tratamiento estadístico (límites de control).
- Evaluación de resultados de las mediciones.
- Selección de equipos para control dimensional.
- Equipamiento para las inspecciones visuales: lentes de aumento, endoscopios, detectores de recubrimiento, reglas, flexómetros, calibres, rugosímetros, 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.

4. Ensayos de inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- 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 mecánica.
 - Termografía.
- Selección del método de inspección no destructiva.
- Documentación aplicable en inspecciones no destructivas en materiales compuestos:
 - Normativa.
 - Requisitos específicos de Proceso.
 - Procedimiento de inspección.
 - Criterios de aceptación.
- Proceso de evaluación de indicaciones.
- Nuevas tecnologías en desarrollo.
- Ensayos destructivos: Cortadura interlaminar, tracción plana y tenacidad a la fractura.

5. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

- Prevención de riesgos laborales específicos de la actividad.
- Equipos de protección individual y colectiva.
- Equipos de protección de las máquinas.
- Prevención de riesgos medioambientales específicos.
- Clasificación y almacenaje de residuos.

Criterios de acceso para los alumnos:

Serán los establecidos en el artículo 4 del Real Decreto que regula el certificado de profesionalidad de la familia profesional al que acompaña este anexo.

Módulo de prácticas profesionales no laborales de fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos

Código: MP0431

Duración: 80 horas

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual y automático, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE1.1 Participar en las etapas de corte, laminado y compactación de los procesos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual y automático.

CE1.2 Identificar los diferentes tipos de materiales avionables y no avionables utilizados en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 Identificar la secuencia de montaje de una bolsa de vacío para el curado de piezas de material compuesto, comprobando el estado y validez de los elementos que la integran.

CE1.4 Identificar las máquinas, útiles y herramientas que intervienen en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.5 Inspeccionar elementos aeroespaciales de material compuesto, identificando defectos, anomalías e irregularidades.

CE1.6 Identificar la simbología y nomenclatura utilizada en la documentación técnica de los procesos de moldeo manual y automático de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.7 Establecer el diagrama de flujo del proceso de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

C2: Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a la documentación técnica correspondiente y cumpliendo con las normas de calidad, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE2.1 Participar en los procesos de mecanizado de elementos realizados con materiales compuestos.

CE2.2 Identificar los diferentes tipos de herramientas de corte y maquinarias manuales, semiautomáticas y automáticas utilizadas en el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.3 Seleccionar las máquinas y herramientas atendiendo al tipo de mecanizado a realizar y a la documentación técnica correspondiente.

CE2.4 Identificar la simbología y nomenclatura utilizada en la documentación técnica correspondiente, en los procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE2.5 Establecer el diagrama de flujo de los procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

C3: Participar en los procesos de trabajo en la empresa, siguiendo las normas e instrucciones establecidas en el centro de trabajo.

CE3.1 Comportarse responsablemente tanto en las relaciones humanas como en los trabajos a realizar.

CE3.2 Respetar los procedimientos y normas del centro de trabajo

CE3.3 Empezar con diligencia las tareas según las instrucciones recibidas tratando de que se adecuen al ritmo de trabajo de la empresa

CE3.4 Integrarse en los procesos de producción del centro de trabajo

CE3.5 Utilizar los canales de comunicación establecidos

CE3.6 Respetar en todo momento las medidas de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente

Contenidos

1. Materiales, máquinas y herramientas empleados en la fabricación de elementos de materiales compuestos.

- Materiales refrigerados con tiempo de vida limitada.
- Materiales no refrigerados.
- Materiales no avionables.
- Materiales y accesorios auxiliares.
- Vacuómetros.
- Espátulas.
- Máquinas de encintado automático.
- Máquinas de inyección de resinas.
- Autoclaves y estufas.
- Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas y plantillas.
- Máquinas de mecanizado manuales neumáticas.
- Máquinas de mecanizado semiautomáticas.
- Máquinas de mecanizado automáticas.
- Herramientas de corte.
- Herramientas para recantado.

2. Organización del espacio de trabajo.

- Documentación técnica en el puesto de trabajo.
- Orden y limpieza del puesto de trabajo.
- Disposición de máquinas, útiles, herramientas y materiales.
- Preparación de máquinas, útiles y herramientas.
- Conservación y mantenimiento de máquinas, útiles y herramientas.

3. Integración y comunicación en el centro de trabajo.

- Comportamiento responsable en el centro de trabajo
- Respeto a los procedimientos y normas en el centro de trabajo
- Interpretación y ejecución con diligencia de las instrucciones recibidas
- Reconocimiento del proceso productivo de la empresa
- Utilización de los canales de comunicación establecidos en el centro de trabajo
- Adecuación al ritmo de trabajo de la empresa
- Seguimiento de la normativa de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente.

IV. PRESCRIPCIONES DE LOS FORMADORES.

Módulos Formativos	Acreditación requerida	Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia	
		Con acreditación	Sin acreditación
MF1845_2: Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por molde manual.	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años
MF1846_2: Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por molde automático	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años
MF1847_2: Curado de elementos aeroespaciales de material compuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años
MF1848_2: Mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto.	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años

Módulos Formativos	Acreditación requerida	Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia	
		Con acreditación	Sin acreditación
MF1849_2: Verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Ingeniero Técnico, o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes. • Técnico superior familia FME • Certificados de profesionalidad de nivel 3 de la familia profesional de Fabricación Mecánica, Área profesional Construcciones Aeronáuticas. 	2 años	4 años

V. REQUISITOS MÍNIMOS DE ESPACIOS, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.

Espacio Formativo	Superficie m ² 15 alumnos	Superficie m ² 25 alumnos
Aula de gestión.	45	60
Taller elementos aeroespaciales	200	300
Almacén	50	50

Espacio Formativo	M1	M2	M3	M4	M5
Aula de gestión.	X	X	X	X	X
Taller elementos aeroespaciales	X	X	X	X	X
Almacén	X	X	X	X	X

Espacio Formativo	Equipamiento
Aula de gestión	<ul style="list-style-type: none"> – Equipos audiovisuales – PCS instalados en red, cañón de proyección e Internet – Software específico de la especialidad – Pizarras para escribir con rotulador – Rotafolios – Material de aula, incluido el material didáctico – Mesa y silla para formador – Mesas y sillas para alumnos

Espacio Formativo	Equipamiento
Taller elementos aeroespaciales	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación neumática de 5 Kg/cm² o superior. - Puestos de trabajo formado por bancos de trabajo con toma de aire comprimido, tomas eléctricas a 220, tornillo de banco, conexiones neumáticas, mangueras de aire comprimido, mangueras de vacío y alargadores eléctricos. - Sala limpia: sala aislada con sistema de aireación, temperatura y humedad controlada, con una mesa de 15 x 1,5 m., o de similares dimensiones. - Equipo y maquinaria: autoclave o estufa, máquinas automáticas de encintado, SICOTEVA, bomba o red de vacío. vacuómetro (vacío), manómetro de presión, miniamoladoras acodadas y rectas de altas r.p.m., taladro neumático, máquina de recantar neumática, arcón de congelación de -30° C, aspirador (restos de mecanizados: polvo y virutas) o recinto cerrado con sistema de aspiración, termómetro, balanza de precisión de 1 grm. Sierra de cinta. - Herramientas manuales. - Equipos de protección individual
Almacén	<ul style="list-style-type: none"> - Estanterías (para almacenamiento de telas). - Armarios metálicos para herramientas.

No debe interpretarse que los diversos espacios formativos identificados deban diferenciarse necesariamente mediante cerramientos.

Las instalaciones y equipamientos deberán cumplir con la normativa industrial e higiénico-sanitaria correspondiente y responderán a medidas de accesibilidad universal y seguridad de los participantes.

El número de unidades que se deben disponer de los utensilios, máquinas y herramientas que se especifican en el equipamiento de los espacios formativos, será el suficiente para un mínimo de 15 alumnos y deberá incrementarse, en su caso, para atender a número superior.

En el caso de que la formación se dirija a personas con discapacidad se realizarán las adaptaciones y los ajustes razonables para asegurar su participación en condiciones de igualdad.