

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 (recantadoras, 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. –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: 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. Utilaje 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.
- Complimentar 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.