

CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

Fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos

<i>Familia Profesional:</i>	Fabricación Mecánica
<i>Nivel:</i>	2
<i>Código:</i>	FME558_2
<i>Estado:</i>	BOE
<i>Publicación:</i>	RD 566/2011

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.

Unidades de competencia

- UC1845_2:** Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual
- UC1846_2:** Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático
- UC1849_2:** Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto
- UC1848_2:** Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto
- UC1847_2:** Curar elementos aeroespaciales de material compuesto

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

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

Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprendivo de mujeres y hombres.

- 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

Formación Asociada (660 horas)

Módulos Formativos

- MF1845_2:** Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual (180 horas)
- MF1846_2:** Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático (180 horas)
- MF1849_2:** Verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto (90 horas)
- MF1848_2:** Mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto (120 horas)
- MF1847_2:** Curado de elementos aeroespaciales de material compuesto (90 horas)

UNIDAD DE COMPETENCIA 1

Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual

Nivel: 2
Código: UC1845_2
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: 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.

CR1.1 La información técnica para el aprovisionamiento del material se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas según normas de representación gráfica.

CR1.2 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medio ambiente.

CR1.3 Los materiales se trasladan a las naves climatizadas empleando los medios de transporte requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR1.4 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.

CR1.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR1.6 Los materiales se ambientan según normas para su desembolsado y manipulación.

CR1.7 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.

CR1.8 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.

RP2: 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.

CR2.1 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.

CR2.2 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.

CR2.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR2.4 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.

CR2.5 Los útiles auxiliares de corte se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR2.6 La contaminación del material se evita asegurando que su protección plástica se mantiene durante el proceso de corte.

CR2.7 Las preformas obtenidas se ajustan a las especificaciones incluidas en el plano de fabricación.

CR2.8 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.

CR2.9 El control del tiempo de vida se garantiza con la identificación y trazabilidad del material cortado.

CR2.10 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.

RP3: 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.

CR3.1 Los útiles y sus componentes se mantienen acordes a las especificaciones de mantenimiento y calidad.

CR3.2 Los útiles y sus componentes se mantienen libres de óxido, golpes, arañazos, suciedad y contaminación.

CR3.3 La limpieza de los útiles se realiza en lugares específicos cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR3.4 Los disolventes y agentes desmoldeantes se manipulan y aplican cumpliendo las especificaciones aplicables, normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR3.5 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medio ambiente.

CR3.6 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.

CR3.7 Las capas de desmoldeante se aplican limpia de residuos extraños, de manera uniformes y respetando los tiempos de secado renovándose según procedimientos y normas establecidas.

RP4: 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.

CR4.1 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de nave climatizadas y de protección del medio ambiente.

CR4.2 El aprovisionamiento de las preformas se realiza según la documentación de fabricación aplicable.

CR4.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR4.4 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.

CR4.5 Los útiles auxiliares de laminar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR4.6 Las telas se colocan sobre el útil, observando la dirección de orientación marcada en las plantillas y en el plano de ingeniería.

CR4.7 Las compactaciones del laminado se realizan según especificaciones técnicas recogidas en la documentación de fabricación.

CR4.8 Los laminados se trazan y cortan según el plano o instrucción gráfica.

CR4.9 Las telas apiladas se verifican según los controles requeridos en plano y documentaciones gráficas.

CR4.10 El moldeo se realiza asegurando que cumple las normas descritas en la documentación técnica.

RP5: 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.

CR5.1 Los materiales a utilizar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR5.2 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.

CR5.3 La bolsa de vacío se comprueba según especificaciones de la documentación aplicable.

CR5.4 La bolsa de vacío se comprueba que está exenta de puentes o zonas que sean susceptibles de rotura durante el ciclo de autoclave.

CR5.5 Los procedimientos de registro se siguen para garantizar la trazabilidad del proceso.

CR5.6 El vacío de la bolsa se mantiene hasta el proceso de curado.

RP6: 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).

CR6.1 El aprovisionamiento de los materiales y/o elementales se realiza según las especificaciones técnicas requeridas.

CR6.2 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR6.3 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.

CR6.4 El ciclo de conformado se selecciona de acuerdo a lo especificado en la documentación de fabricación.

CR6.5 La unión de laminados con forma se realiza por medios mecánicos parametrizados.

CR6.6 El desmoldeo de las elementales resultantes se hace de forma que la elemental no sufra deformaciones, arrugas o deshilachamientos.

CR6.7 Los laminados obtenidos se protegen hasta su posterior uso según especificaciones de fabricación.

RP7: 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.

CR7.1 La información técnica para montar las elementales se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas de montaje según normas de representación gráfica.

CR7.2 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.

CR7.3 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.

CR7.4 Los útiles se integran en los racks de volteo según las especificaciones técnicas de proceso, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales.

CR7.5 El aprovisionamiento de las elementales se hace de acuerdo a los requerimientos de la documentación gráfica.

CR7.6 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR7.7 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.

CR7.8 La integración de los subconjuntos (volteo integración rack-piel) se realizan según las instrucciones técnicas, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales.

CR7.9 Las probetas de control se ajustan en tipo y cantidad a requerimiento de las instrucciones técnicas.

RP8: 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.

CR8.1 La información técnica para realizar las elementales se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas de fabricación según normas de representación gráfica.

CR8.2 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.

CR8.3 Los útiles de curado se manipulan empleando los medios requeridos y aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR8.4 El aprovisionamiento de los materiales se realiza según las especificaciones técnicas requeridas.

CR8.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR8.6 La resina se obtiene mezclando los componentes de acuerdo a la especificación de la documentación específica del proceso.

CR8.7 El ciclo de inyección se selecciona de acuerdo a lo especificado en la documentación de fabricación.

RP9: 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.

CR9.1 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de nave climatizadas y de protección del medio ambiente.

CR9.2 La información técnica para realizar las correcciones se obtiene interpretando planos y especificaciones técnicas.

CR9.3 El laminado y curado se realiza según procedimientos establecidos específicos para corrección de piezas de material compuesto.

CR9.4 La mezcla de componentes de resina se hará de acuerdo a la especificación de la documentación gráfica.

CR9.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

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

Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático

Nivel: 2
Código: UC1846_2
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: 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.

CR1.1 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.

CR1.2 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.

CR1.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR1.4 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.

CR1.5 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.

CR1.6 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.

CR1.7 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.

RP2: Encintar material compuesto sobre superficies planas y curvas para obtener superficies planas o complejas de componentes aeroespaciales, aplicando tecnologías de control numérico (CNC).

CR2.1 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.

CR2.2 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.

CR2.3 La velocidad de deposición de material sobre la superficie de encintado se ajusta al requerimiento del componente, la tecnología empleada y calidad requerida.

CR2.4 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.

CR2.5 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.

CR2.6 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.

CR2.7 Los programas de encintado se seleccionan y ejecutan de acuerdo a las especificaciones de fabricación.

CR2.8 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.

CR2.9 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.

RP3: Preparar los laminados de componentes aeroespaciales para el corte automático cumpliendo especificaciones de proceso y normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CR3.1 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.

CR3.2 El laminado a cortar se inmoviliza contra la mesa de corte, asegurando la precisión en el corte.

CR3.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR3.4 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.

RP4: Cortar laminados de material compuesto sobre superficies planas de componentes aeroespaciales, para obtener piezas con la geometría requerida, mediante tecnologías de control numérico.

CR4.1 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.

CR4.2 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.

CR4.3 La herramienta de corte se cambia cuando pierde la capacidad de corte o no se consigue la medida y calidad especificada en el plano.

CR4.4 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.

CR4.5 Las piezas resultantes del corte se clasifican y agrupan en función de la identificación que ha resultado en la operación de corte.

CR4.6 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.

CR4.7 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. Eslings 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

Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel: 2
Código: UC1849_2
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: 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.

CR1.1 La información para inspeccionar los elementos de material compuesto se obtiene interpretando planos y especificaciones aplicables de fabricación e inspección.

CR1.2 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.

CR1.3 Los elementos a inspeccionar se protegen de acuerdo con la documentación aplicable, aplicando las medidas de prevención de riesgos laborales.

CR1.4 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.

RP2: 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.

CR2.1 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.

CR2.2 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.

CR2.3 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.

CR2.4 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.

CR2.5 Los elementos una vez inspeccionados se dejan limpios y sin restos de materiales auxiliares.

CR2.6 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.

RP3: Verificar visual y dimensionalmente los elementos aeroespaciales de material compuesto utilizando las técnicas requeridas en la documentación aplicable para comprobar su estado de calidad.

CR3.1 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.

CR3.2 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.

CR3.3 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.

CR3.4 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.

CR3.5 Los elementos una vez inspeccionados se dejan limpios.

CR3.6 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.

RP4: Validar los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados y evaluados para clientes y autoridades según normas aplicables.

CR4.1 Los productos válidos para su uso aeroespacial se identifican como conformes.

CR4.2 Los productos que presentan alguna desviación contra los requerimientos aplicables se segregan del flujo productivo para su posterior tratamiento.

CR4.3 Los productos válidos para su uso aeroespacial se marcan de forma legible y permanente con su nombre de parte y su número de serie.

CR4.4 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.

UNIDAD DE COMPETENCIA 4

Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel: 2
Código: UC1848_2
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: 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.

CR1.1 El proceso de rebarbado se realiza aplicando procedimientos establecidos y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR1.2 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.

CR1.3 Las herramientas a emplear se seleccionan en función del material a rebarbar y la geometría de la pieza.

CR1.4 Las piezas se fijan de manera firme con el fin de evitar daños por manejo durante el proceso de rebarbado.

CR1.5 El rebarbado obtenido se revisa para asegurar que no ha quedado ninguna rebaba o borde cortante y que no se ha dañado la pieza.

CR1.6 Las piezas se limpian mediante los procesos definidos una vez terminado el proceso de rebarbado antes de continuar con operaciones posteriores.

RP2: Mecanizar manualmente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para obtener la geometría final de las mismas.

CR2.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las especificaciones de proceso y las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR2.2 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.

CR2.3 Las herramientas de mecanizado se seleccionan en función del material a mecanizar, los espesores de mecanizado y la geometría de la pieza.

CR2.4 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.

CR2.5 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.

CR2.6 El recantado se realiza utilizando la constante de recantado definida en la documentación aplicable o en el propio útil de recantar.

CR2.7 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.

CR2.8 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.

CR2.9 Las piezas se limpian mediante los procesos definidos una vez terminado el proceso de mecanizado antes de continuar con operaciones posteriores.

RP3: Mecanizar automáticamente piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para obtener la geometría final de las mismas.

CR3.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR3.2 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.

CR3.3 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.

CR3.4 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.

CR3.5 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.

CR3.6 Los programas de mecanizado se seleccionan y ejecutan según la documentación aplicable y se asegura que los mismos realizan las operaciones previstas.

CR3.7 Las herramientas de corte se cambian cuando pierden la capacidad de corte o no se consigue la medida y calidad especificada en plano.

CR3.8 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.

CR3.9 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.

CR3.10 Las piezas se limpian mediante los procesos definidos una vez terminado el proceso de mecanizado antes de continuar con operaciones posteriores.

RP4: Mecanizar núcleos para fabricar estructuras sándwich de elementos o componentes aeroespaciales de material compuesto.

CR4.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR4.2 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.

CR4.3 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.

CR4.4 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.

CR4.5 Los núcleos se preparan para su mecanizado limpios, sin evidencia de corrosión, ataque químico o contaminación producida por grasas, aceites y otras circunstancias extrañas.

CR4.6 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).

CR4.7 Los núcleos se mecanizan con el utillaje y herramientas apropiadas que no produzcan desgarros ni contaminaciones.

CR4.8 Los núcleos se verifican para asegurar que se han cumplido con los requisitos definidos en el plano del mismo.

CR4.9 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.

RP5: Eliminar capas de una pieza o componentes aeroespaciales de material compuesto para su posterior corrección.

CR5.1 El proceso de mecanizado se realiza cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental.

CR5.2 El polvo y partículas en el ambiente se evita utilizando sistemas de aspiración adecuados al espacio disponible y a los medios de producción empleados.

CR5.3 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.

CR5.4 El núcleo se elimina mediante una operación inicial de lijado neumático, terminando con un lijado manual o automático.

CR5.5 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.

CR5.6 La superficie se limpia una vez finalizada la eliminación de capas según se indique en los procedimientos de limpieza definidos.

Contexto profesional

Medios de producción

Herramientas de corte (discos de corte, fresas, brocas, avellanadores, lamas, discos y/o papel abrasivo, y cuchillas). Herramientas neumáticas manuales (recanteadoras, taladradoras). Útiles de recantado. Útiles de taladrado. Plantillas de corte. Útiles soporte para operaciones de mecanizado en máquinas automáticas. Máquinas automáticas (CNC, robot de mecanizado, máquina de mecanizado por chorro de agua). Mesas o soportes para piezas y/o útiles. Equipos de protección individual. Equipos de protección colectivos. Trapos. Disolventes.

Productos y resultados

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

Información utilizada o generada

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

UNIDAD DE COMPETENCIA 5

Curar elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel: 2
Código: UC1847_2
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Cargar elementos aeroespaciales de material compuesto en autoclave para el curado o transformación polimérica.

CR1.1 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.

CR1.2 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.

CR1.3 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.

CR1.4 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.

CR1.5 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.

CR1.6 Las desviaciones o incidencias se reportan en la documentación aplicable o en sistemas informáticos a tal efecto y se procede según protocolo establecido.

CR1.7 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.

CR1.8 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.

RP2: 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.

CR2.1 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.

CR2.2 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.

CR2.3 Las desviaciones o incidencias se reportan en la documentación aplicable o en sistemas informáticos a tal efecto.

CR2.4 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

CR2.5 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR2.6 El proceso de curado se realiza según los estándares y procedimientos establecidos.

CR2.7 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.

CR2.8 Los equipos y máquinas utilizados se mantienen limpios, en buen estado de mantenimiento y con sus calibraciones dentro de los periodos de validez.

CR2.9 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.

RP3: Descargar elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave para desmoldeo, utilizando equipos de descarga y siguiendo procedimientos establecidos.

CR3.1 La bolsa de vacío para el curado de elementos de material compuesto se manipula sin producirle daño.

CR3.2 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.

CR3.3 Las conexiones eléctricas de termopares y las tomas de vacío del conjunto se retiran de sus correspondientes conectores internos del autoclave

CR3.4 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado y proceso, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR3.5 La puerta del autoclave se abre cuando se cumplen las condiciones de apertura especificadas en la normativa aplicable.

CR3.6 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.

RP4: Desmoldear elementos aeroespaciales de material compuesto para su acabado posterior, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CR4.1 Los útiles auxiliares de taladrar se posicionan y fijan de acuerdo con lo indicado en la documentación aplicable y se mantienen limpios y ordenados.

CR4.2 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.

CR4.3 La trazabilidad del proceso se asegura registrando la información del material recibido o utilizado, aplicando procedimientos informáticos u otros.

CR4.4 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.

CR4.5 Los útiles auxiliares para el curado se retiran mediante el uso de medios manuales o dispositivos automáticos de desmoldeo y se almacenan adecuadamente.

CR4.6 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden y seguridad, cumpliendo con las normas de protección del medioambiente.

CR4.7 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.

CR4.8 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.

MÓDULO FORMATIVO 1

Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual

Nivel:	2
Código:	MF1845_2
Asociado a la UC:	UC1845_2 - Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual
Duración (horas):	180
Estado:	BOE

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

CE1.2 Identificar las señales de peligro de los distintos materiales empleados en la producción y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE1.3 Describir procesos de almacenaje, manipulación y transporte de materiales a la producción.

CE1.4 Identificar y caracterizar los diferentes materiales empleados en la fabricación de estructuras aeroespaciales.

CE1.5 Describir las medidas de prevención de riesgos laborales y de gestión de residuos establecidas para conseguir el mínimo impacto ambiental.

CE1.6 En un supuesto práctico de aprovisionamiento, debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de fabricación de un elemento aeroespacial:

- Identificar y caracterizar en la documentación técnica las distintas materias primas.
- Identificar y caracterizar en la documentación técnica las condiciones de seguridad y prevención de riesgos laborales y medioambientales en la manipulación, traslado y almacenaje de materiales auxiliares para la preparación.
- Interpretar órdenes e instrucciones de acopio, manipulación y traslado de materiales empleados para la fabricación de elementos contenidos en planos de fabricación, órdenes de trabajo, entre otras.

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

CE2.1 Identificar 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, los tipos y componentes de útiles empleados en el moldeo manual de elementos de material compuesto en relación a los procesos productivos.

CE2.3 Indicar y caracterizar los productos empleados en la preparación de útiles.

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

CE2.5 En un caso práctico de preparación de útiles para fabricación de elementos aeroespaciales, debidamente caracterizado, donde se entrega la documentación técnica de fabricación, y todo lo necesario para su preparación:

- 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.
- Utilizar los EPIs en el proceso de preparación de utillaje.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Almacenar los productos empleados según normativa.
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

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

CE3.1 Interpretar la documentación del proceso y las normas de fabricación de corte manual o semiautomático.

CE3.2 Realizar las operaciones de trazabilidad de los materiales.

CE3.3 Identificar los materiales requeridos en la documentación aplicable.

CE3.4 Determinar las orientaciones de la fibra para realizar los cortes según las distintas preformas a obtener.

CE3.5 Diferenciar el flujo productivo de las preformas obtenidas.

CE3.6 Seleccionar herramientas de corte en función de la operación a realizar.

CE3.7 Identificar los kits o preformas resultantes de la operación de corte.

CE3.8 Establecer las correcciones adecuadas en las herramientas y condiciones de corte en función de las desviaciones observadas respecto al proceso definido.

CE3.9 Cumplimentar documentación requerida en el proceso.

CE3.10 En casos prácticos de corte de material compuesto para la obtención de preformas o kits aeroespaciales, convenientemente caracterizados por el plano u orden 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.
- Aprovisionar el material requerido en la orden de producción.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Identificar y trazar los materiales en la orden de producción.
- Cortar los materiales en forma y cantidad con ayuda de útiles o plantillas de acuerdo a los requerimientos de orden de producción, planos, entre otros.
- Verificar que las preformas cumplen los requisitos para su posterior utilización.
- Embolsar las preformas formando kits para la utilización posterior según orden de fabricación.
- Utilizar los EPIs en el proceso de corte de material.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

C4: Apilar preformas aeroespaciales de material compuesto u otros componentes aplicando técnicas de apilado, interpretando planos o documentación técnica, para obtener el elemento requerido.

CE4.1 Interpretar la documentación del proceso de apilado de preformas de material compuesto.

CE4.2 Interpretar las normas de fabricación contenidas en la documentación técnica aplicable.

CE4.3 Identificar los útiles a emplear durante el proceso atendiendo a los requerimientos de la orden de producción, plano, entre otros.

CE4.4 Identificar las orientaciones de la fibra para realizar las secuencias de apilados según las distintos tipos de elementos a obtener.

CE4.5 Reconocer los materiales requeridos en la documentación técnica y relacionarlos con sus nombres.

CE4.6 Relacionar la cumplimentación de los distintos documentos de fabricación con la trazabilidad de los productos obtenidos.

CE4.7 Describir el proceso de laminado de una elemental.

CE4.8 Describir el proceso de la realización de la bolsa de compactación y los materiales que la componen.

CE4.9 En un caso práctico de apilado de telas convenientemente caracterizado por su documentación técnica:

- Seleccionar los útiles y herramientas para realizar el apilado de telas, según las indicaciones de los documentos técnicos.
- Aprovisionar el material requerido en la orden de producción.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Identificar y tracear los materiales en la orden de producción.
- Apilar las telas según la secuencia descrita en la orden de producción, plano, entre otros, 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.
- Utilizar los EPIs en el proceso de apilado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

C5: Elaborar bolsas de vacío de elementales o componentes aeroespaciales, para el proceso de curado a partir de planos o documentación técnica.

CE5.1 Describir e 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 la realización de la bolsa de vacío según documentación aplicable.

CE5.5 Describir la defectología que genera 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 orden de producción, planos, entre otros.
- 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.
- Utilizar los EPIs en el proceso de realización de la bolsa de vacío.

- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

C6: Obtener elementales aeroespaciales mediante el proceso de conformado partiendo de laminados planos, teniendo en cuenta las normas de Prevención de Riesgos Laborales y protección del Medio Ambiente.

CE6.1 Interpretar la información gráfica y normas de fabricación contenidas en la documentación técnica aplicable (simbología, elementos normalizados, vistas, cortes, secciones, detalles, cotas, procesos...) de los planos de fabricación.

CE6.2 Describir el proceso de conformado de preformas.

CE6.3 Describir el funcionamiento de la máquina de conformado empleando manuales y especificaciones técnicas.

CE6.4 Identificar los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos para el proceso de conformado.

CE6.5 Identificar e interpretar los programas de conformado de laminados planos requeridos en la orden de producción, documentación gráfica, entre otros.

CE6.6 Ejecutar operaciones de conformado atendiendo a la documentación aportada.

CE6.7 Asegurar que los parámetros descritos en la documentación se cumplan durante el ciclo de conformado.

CE6.8 Establecer las correcciones adecuadas en el proceso en función de las desviaciones observadas respecto al proceso definido.

CE6.9 Tracear los materiales y el registro de la máquina de conformar en su respectiva documentación.

CE6.10 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 orden de producción, planos, entre otros.
- 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.
- Tracear registro del ciclo de conformado así como las elementales en la orden de producción.
- Utilizar los EPIs en el proceso de conformado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

C7: Ejecutar operaciones de montaje de preformas necesarias para la obtención de conjuntos aeroespaciales, operando herramientas y equipos específicos y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE7.1 Interpretar la documentación del proceso productivo de montaje de preformas para la obtención de conjuntos.

CE7.2 Interpretar las normas de fabricación contenidas en la documentación técnica aplicable.

CE7.3 Identificar los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos para el montaje de preformas.

CE7.4 Identificar las elementales requeridas en la orden de producción y/o planos para formar el conjunto.

CE7.5 Asegurar que las máquinas utilizadas cumplen con todos los requerimientos de calidad y calibración.

CE7.6 Determinar la correcta posición de las elementales atendiendo a planos o documentación aportada.

CE7.7 Relacionar la cumplimentación de los distintos documentos de fabricación con la trazabilidad de los productos obtenidos.

CE7.8 Describir el proceso de montaje de elementales.

CE7.9 En un caso práctico de realización de un montaje de elementales aeroespaciales:

- Aprovisionar las elementales requeridos en la orden de producción, planos, entre otros.
- 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.
- Tracear las elementales en la orden de producción.
- Utilizar los EPIs en el proceso de conformado.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

C8: Obtener elementales aeroespaciales mediante inyección de resinas, teniendo en cuenta las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE8.1 Interpretar la documentación del proceso productivo de inyección de resinas para la obtención de elementales.

CE8.2 Interpretar las normas de fabricación contenidas en la documentación técnica aplicable.

CE8.3 Describir el funcionamiento de la máquina de inyección de resina por medio de manuales y especificaciones técnicas

CE8.4 Identificar los útiles requeridos en la orden de producción y/o planos.

CE8.5 Determinar las cantidades de resina y sus componentes requeridos según orden de producción, planos, entre otros.

CE8.6 Describir el proceso de mezclado de resinas.

CE8.7 Asegurar que las máquinas utilizadas cumplen con todos los requerimientos de calidad y calibración.

CE8.8 Identificar y seleccionar el programa de inyección requerido en el proceso.

CE8.9 Describir las etapas de un proceso de inyección de resina.

CE8.10 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 orden de producción, planos, entre otros.
- 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 documentación gráfica.
- Tracear los materiales en la orden de producción.
- Realizar simulación de un ciclo de inyección de resina.
- Utilizar los EPIs en el proceso de inyección de resina.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

C9: Corregir defectos en elementos o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto no conformes a partir de la documentación técnica y las

normas de fabricación, actuando bajo normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE9.1 Interpretar la documentación del proceso productivo de corrección de defectos de material compuesto no conforme.

CE9.2 Interpretar las normas de fabricación contenidas en la documentación técnica aplicable.

CE9.3 Interpretar planos y hojas de no conformidades.

CE9.4 Identificar el flujo y operaciones de la corrección requerida en la documentación aportada.

CE9.5 Diseñar plantilla de corrección para la reposición de las capas eliminadas atendiendo a su posición, grados, entre otros, según documentación aportada.

CE9.6 Identificar los materiales requeridos para cada tipo de corrección.

CE9.7 Describir los tipos de correcciones existentes atendiendo al defecto a corregir.

CE9.8 Describir los pasos a realizar de una corrección dada.

CE9.9 En un caso práctico donde se tenga que corregir el defecto de un elemento aeroespacial de material compuesto no conforme debidamente caracterizado por su documentación técnica:

- Aprovisionar los materiales requeridos en la orden de producción, planos, hoja de no conformidad, entre otros.
- Asegurar que los materiales cumplen todos los requerimientos para su utilización.
- Aprovisionar las herramientas necesarias.
- Trazar la zona a corregir y eliminar las capas requeridas en la documentación hasta la eliminación del defecto.
- Preparar la superficie de la zona a corregir.
- Realizar 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.
- Tracear los materiales en la orden de producción.
- Utilizar los EPIs en el proceso de corrección.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente
- Segregar residuos de acuerdo a la normativa vigente.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C2 respecto a CE2.5; C3 respecto a CE3.10; C4 respecto a CE4.9; C5 respecto a CE5.6; C6 respecto a CE6.10; C7 respecto a CE7.9; C8 respecto a CE8.10 y C9 respecto a CE9.9.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Contenidos

1 Aprovechamiento de materiales y preparación de útiles para la fabricación de elementos aeroespaciales

Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.

Normas técnicas de fabricación en material compuesto.

Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.

Normas de manipulación y transporte de materiales compuestos.

Normas de limpieza y aplicación de agentes desmoldeantes.

Características de los materiales compuestos que afectan al proceso: Fibra de vidrio, fibra de carbono, malla de bronce, Kevlar, entre otros.

Otros materiales: adhesivos, cintas adhesivas, películas de bolsa de vacío, películas separadoras, tejido aireador, cinta de fibra de vidrio, siliconas.

Características de los diferentes tipos de almacenamiento de materiales compuestos, disolventes, acetonas, desmoldeantes, entre otros.

Características de los diferentes tipos de útiles atendiendo a su intervención en el proceso productivo.

2 Corte manual y laminado de preformas y kits aeroespaciales en material compuesto

Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.

Normas técnicas de fabricación en material compuesto.

Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.

Almacenamiento y manipulación de materiales. Formato de los materiales.

Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas, plantillas, entre otros.

Cuchillas y sus aplicaciones.

Corte monocapa. Corte laminados.

Repasados. Herramientas de corte manual.

Elementos de verificación: Pie de rey, micrómetros, calibres.

Normas de trabajo en naves climatizadas.

Normas de uso y manejo de materiales compuestos. Tiempos de vida y manejo.

Orientación, grados, dirección de las fibras, stager index, solapes, uniones, normas de apilamiento de preformas.

Conocimiento de la defectología que conlleva la no aplicación de las normas.

Equipos de protección individual.

Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

3 Elaboración de bolsas de vacío de elementales o componentes aeroespaciales

Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.

Normas técnicas de fabricación en material compuesto.

Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.

Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.

Normas técnicas de fabricación en material compuesto.

Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.

Manipulación del material: uso y cuidados de los materiales, aireadores, masilla, separadores, film de bolsa de vacío, entre otros.

Portarrollos y carros de almacenamiento de materiales destinados a la bolsa de vacío.

Normas de uso y almacenamiento de los distintos tipos de materiales.

Elementos de verificación (vacuómetros).

Útiles para la realización de bolsa de vacío.

Conocimiento de la defectología que conlleva la no aplicación de las normas.

Elementos de control de la temperatura y vacío.

Equipos de protección individual.
Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

4 Hot-Forming y montaje de laminados de elementales aeroespaciales

Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.
Normas técnicas de fabricación en material compuesto.
Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.
Manipulación del material: preformas, laminados, plataformas de transporte, carros. Eslingas y sistemas de izado.
Ciclos de hot-forming: tipos de ciclos, escalones de temperatura, tiempos de vacío, enfriamiento.
Máquinas de Hot-Forming, tipos de membranas, mesas de vacío.
Útiles para el proceso de conformado.
Almacenamiento y limpieza de útiles de conformado.
Identificación y mantenimiento de útiles de conformado.
Útiles para el montaje de laminados.
Volteadores, 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 operación del fabricante de máquina.
Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

5 Inyección de resina y correcciones de elementales y componentes aeroespaciales de material compuesto

Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.
Normas técnicas de fabricación en material compuesto.
Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.
Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas, plantillas, entre otros.
Normas de uso y almacenamiento de resinas y sellantes.
Resinas y sellantes: tipos, porcentajes de componentes, mezclado, desgasificación, conservación, tiempos de vida y uso.
Instrucciones operación del fabricante de máquina.
Máquinas de lijado, herramientas de corte, máquinas de recantado manual, máquinas de remachado manual, sicotevas (máquina de curado manual)
Delaminación de capas o supresión de elementos no conformes y posterior reposición.
Sellado de bordes.
Correcciones en frío y correcciones en caliente, tipos de correcciones.
Equipos de protección individual.
Manual de operación del fabricante de máquina.
Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

6 Prevención de los riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de fabricación manual 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.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Taller de fabricación de elementos aeroespaciales de 300 m².

Aula polivalente de un mínimo de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:

- Formación académica de Técnico Superior o de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 2

Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático

Nivel:	2
Código:	MF1846_2
Asociado a la UC:	UC1846_2 - Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático
Duración (horas):	180
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Obtener la información necesaria para realizar el encintado y corte de laminados a emplear en la fabricación de estructuras aeronáuticas analizando la documentación técnica de fabricación.

CE1.1 Interpretar la simbología y elementos normalizados representados en planos y documentación técnica de fabricación de piezas elementales y conjuntos de estructuras aeroespaciales.

CE1.2 Interpretar las diferentes vistas, cortes, secciones y detalles de planos de fabricación de piezas elementales y conjuntos de estructuras aeroespaciales.

CE1.3 En un supuesto práctico debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de fabricación de una estructura aeronáutica, compuesta de planos y proceso de fabricación, orden de trabajo, entre otros:

- Identificar y caracterizar en el plano de fabricación los distintos elementos que componen una estructura aeronáutica.
- Identificar y caracterizar en planos y otros documentos técnicos, los materiales empleados en la fabricación de las estructuras aeroespaciales.
- Interpretar órdenes de producción, procesos de montaje, manuales de montaje.

C2: Obtener la información para realizar el acopio, manipulación y almacenaje de las materias primas que intervienen en la fabricación de elementos aeroespaciales, analizando la documentación técnica.

CE2.1 Reconocer las designaciones de los diferentes tipos de materias primas y clasificarlos por familias según su naturaleza.

CE2.2 Identificar las señales de peligro de las distintas materiales a la producción y relacionarlas con las medidas oportunas de prevención y protección durante su manejo.

CE2.3 Describir procesos de almacenaje, manipulación y transporte de materiales a la producción.

CE2.4 Identificar y caracterizar los diferentes materiales empleados en la fabricación de estructuras de aeroespaciales.

CE2.5 Describir las medidas de prevención de riesgos laborales y de gestión de residuos establecidas para conseguir el mínimo impacto ambiental.

CE2.6 En un supuesto práctico de análisis, debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de fabricación de un elemento aeroespacial:

- Identificar y caracterizar en la documentación técnica las distintas materias primas.
- Identificar y caracterizar en la documentación técnica las condiciones de seguridad y prevención de riesgos laborales y medioambientales en la manipulación, traslado y almacenaje de materiales auxiliares para la preparación.
- Interpretar órdenes e instrucciones de acopio, manipulación y traslado de materiales empleados para la fabricación de elementos.

C3: Interpretar la normativa de prevención de riesgos laborales y ambientales en el encintado y corte de elementos aeroespaciales.

CE3.1 Describir cómo afecta el orden, limpieza, señalización y proceso de fabricación, a la seguridad, riesgos laborales y medioambientales.

CE3.2 Reconocer los riesgos que se puedan presentar en el proceso de fabricación de elementales aeroespaciales.

CE3.3 Describir como se utilizan de forma segura los equipos de trabajo y protección en los procesos de fabricación de elementales aeroespaciales.

C4: Operar máquinas y medios auxiliares para encintar piezas elementales de estructuras aeroespaciales (Automatic Tape Laying, ATL y Automatic Fiber Placement, AFP) comprobando las características de los elementos durante su fabricación y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE4.1 Describir los procesos de preparación superficial de mesas y/o útiles previo al comienzo del encintado.

CE4.2 Describir los procesos de encintado automático usados en la fabricación de elementales y conjuntos: ATL y AFP.

CE4.3 Identificar y caracterizar las máquinas de control numérico para encintado de laminados para estructuras aeroespaciales.

CE4.4 Relacionar y asociar distintos tecnologías de encintado por control numérico con distintos tipos de superficies de encintado (planas, ligeramente curvas, alta curvatura), configuración de la pieza y el proceso de encintado en el plano de fabricación.

CE4.5 Identificar y caracterizar los elementos de protección individual y describir los medios de prevención incorporados a las máquinas de encintado.

CE4.6 Describir, relacionar y ajustar las variables programables para el encintado desde el panel de control (velocidad de encintado, temperatura de cabezal, offset de máquina, presión de cabezal) con el tipo de material, configuración de laminado a encintar, espesor de laminado y los requisitos pedidos en calidad de pieza.

CE4.7 Describir los parámetros y medios de verificación a controlar durante la realización de encintados de laminados compuestos para estructuras aeroespaciales.

CE4.8 Convertir unidades de diferentes sistemas empleados en aeronáutica, tales como Sistema Internacional de unidades SI, British Standards BS.

CE4.9 En casos prácticos de encintado de elementos aeroespaciales, convenientemente caracterizados por el plano de fabricación:

- Preparar las máquinas, útiles (nivelado y toma de referencias) y herramientas según indicaciones del proceso de trabajo.
- Realizar la carga de programa de encintado desde panel de control de máquina según plano de fabricación.
- Regular los parámetros de actuación en función del proceso de encintado, configuración de pieza y superficies de encintado.

- Intervenir, proceder y actuar adecuadamente en los casos que se produce una discontinuidad en la alimentación de material desde el cabezal, mal corte de final de finales de tira, sustitución de rollo o parada necesaria
- Verificar que los parámetros de control definidos (gap, overlap, stagger index) se ajustan a las tolerancias especificadas en los planos de fabricación.
- Cumplimentar la documentación requerida por trazabilidad
- Utilizar los EPIs en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C5: Preparar máquinas automáticas y posicionar laminados para el corte de laminados de elementales de estructuras aeroespaciales partiendo de las especificaciones técnicas del plano de fabricación, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE5.1 Describir los procesos de preparación previo al corte de laminados de elementales y conjuntos (monocapa y empilados).

CE5.2 Interpretar de manera simple y clara la situación de laminados en maquina de corte (orientación de fibra) para que se corresponda con lo descrito en los planos de fabricación.

CE5.3 Realizar y asegurar la estanqueidad del laminado sobre la mesa de corte para evitar el movimiento y obtener preformas dentro de las tolerancias de fabricación.

CE5.4 Describir los medios empleados y procedimientos de manipulación de laminados en su transferencia desde puesto de encintado.

CE5.5 Realizar las operaciones de reposiciones de material fungible (elemento de corte, de identificación, etiquetas) siguiendo procedimiento establecido.

CE5.6 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 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.

C6: Operar máquinas automáticas para cortar laminados de elementales de estructuras aeroespaciales comprobando las características de los elementos durante su fabricación y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE6.1 Describir los procesos de corte automático usados en la fabricación de elementales y conjuntos (monocapa y empilados).

CE6.2 Identificar y caracterizar las máquinas de control numérico para corte de laminados para estructuras aeroespaciales.

CE6.3 Describir, relacionar y ajustar las variables programables para el corte (velocidad de avance en el corte, número de pasadas de corte) con el tipo de material, geometría de laminado a obtener, espesor de laminado y los requisitos pedidos en calidad de pieza.

CE6.4 Describir los parámetros de verificación a controlar durante la realización de corte de laminados compuestos para estructuras aeroespaciales.

CE6.5 Identificar y clasificar los patrones cortados de acuerdo a los requerimientos de constituir un kit de aprovisionamiento en diferentes órdenes de producción.

CE6.6 Analizar y deducir las causas de las desviaciones producidas durante la ejecución de un programa de corte para actuar y corregir si es resoluble por si mismo, o bien comunicar al departamento soporte la incidencia ocurrida para solventarla.

CE6.7 Convertir unidades de diferentes sistemas empleados en aeronáutica, tales como Sistema Internacional de unidades SI, British Standards BS.

CE6.8 En casos prácticos de corte automático de elementos aeroespaciales, convenientemente caracterizados por el plano de fabricación:

- Tomar referencias de situación entre laminado y origen de coordenadas máquina
- Cargar el programa de corte desde panel de control de máquina según instrucciones de fabricación.
- Ejecutar y regular los parámetros de actuación en función del proceso de corte, tipo de material, espesor de laminado y requisitos de calidad
- Intervenir, proceder y actuar 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.
- Cumplimentar la documentación requerida por trazabilidad
- Utilizar los EPIs en el proceso de montaje.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C4 respecto a CE4.9; C5 respecto a CE5.6 y C6 respecto a CE6.8.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Contenidos

1 Interpretación de documentación técnica de fabricación de estructuras aeroespaciales

Sistemas de representación gráfica americano y europeo: Vistas y secciones. Tipos de líneas.

Sistemas de representación en tres dimensiones. Simbología específica del sector aeroespacial.

Normalización. Acotación. Tolerancias.

Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.

Normas técnicas de fabricación en material compuesto.

Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.

2 Caracterización de materiales empleados en la fabricación de estructuras aeroespaciales

Almacenamiento y manipulación de materiales. Formato de los materiales.

Características de los materiales metálicos que afectan al proceso: Aluminio, acero y sus aleaciones (invar).

Características de los materiales compuestos que afectan al proceso: Fibra de vidrio, fibra de carbono, malla de bronce, Kevlar, entre otros.

Otros materiales: adhesivos, cintas adhesivas, películas de bolsa de vacío, películas separadoras, tejido aireador, cinta de fibra de vidrio, siliconas.

3 Encintado de elementos aeroespaciales mediante tecnología ATL

Manipulación del material: máquina porta-rollos, plataformas de transporte. Eslingas y sistemas de izado.

Traslado de laminados: carros planos, de bolas, tipo conveyor, de mano.

Utillaje: Útiles de encintado macho. Útiles de encintado hembra. Mesas de encintado. Plantillas de referencia o postizos. Útiles auxiliares de fabricación. Útiles soporte o de nivelación.

Máquinas de encintado automático ATL: Panel de control, cabezal de encintado.

Parámetros de encintado: velocidad de encintado, presión de cabezal, temperatura de calentamiento del material.

Toma de puntos de referencia: Puntos de referencia en útil (akraline). Puntos de referencia set point.

Sistemas de vacío para compactación de laminados: mangueras de conducción, tomas de vacío, red industrial de vacío.

Elementos de verificación: Pie de rey, micrómetros, calibres.

Equipos de protección individual. Barreras de presencia o perímetro de seguridad.

Instrucciones operación del fabricante de máquina.

Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

4 Encintado de elementos aeroespaciales mediante tecnología AFP

Manipulación del material: rollos material, plataformas de transporte. Eslingas y sistemas de izado. Volteador de transferencia de laminados útil macho a útil hembra. Fijaciones de útiles a soportes de encintado. Fijación de útiles a soportes de transferencia.

Utillaje: Útiles de encintado macho. Útiles de encintado hembra. Útiles de curado hembra.

Plantillas de referencia o postizos. Útiles auxiliares de fabricación.

Máquinas de encintado automático AFP. Panel de control, cabezal de encintado.

Parámetros de encintado: velocidad de encintado, presión de cabezal, temperatura de calentamiento del material.

Toma de puntos de referencia: Puntos de referencia en útil (akraline). Puntos de referencia set point.

Sistemas de vacío para compactación de laminados: mangueras de conducción, tomas de vacío, red industrial de vacío.

Elementos de verificación: Pie de rey, micrómetros, calibres.

Equipos de protección individual. Barreras de presencia o perímetro de seguridad.

Instrucciones operación del fabricante de máquina.

Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

5 Corte de elementos de estructuras aeroespaciales

Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas, plantillas, entre otros.

Máquinas de corte automático de laminados. Velocidad de avance, número de pasadas de corte, entre otros. Tipos de cuchillas y sus aplicaciones.

Corte monocapa. Corte laminados.

Repasados. Herramienta de corte manual.

Sistemas autónomos de vacío integrados en máquina de corte: bancada de corte, bolsa o film de estanqueidad.

Elementos de verificación: Pie de rey, micrómetros, calibres.

Equipos de protección individual. Barreras de presencia o perímetro de seguridad.
Manual de operación del fabricante de máquina.
Normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

6 Prevención de los riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de encintado y corte de laminados 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.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Taller de fabricación de elementos aeroespaciales de 300 m².
Aula polivalente de un mínimo de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:
 - Formación académica de Técnico Superior o de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.
 - Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.
2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 3

Verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel:	2
Código:	MF1849_2
Asociado a la UC:	UC1849_2 - Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto
Duración (horas):	90
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Seleccionar las técnicas e instrumentos necesarios para la realización de ensayos, mediciones y controles visuales de elementos aeroespaciales de material compuesto, relacionando los instrumentos y los equipos con las técnicas empleadas de acuerdo a las características del elemento a verificar.
- CE1.1** Identificar y seleccionar los instrumentos y equipos de acuerdo al a técnica y el elemento a inspeccionar.
 - CE1.2** Describir las distintas técnicas de inspección no destructiva justificando los principios físicos en que se basan.
 - CE1.3** Describir los parámetros y la técnica a emplear según las condiciones del elemento a verificar y la normativa aplicable.
 - CE1.4** Elaborar la planificación de las operaciones de mantenimiento de los equipo para asegurar que siempre se encuentren e las condiciones de uso.
 - CE1.5** En un supuesto practico de un ensayo no destructivo de una determinada característica de un elemento aeroespacial de material compuesto, seleccionar el instrumento, técnica, y demás equipamiento necesario para realizar el ensayo con la capacidad para detectar las anomalías esperadas.
- C2:** Inspeccionar elementos aeroespaciales de material compuesto aplicando ensayos no destructivos tomando las medidas necesarias para obtener un resultado fiable.
- CE2.1** Determinar las condiciones para adecuar el objeto a ensayar a la técnica no destructiva a emplear, preparando el elemento a inspeccionar de acuerdo al ensayo a realizar.
 - CE2.2** Ajustar instrumentos y equipos, definiendo el tipo de parámetros a emplear según la característica a medir y el instrumento a utilizar.
 - CE2.3** Describir el proceso de aplicación de una técnica no destructiva determinada mediante la elaboración de un esquema previo, secuencial y ordenado que pueda servir como instrucción o procedimiento de trabajo.
 - CE2.4** En un caso practico de un ensayo no destructivo de una determinada característica de un elemento aeroespacial de material compuesto, realizar las operaciones de inspección utilizando la técnica seleccionada e incluyendo los ajustes previos necesarios.
- C3:** Registrar los resultados obtenidos en el ensayo no destructivo, elaborando el informe correspondiente.

CE3.1 Organizar el registro de datos en los soportes adecuados dependiendo del tipo de elemento y del ensayo.

CE3.2 Describir con precisión y de forma legible las anomalías detectadas en los elementos inspeccionados de forma que permitan su posterior análisis y evaluación, siguiendo los criterios establecidos en las normas y procedimientos aplicables.

CE3.3 Realizar un informe de los resultados obtenidos expresando en el la identificación y las características de la pieza, la técnica no destructiva utilizada y su justificación y las observaciones significativas que se hayan producido durante el ensayo.

CE3.4 Describir los distintos gráficos de control en función de su aplicación.

CE3.5 Identificar alarmas o criterios de valoración de los gráficos de control.

CE3.6 En un supuesto práctico de un ensayo no destructivo de una determinada característica de un elemento aeroespacial de material compuesto, establecer los criterios de registro y realizar los informes que permitan evaluar los elementos inspeccionados de acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo.

C4: Medir magnitudes dimensionales, aplicando las técnicas metroológicas según normas establecidas.

CE4.1 Determinar las condiciones para adecuar el elemento a medir a la técnica a emplear, preparando la zona de medición.

CE4.2 Realizar la medición atendiendo a los requisitos del equipo empleado, característica a medir y tipo de pieza.

CE4.3 Describir el proceso de medición, mediante la elaboración de un esquema previo, secuencial y ordenado que pueda servir como instrucción o procedimiento de trabajo.

CE4.4 En un caso práctico de verificación dimensional de un elemento aeroespacial de material compuesto:

- Realizar las mediciones incluyendo el posicionamiento, nivelación, accesos, entre otras, del elemento.

- Realizar los ajustes de los equipos de medición.

- Organizar el registro de datos en los soportes adecuados dependiendo del tipo de elemento y de la medición realizada.

- Analizar los registros interpretando y evaluando los resultados de acuerdo a los criterios de aceptación o rechazo establecidos en las normas y procedimientos aplicables para corregir o eliminar los elementos no conformes.

- Realizar un informe de los resultados obtenidos expresando en él la identificación y las características de la pieza, la técnica empleada, los resultados obtenidos, la valoración de los resultados y las observaciones significativas que se hayan producido durante la medición.

C5: Identificar y caracterizar los defectos y anomalías que se producen en la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE5.1 Describir los defectos/anomalías a detectar de acuerdo con los tipos de elementos a inspeccionar.

CE5.2 Identificar los defectos y anomalías producidos en las distintas fases de fabricación.

CE5.3 Identificarlos defectos y anomalías típicos de la corrección de elementos de material compuesto.

CE5.4 Seleccionar equipos de ayuda y demás requisitos para realizar la observación con la capacidad de detectar los defectos y anomalías pedidas con la precisión requerida.

- C6:** Inspeccionar visualmente componentes aeroespaciales de material compuesto, tomando las medidas necesarias para obtener un resultado fiable.
- CE6.1** Determinar las condiciones para adecuar el elemento a medir a la técnica a emplear, preparando la zona de observación.
- CE6.2** Observar el elemento a inspeccionar identificando las defectos/anomalías que presente de acuerdo a los conceptos descritos en la documentación técnica.
- CE6.3** Medir el tamaño del defecto y ubicar su posición en la pieza.
- CE6.4** Comparar las características de los defectos/anomalías con las características del elemento recogidas en plano.
- CE6.5** Describir, croquizar, dimensionar el defecto de forma precisa y legible que permita su interpretación.
- CE6.6** En un caso práctico de observación de un elemento aeroespacial de material compuesto:
- Identificar y recopilar todas las indicaciones de defecto, anomalía e irregularidad que se detecten para su posterior evaluación y reporte, marcándolas sobre el elemento.
 - Organizar el registro de datos en los soportes adecuados dependiendo del tipo de elemento y de la observación realizada.
 - Interpretar los defectos y anomalías detectadas comparándolos con los criterios recogidos en las instrucciones técnicas aplicables para corregir o eliminar los elementos no conformes.
 - Realizar un informe de los resultados obtenidos expresando en él la identificación y las características de la pieza, la técnica empleada, los resultados obtenidos, la valoración de los resultados y las observaciones significativas que se hayan producido durante el ensayo.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C2 respecto a CE2.4; C4 respecto a CE4.4 y C6 respecto a CE6.6.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Contenidos

1 Principios físicos, limitaciones y elaboración de informes de los métodos de ultrasonidos y radiología industrial en ensayos no destructivos (END) aplicados en elementos aeroespaciales de material compuesto

Introducción y terminología, Campos de aplicación y limitaciones de las distintas técnicas. Principios físicos: mecánica de ondas, generación y recepción de ondas, piezoelectricidad y magnetostricción. Propiedades de la radiación X y gamma. Interacción de la radiación con la materia. Fuentes radiactivas. Condiciones medioambientales y de seguridad para la realización de los ensayos por estos métodos.

2 Técnicas de ensayos aplicados en elementos aeroespaciales de material compuesto

Equipos de ultrasonidos, palpadores y transductores. Tipos de transductor. Medios de acoplamiento. Instrumentos de medida: calibres, reglas milimetradas, entre otros.

Equipos de radiología industrial. Películas radiográficas. Sistemas de radioscopia, densitómetros, indicadores de calidad de imagen.

Ensayos de ultrasonidos por contacto. Ensayos de inmersión. Ensayos de pulso eco.

Técnicas radiográficas. Aplicación a los distintos materiales. Selección de parámetros en función de las características de la pieza y la sensibilidad requerida.

Medios de registro aplicables al método. Tipos de representación. Redacción de instrucciones técnicas.

3 Verificación y control dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto

Equipamiento para las mediciones dimensionales.

Equipos e instrumentos de medición, calibres de profundidad, altura, micrómetros de exterior, de profundidad, de interiores, mesas de planitud, escuadras, reglas, alexómetros, goniómetros, galgas, tampones pasa no-pasa, balanzas, endoscopios, rugosímetros, llaves dinamométricas (remaches-reparaciones), detectores de recubrimiento, durómetros, medidores de espesores, entre otros.

Útiles de calibración.

Técnicas de medición dimensional, geométrica y superficial.

Sistemas de medidas empleados en aeronáutica.

Conversión de medidas entre sistemas.

Conceptos de precisión, exactitud.

Tolerancias (distribución, acumulación), incertidumbre, conceptos metrológicos.

Limpieza aerodinámica.

Conceptos de montaje, interferencias, intercambiabilidad, entre otros.

Características de los equipos de medida. Técnicas de tratamiento estadístico (límites de control).

Medios de registro aplicables al método. Tipos de representación. Redacción de instrucciones técnicas.

Redacción de instrucciones técnicas para el equipo que realiza las mediciones.

Evaluación de los resultados de las mediciones, aceptación o rechazo de acuerdo con las normas aplicables en cada caso y grado de calidad requerida.

4 Gestión de sistema de calidad en aeronáutica

Sistema de calidad aeronáutica y verificación.

Tratamiento de las no conformidades.

Acciones correctoras.

Identificación de los estados de inspección.

Registros y trazabilidad.

5 Prevención de los 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.

6 Identificación de defectos en elementos aeroespaciales fabricados en material compuesto

Tipos de defectología en la materia prima.

Tipo de defectología originada durante las etapas del proceso.
Origen y causa de la defectología.
Aspectos y defectos típicos de las correcciones.
Ensayo de dureza de sellantes.
Croquización, definición del defecto.

7 Selección de equipos para inspecciones visuales de elementos aeroespaciales

Equipamiento para las inspecciones visuales.
Lentes de aumento, endoscopios, detectores de recubrimiento, reglas y flexómetros, Calibres de profundidad, altura, rugosímetros, sistemas de iluminación por fibra óptica, fotografía, video, tratamiento informático de la imagen.
Medios de registro aplicables al método.
Redacción de instrucciones técnicas para el equipo que realiza las mediciones.
Evaluación de los resultados de las inspecciones visuales, aceptación o rechazo de acuerdo con las normas aplicables en cada caso y grado de calidad requerida.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Taller de fabricación de elementos aeroespaciales de 300 m².
Aula polivalente de un mínimo de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:
 - Formación académica de Técnico Superior o de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.
 - Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.
2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 4

Mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel:	2
Código:	MF1848_2
Asociado a la UC:	UC1848_2 - Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto
Duración (horas):	120
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Obtener la información necesaria para realizar el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto analizando la documentación técnica.
- CE1.1** Interpretar la información contenida en la documentación técnica de fabricación que define el mecanizado del elemento.
 - CE1.2** Interpretar la simbología, elementos normalizados y vistas representados en el plano del elemento.
 - CE1.3** Identificar los diferentes tipos de materiales a mecanizar.
- C2:** Determinar, partiendo de la documentación técnica de fabricación, procesos para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto describiendo la secuencia de operaciones y especificando los parámetros de las mismas.
- CE2.1** Seleccionar la máquina herramienta en función de la operación, forma de la pieza y precisión a obtener.
 - CE2.2** Describir los procesos de mecanizado de elementos de material compuesto (corte, recantado, fresado, lijado, taladrado, mandrinado, lamado, avellanado y escariado).
 - CE2.3** Identificar los tipos de utillaje de mecanizado en función del trabajo a realizar.
 - CE2.4** Seleccionar las herramientas de mecanizado en función del trabajo a realizar.
 - CE2.5** Seleccionar útiles de mecanizado en función de la pieza a mecanizar y de las operaciones requeridas.
 - CE2.6** Seleccionar útiles de verificación.
 - CE2.7** Seleccionar los parámetros de mecanizado en función de la operación a realizar la forma a obtener y el material de la pieza.
- C3:** Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto operando máquinas y herramientas de mecanizado manual y CNC.
- CE3.1** Montar y desmontar el útil de mecanizado así como la pieza que se quiere mecanizar.
 - CE3.2** Tomar referencias de "0 pieza" y "0 máquina" e introducirlas en el CNC.
 - CE3.3** Operar máquinas herramientas (portátiles, convencionales y CNC) de mecanizado cumpliendo con la normativa de prevención de riesgos laborales.
 - CE3.4** Relacionar la causa, efecto en las anomalías generadas en las distintas operaciones de mecanizado de la pieza evaluando el impacto que tiene en la validez o no de pieza.
 - CE3.5** En varios casos prácticos donde se tengan que realizar las operaciones de mecanizado manual y automático de elementos aeroespaciales de materiales compuestos:

- Identificar la operación 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 la pieza o utillaje.
- Realizar el mecanizado de la pieza.
- Comprobar los resultados obtenidos por el mecanizado.
- Analizar las causas de los posibles defectos detectados y deducir las acciones a realizar.

C4: Emplear los equipos de protección individual y colectivos en función de las operaciones de mecanizado de elementos aeroespaciales que se van a realizar

CE4.1 Identificar los riesgos que pueden existir en el proceso de mecanizado de elementos de material compuesto.

CE4.2 Identificar los diferentes sistemas de protección visual, auditiva, respiratoria o física, tanto individuales como colectivos.

CE4.3 Seleccionar los sistemas de protección teniendo en cuenta su aplicación y las operaciones que se van a realizar.

CE4.4 Usar los equipos de protección de manera correcta, respetando en todo momento la normativa de prevención de riesgos laborales.

CE4.5 Manipular correctamente los equipos de protección, asegurando un correcto funcionamiento de los mismos.

CE4.6 Comprobar que los equipos de protección se encuentran en condiciones adecuadas para cumplir con la función esperada antes de su uso.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C3 respecto a CE3.5.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Contenidos

1 Interpretación de documentación técnica de fabricación de elementos aeroespaciales

Planos de fabricación.

Especificaciones de proceso.

Documentación de fabricación.

Terminología inglesa.

2 Caracterización de materiales aeroespaciales a mecanizar

Tipos de materiales: fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra de aramida (kevlar).

Tipos de tejidos: unidireccionales (cintas), bidireccionales.

Núcleos: tipos, materiales, densidad, tamaño de celdilla.

3 Procesos de mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto

Máquinas manuales.

Máquinas neumáticas.

Máquinas de control numérico.

Herramientas de corte: tipos, materiales y características.

Velocidad de avance.

Velocidad de corte.

Lubricantes.

Corte.

Recantado.

Fresado.

Lijado.

Taladrado, lamado, avellanado, escariado y mandrinado.

4 Selección del utillaje de mecanizado de elementos aeroespaciales

Tipos de útiles: recantado, taladrado, útiles soporte para máquinas de control numérico.

Codificación de los útiles.

5 Prevención de riesgos laborales y medioambientales en las operaciones de mecanizado 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.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Taller de fabricación de elementos aeroespaciales de 300 m².

Aula polivalente de un mínimo de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:

- Formación académica de Técnico Superior o de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 5

Curado de elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel:	2
Código:	MF1847_2
Asociado a la UC:	UC1847_2 - Curar elementos aeroespaciales de material compuesto
Duración (horas):	90
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Obtener la información necesaria para realizar el curado de laminados empleados en la fabricación de estructuras aeroespaciales analizando la documentación técnica de fabricación.
- CE1.1** Interpretar la simbología y elementos normalizados representados en planos de fabricación de piezas elementales y conjuntos de estructuras aeroespaciales.
 - CE1.2** Interpretar las diferentes vistas, cortes, secciones y detalles de planos de fabricación de piezas elementales y conjuntos de estructuras aeroespaciales.
 - CE1.3** En un supuesto práctico debidamente caracterizado, donde se dispone de la documentación técnica de fabricación de una estructura aeronáutica, compuesta de planos y proceso de fabricación, orden de trabajo, entre otros:
 - Identificar y caracterizar en el plano de fabricación los distintos elementos que componen un conjunto de curado en autoclave
 - Identificar y caracterizar en planos y otros documentos técnicos, los materiales empleados en la fabricación de las estructuras aeroespaciales.
 - Interpretar órdenes de producción, procesos de fabricación, manuales de fabricación.
- C2:** Prevenir los riesgos laborales y ambientales interpretando la normativa de prevención y protección ambiental en el curado de elementos aeroespaciales.
- CE2.1** Describir cómo afecta el orden, limpieza, señalización y proceso de curado, a la seguridad, riesgos laborales y medioambientales.
 - CE2.2** Identificar los riesgos que se puedan presentar en el proceso de curado de estructuras aeroespaciales
 - CE2.3** Describir cómo se utilizan de forma segura los equipos de trabajo y protección en los procesos de curado de elementos aeroespaciales.
- C3:** Aplicar los procedimientos de carga de autoclave para elementos aeroespaciales, cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.
- CE3.1** Describir los medios y dispositivo empleados en la manipulación y transporte de útiles de curado en su traslado hasta zona de autoclave para realizar la carga.
 - CE3.2** Describir los procedimientos de apertura, cierre, y carga de autoclave, la influencia de colocación de útiles de curado sobre carro de entrada de autoclave.

CE3.3 Interpretar los procedimientos de carga de autoclave de elementos aeroespaciales describiendo los procesos de conexión / desconexión de vacío y eléctrica de los útiles de curado a los cuadros de conexión del autoclave.

CE3.4 Describir las técnicas y variables de control según normativa para el aseguramiento de la estanqueidad de los útiles de curado durante la etapa de carga del autoclave

CE3.5 Describir las normas de seguridad que intervienen durante el proceso de carga de útiles de curado.

CE3.6 Caracterizar los elementos eléctricos (termopares), los elementos de conexión de vacío (válvulas) y los elementos auxiliares de conexión para un uso adecuado y correcto mantenimiento

CE3.7 Describir procedimiento de verificación previos (técnicos, de seguridad, de proceso) al cierre de puerta de autoclave

CE3.8 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizado por su documentación técnica de fabricación de componentes aeroespaciales, donde se tenga que realizar la carga de útiles de curado en el autoclave:

- Manipular y transportar los útiles hasta zona de curado utilizando los medios requeridos.
- Realizar la apertura de autoclave y extracción del carro de carga.
- Cargar los útiles cumpliendo las recomendaciones de situación, evitando colisiones y/o interferencias con el autoclave a la introducción del carro y comprobando que los parámetros del ciclo corresponden con los requeridos por los elementos.
- Completar el conexión eléctrico y de vacío de los útiles al autoclave.
- Verificar que el conexión es correcto mediante las señales en el panel de control
- Realizar el cierre de autoclave cumpliendo el procedimiento de cierre.
- Utilizar los EPI's en el proceso de carga.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos labores y salud laboral y medio ambiente.

C4: Operar el autoclave para el curado de elementos aeroespaciales, controlando la evolución del comportamiento de los parámetros del ciclo establecido.

CE4.1 Convertir unidades de diferentes sistemas empleados en autoclaves, tales como Sistema Internacional de unidades SI, British Standards BS.

CE4.2 Identificar y caracterizar las máquinas autoclave de curado de estructuras de aeroespaciales.

CE4.3 Interpretar los sistemas de registro de parámetros de control de ciclo de autoclave y los documentos que se asocian en el curado de elementos.

CE4.4 Describir las causas de parada o detención del ciclo de autoclave y sus correspondientes procedimientos de actuación.

CE4.5 Describir y relacionar los procesos de como corregir y compensar desviaciones de los parámetros en la ejecución de un ciclo de curado relacionándolos con la causa (fallo en estanqueidad, pérdida de señal de vacío, inercia/resistencia térmica de la masa metálica).

CE4.6 Describir y evaluar los parámetros de control tras parada en función de los registros del ciclo de autoclave para la posible reanudación del ciclo sobre las piezas ya cargadas.

CE4.7 Describir protocolo de actuación en caso de accidente o emergencia en autoclave.

CE4.8 Describir e interpretar las fases de realización de un ciclo de autoclave y el rango de los parámetros representativos de cada una de ellas, relacionándolo con la transformación polimérica de elementos aeroespaciales.

CE4.9 Describir los procedimientos de apertura, cierre, y carga de autoclave y la influencia de colocación de útiles de curado sobre carro de entrada de autoclave.

CE4.10 En varios casos prácticos, donde se tengan que realizar curados de elementos aeroespaciales de material compuesto en el autoclave convenientemente caracterizado por su 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 en caso de desviación respecto a la referencia.
- Controlar la evolución del proceso de curado.
- Elaborar un informe de desviaciones detectadas durante el ciclo de autoclave.
- Cumplimentar la documentación requerida por trazabilidad.
- Utilizar los EPI's en el proceso de carga.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos labores y salud laboral y medio ambiente.

C5: Descargar los útiles de curado o los elementos aeroespaciales de material compuesto curado del autoclave aplicando procedimientos de descarga y cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.

CE5.1 Describir los procesos de conexionado / desconexión de vacío y eléctrica de los útiles de curado a los cuadros de conexión del autoclave

CE5.2 Describir las normas de seguridad que intervienen durante el proceso de descarga de útiles de curado.

CE5.3 Describir los procedimientos de apertura, cierre, y carga de autoclave y los parámetros de seguridad antes de apertura de puerta.

CE5.4 Describir los medios y dispositivo empleados en la manipulación y transporte de útiles de curado en la fase de descarga de autoclave.

CE5.5 En un caso práctico donde se tengan que descargar útiles o elementos aeroespaciales de material compuesto del autoclave debidamente caracterizado por su documentación técnica de fabricación:

- Preparar los medios y herramientas requeridas
- Realizar apertura de puerta de autoclave siguiendo las instrucciones del proceso
- Extraer y descargar los útiles de curado del autoclave utilizando los medios adecuados
- Utilizar los EPI's en el proceso de carga
- Aplicar las normas de prevención de riesgos labores y salud laboral y medio ambiente.

C6: Desmoldear elementos aeroespaciales del útil de curado siguiendo las fases y secuencia de desmoldeo descritas en la documentación técnica.

CE6.1 Identificar y caracterizar los medios empleados en la manipulación y transporte de útiles de curado en la fase de descarga de autoclave.

CE6.2 Identificar y caracterizar los elementos de protección individual.

CE6.3 Describir las fases y secuencia de desmoldeo de un conjunto sobre los útiles de curado diferenciando entre bolsa de vacío y molde cerrado.

CE6.4 Identificar los criterios de inspección y verificación aplicables a los elementos curados y desmoldeados.

CE6.5 Identificar y caracterizar las herramientas y máquinas de taladrado, inspección y desmoldeo para piezas sobre útiles de curado.

CE6.6 Relacionar la causa, efecto en las anomalías detectadas en el desmoldeo de la pieza (parcial o total) evaluando el impacto que tiene en la validez o no de pieza.

CE6.7 En varios casos prácticos, convenientemente caracterizado por su documentación técnica de fabricación, donde se tenga que realizar el desmoldeo de elementos aeroespaciales:

- Preparar los medios y herramientas requeridas.
- Realizar el desmoldeo de la pieza siguiendo el procedimiento descrito en la documentación.
- Verificar mediante inspección visual los elementos comprobando ausencia de roces, arrugas, depresiones, abultamientos, zonas de diferente coloración, falta de resina, entre otros.
- Reportar mediante informe los defectos detectados en la inspección, indicando la relación causa, efecto si es posible.
- Cumplimentar la documentación requerida por trazabilidad.
- Utilizar los EPIs en el proceso de carga.
- Aplicar las normas de prevención de riesgos labores y salud laboral y medio ambiente.

Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C3 respecto a CE3.8, C4 respecto a CE4.10, C5 respecto a CE5.5 y C6 respecto a CE6.7.

Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.
Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.
Reconocer el proceso productivo de la organización.
Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.
Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Contenidos

1 Interpretación de documentación técnica de fabricación de estructuras aeroespaciales

Sistemas de representación gráfica americano y europeo: Vistas y secciones. Tipos de líneas.
Sistemas de representación en tres dimensiones. Simbología específica del sector aeroespacial.
Normalización. Acotación. Tolerancias.
Ordenes de trabajo, proceso de trabajo. Rutas de fabricación. Diagramas de trabajo.
Normas técnicas de fabricación en material compuesto.
Características de los sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad.

2 Carga y descarga en autoclave de elementos aeroespaciales

Manipulación conjuntos útil + laminados: carretillas elevadoras, puente grúa, placa de apoyo rodante multi-rodillo.
Puntos de izado y estabilidad: eslingas y sistemas auxiliares de izado (cáncamos de izado, ganchos de elevación, pórticos de elevación de doble tiro).
Máquinas de curado: Autoclave. Panel de control. Apertura y cierre de puerta. Termopares, tomas de vacío.
Máquinas de curado: Sicoteva. Panel de control, termopares, tomas de vacío.
Comprobaciones de estanqueidad: equipos manuales de detección.
Esquemas de conexionado de vacío y eléctricos.

3 Ejecución y control de un ciclo de autoclave para estructuras aeroespaciales

Máquinas de curado: Autoclave. Panel de control. Apertura y cierre de puerta. Termopares, tomas de vacío.
Máquinas de curado: Sicoteva. Panel de control, termopares, tomas de vacío.
Parámetros de control: estanqueidad de la bolsa de vacío, temperatura de curado, presión de curado.

Manuales de operación e instrucciones técnicas de trabajo.

4 Desmoldeo de elementos aeroespaciales

Medios y herramientas de ayuda al desmoldeo: extractores, herramientas básicas manuales, robots de desmoldeo.

Sistemas de izado: puente grúa, polipastos, cuñas de separación, entre otros.

Utillaje: módulos y moldes de curado, útiles de curado, pisos de curado.

Elementos de conexionado eléctrico y de vacío.

Comprobaciones de estanqueidad: equipos manuales de detección.

Plantillas de referenciado y taladrado. Máquinas neumáticas de taladrado. Aspiración por aire.

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

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Taller de fabricación de elementos aeroespaciales de 300 m².

Aula polivalente de un mínimo de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el curado de elementos aeroespaciales de material compuesto, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:

- Formación académica de Técnico Superior o de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.