

CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

Fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos

Familia Profesional:	Fabricación Mecánica
Nivel:	3
Código:	FME558_3
Estado:	BOE
Publicación:	RD 1023/2024
Referencia Normativa:	RD 566/2011

Competencia general

Fabricar piezas y elementos de estructuras aeroespaciales, realizando operaciones de moldeo manual o automático, curado y mecanizado de material compuesto de matriz polimérica, verificando los productos fabricados y efectuando la corrección de los defectos detectados, controlando la puesta a punto de instalaciones, máquinas y utillaje empleados, siguiendo procedimientos establecidos en órdenes e instrucciones de trabajo, cumpliendo con las normas de calidad y los planes sobre prevención de riesgos laborales y medioambientales y gestión de residuos de la empresa, así como con la normativa sobre gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD).

Unidades de competencia

- UC1845_3:** Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual
- UC1846_3:** Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático
- UC1847_3:** Curar elementos aeroespaciales de material compuesto
- UC1848_3:** Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto
- UC1849_3:** Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto
- UC2813_3:** Realizar acciones correctivas sobre elementos aeroespaciales de material compuesto

Entorno Profesional

Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área de producción dedicada a la fabricación de elementos aeroespaciales con materiales compuestos y a la corrección de defectos, en entidades de naturaleza pública o privada, en grandes, medianas y pequeñas empresas, tanto por cuenta propia como ajena, con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo de fabricación mecánica, en el subsector de fabricación aeronáutica.

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.

- Cortadores de telas y laminadores manuales de materiales compuestos para la fabricación de elementos aeroespaciales.
- Controladores de fabricación con máquinas de encintado para elementos aeroespaciales
- Controladores de autoclave para polimerización de materiales compuestos en elementos aeroespaciales
- Controladores de mecanizado de piezas de material compuesto de elementos aeroespaciales
- Verificadores de elementos aeroespaciales de material compuesto
- Rectificadores de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto

Formación Asociada (750 horas)

Módulos Formativos

- MF1845_3:** Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual (240 horas)
- MF1846_3:** Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático (150 horas)
- MF1847_3:** Curado de elementos aeroespaciales de material compuesto (90 horas)
- MF1848_3:** Mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto (90 horas)
- MF1849_3:** Verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto (90 horas)
- MF2813_3:** Realización de acciones correctivas sobre elementos aeroespaciales de material compuesto (90 horas)

UNIDAD DE COMPETENCIA 1

Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual

Nivel: 3
Código: UC1845_3
Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Realizar el acopio de materiales para producir, por moldeo manual, elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto, consultando la lista de materiales, a partir de los planos de fabricación y según el libro de laminado (Hand Lay Up).

CR1.1 La información técnica para el acopio de los materiales se obtiene, interpretando las instrucciones de almacenamiento y manipulación, así como los planos, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR1.2 El acopio de los materiales se lleva a cabo, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, en función del tipo de material.

CR1.3 Las zonas de trabajo de cada proceso de fabricación se mantienen en condiciones de limpieza, orden, seguridad y protección medioambiental, observando las exigencias de temperatura, humedad, presión, entre otras, relativas a los materiales a utilizar y a las operaciones a efectuar.

CR1.4 Los materiales que hayan estado almacenados en zonas refrigeradas se atemperan, controlando el tiempo de permanencia fuera de ellas en caso de no ser utilizados, desembolsándolos y manipulándolos en condiciones de seguridad.

CR1.5 Los materiales se trasladan a las zonas de corte, empleando los medios de transporte que garanticen las condiciones de seguridad y protección medioambiental, cumpliendo con las normas de acceso a las áreas limpias y manteniendo sus propiedades.

CR1.6 Los materiales a utilizar se colocan en mesas de trabajo o rollers, entre otros medios auxiliares, manipulándolos en función de sus características y propiedades.

CR1.7 La información sobre los materiales recibidos o utilizados se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR1.8 Los residuos o desechos generados en la manipulación de materiales se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP2: Obtener preformas para producir, por moldeo manual, formas complejas de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto, efectuando operaciones de corte, empleando plantillas limpias e identificadas, a partir de los planos de fabricación y según el libro de laminado.

CR2.1 Los materiales se cortan en áreas limpias, controlando las condiciones de temperatura, humedad y ausencia de polvo, interpretando los planos y el libro de laminado, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR2.2 Los útiles auxiliares de corte se posicionan, fijándolos con elementos de sujeción y manteniéndolos limpios y ordenados.

CR2.3 Las herramientas de corte (cuchillas, tijeras, entre otras) se examinan, comprobando su estado de uso, cambiándolas si pierden la capacidad de corte o no se consigue el resultado final indicado en los planos.

CR2.4 El envejecimiento del material preimpregnado se evita, asegurando que su protección plástica se mantiene durante el proceso de corte, controlando el tiempo de permanencia a temperatura ambiente durante su manipulación, moldeo y apilamiento.

CR2.5 El corte de telas por el procedimiento manual se efectúa en mesas específicas para cada operación, empleando plantillas limpias e identificadas mediante referencia, o bien proyección sobre el útil, según el libro de laminado.

CR2.6 Las preformas obtenidas se verifican, comprobando que se ajustan a los planos, registrando la información en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR2.7 El material cortado se embolsa, verificando la estanqueidad e identificándolo mediante etiquetado que especifique el tiempo de vida útil, asegurando la trazabilidad.

CR2.8 Los residuos o desechos generados en la obtención de preformas se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP3: Efectuar la preparación de útiles para producir, por moldeo manual, elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto, comprobando su estado y limpiándolos en zonas específicas delimitadas, empleando disolventes y desmoldeantes en sucesivas capas y direcciones alternas.

CR3.1 Los útiles y sus componentes (moldes, plantillas, entre otros) se preparan, aplicando productos o películas de protección superficial, siguiendo las instrucciones de los manuales de uso y mantenimiento, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede.

CR3.2 Los útiles y sus componentes se revisan, verificando su fecha de calibración, comprobando su estado de uso durante el proceso de fabricación y manteniéndolos libres de óxido, golpes, arañazos, suciedad y contaminación.

CR3.3 Los útiles se trasladan a la zona de fabricación de las elementales o componentes, empleando medios de transporte como puentes grúa o carretillas elevadoras, entre otros, garantizando las condiciones de seguridad y protección medioambiental, cumpliendo con las normas de acceso a las áreas limpias.

CR3.4 La limpieza de los útiles se efectúa en zonas específicas delimitadas donde no haya concentración de gases, aplicando disolventes como Metil Etil Cetona (MEK) mediante estropajos o trapos libres de pelusa, así como desmoldeantes en sucesivas capas.

CR3.5 El desmoldeante se aplica, limpio de residuos y de manera uniforme, respetando los tiempos de secado y cambiando de sentido en cada capa.

CR3.6 Los disolventes y agentes desmoldeantes se manipulan, siguiendo las indicaciones de las fichas técnicas de producto, empleando Equipos de Protección Individual (EPI), respiratorios y guantes, entre otros.

CR3.7 Los residuos o desechos generados en la preparación de útiles de moldeo manual se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP4: Obtener laminados para producir, por moldeo manual, placas de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto, posicionando y fijando los útiles, apilando las telas y compactando, a partir de los planos de fabricación y según las instrucciones de moldeo manual.

CR4.1 El acopio de preformas para la obtención de laminados se efectúa, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, en función del tipo de material.

CR4.2 Las zonas de trabajo para la obtención de laminados se mantienen en condiciones de limpieza, orden, seguridad y protección medioambiental, observando las exigencias de temperatura, humedad, entre otras, relativas a los materiales a utilizar y a las áreas limpias.

CR4.3 La información técnica para montar las capas de material se obtiene, interpretando los planos y las instrucciones de moldeo manual, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR4.4 Los útiles auxiliares de moldeo manual se posicionan, fijándolos con elementos de sujeción y manteniéndolos limpios y ordenados.

CR4.5 Las telas se apilan sobre el útil durante el moldeo, observando la orientación de las fibras marcada en las plantillas o en proyecciones, así como en los planos, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR4.6 Las compactaciones del laminado se llevan a cabo en función del número de capas, considerando las características del material que se utiliza y según los planos.

CR4.7 La información sobre la obtención de los laminados se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR4.8 Los residuos o desechos generados en la obtención de laminados se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP5: Conformar laminados, partiendo de laminados planos, para moldear elementos aeroespaciales de material compuesto, controlando las condiciones ambientales, empleando útiles y máquinas de conformado en caliente (hot-forming), a partir de los planos de fabricación.

CR5.1 El acopio de los laminados planos se efectúa, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, en función del tipo de material.

CR5.2 Las zonas de trabajo para el conformado en caliente de laminados se mantienen en condiciones de limpieza, orden, seguridad y protección medioambiental, observando las exigencias de temperatura, humedad, entre otras, relativas a los materiales a utilizar y a las áreas limpias.

CR5.3 La selección del tipo de conformado en caliente se efectúa, determinando parámetros como tiempo, temperatura, presión, entre otros, en función del material del laminado.

CR5.4 La unión de laminados conformados se ejecuta, empleando medios mecánicos parametrizados como brazos robóticos, entre otros.

CR5.5 El desmoldeo de las elementales resultantes se efectúa, procurando que no se produzcan deformaciones, arrugas o deshilachados.

CR5.6 Los laminados conformados obtenidos se reservan, protegiéndolos con embalajes o fundas para evitar deterioros hasta su posterior uso.

CR5.7 La información sobre el conformado en caliente de laminados (datos del material utilizado, ciclos de temperatura, entre otros) se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR5.8 Los residuos o desechos generados en el conformado en caliente de laminados se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP6: Realizar la bolsa de vacío para llevar a cabo la polimerización de elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo manual,

asegurando su fijación contra la superficie de la pieza, conectando los dispositivos de control y registro como termopares y tomas de vacío.

CR6.1 El acopio de los materiales a utilizar en la polimerización de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual se efectúa, considerando las características y propiedades del material (tejido pelable, películas de protección, mantas de aireación, masilla, bolsas/sacos, tomas de vacío, entre otros).

CR6.2 Los materiales a utilizar en la ejecución de la bolsa de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual se posicionan, fijándolos y manteniéndolos limpios y ordenados.

CR6.3 Los dispositivos de control y registro (termopares y tomas de vacío) se colocan en la bolsa, atendiendo a lo indicado en los planos, en función de las características de la pieza.

CR6.4 La bolsa de vacío se revisa antes del proceso de curado, verificando su estado y comprobando su estanqueidad, detectando puentes o zonas susceptibles de rotura.

CR6.5 La bolsa de vacío se mantiene hasta el proceso de curado, conectando las tomas al equipo de vacío mediante mangueras, comprobando la presión y la ausencia de fugas.

CR6.6 La información sobre la ejecución de la bolsa de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR6.7 Los residuos o desechos generados en la ejecución de la bolsa de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP7: Unir elementos de material compuesto obtenidos por moldeo manual, previo posicionado en utillajes, para fabricar estructuras aeroespaciales, integrando útiles, laminados y elementales o componentes, a partir de los planos de montaje.

CR7.1 La información técnica para unir las elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo manual se obtiene, interpretando los planos y las instrucciones de unión, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR7.2 El acopio de elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo manual se efectúa, siguiendo los planos de montaje y observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras.

CR7.3 Las zonas de trabajo para la unión de laminados y elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo manual se mantienen en condiciones de limpieza, orden, seguridad y protección medioambiental, observando las exigencias de temperatura, humedad, entre otras, relativas a las áreas limpias.

CR7.4 Los útiles a preparar se trasladan a la zona de unión, empleando medios de transporte como plataformas eléctricas, patines neumáticos, puentes grúa, entre otros, garantizando las condiciones de seguridad y protección medioambiental.

CR7.5 Los útiles se integran en el rack de volteo, verificando su estado, calibración y posicionamiento antes de la unión.

CR7.6 Los laminados (material conformado en caliente) y elementales o componentes, junto con las probetas de control, se integran dentro de sus respectivos útiles, verificando su dirección de apilado.

CR7.7 La integración de los subconjuntos de material compuesto fabricados por moldeo manual se ejecuta, empleando el método de unión indicado en los planos de montaje.

CR7.8 La información sobre la integración de laminados, elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo manual se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

Contexto profesional

Medios de producción

Materiales preimpregnados. Materiales auxiliares, productos y películas de protección superficial, disolventes, desmoldeantes. Utillajes. Medios de manipulación y transporte. Sistemas de elevación. Herramientas de corte manual. Máquinas de conformado. Instrumentos de medida dimensional. Cinta de fijación autoadhesiva. Conectores de vacío. Estufas, neveras, volteadores, dosificadores y mezcladores. Zonas refrigeradas. Áreas limpias. Instalaciones de almacenamiento. Equipos de protección individual y colectiva.

Productos y resultados

Acopio de materiales para moldeo manual de material compuesto, efectuado. Preformas para moldeo manual de formas complejas de material compuesto, obtenidas. Útiles para moldeo manual de material compuesto, preparados. Laminados para moldeo manual de placas de material compuesto, obtenidos. Laminados de material compuesto, conformados en caliente. Bolsa de vacío para elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo manual, ejecutada. Elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo manual, unidos después de ser posicionados en utillajes para integración.

Información utilizada o generada

Normativa sobre protección del medio ambiente. Normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Programa de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD). Normas generales de organización y producción del fabricante. Normas de calidad del fabricante. Plan sobre prevención de riesgos laborales y medioambientales del fabricante. Plan sobre gestión de residuos del fabricante. Normas de fabricación por moldeo manual con material compuesto. Especificaciones técnicas de los materiales auxiliares utilizados. Manuales de equipos y máquinas. Planificación de fabricación. Hoja de planificación. Documentación del elemento aeroespacial. Planos de montaje y de detalle. Planos de utillaje. Órdenes de fabricación. Instrucciones de trabajo. Libros de laminado (Hand Lay Up). Tarjetas de Circulación y de Procesos. Registros para la trazabilidad de productos y procesos.

UNIDAD DE COMPETENCIA 2

Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático

Nivel: 3

Código: UC1846_3

Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Efectuar la preparación de materias primas y superficies de encintado para producir, por moldeo automático, elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto, atemperándolas según las exigencias ambientales, comprobando la ausencia de irregularidades o defectos, a partir de los planos de fabricación.

CR1.1 Las materias primas como material compuesto, fibra de vidrio, adhesivo, entre otros, se identifican, comprobando las etiquetas y las cantidades, verificando que se corresponden con lo indicado en los planos.

CR1.2 Las materias primas que hayan estado almacenadas en zonas refrigeradas se atemperan, controlando el tiempo de permanencia fuera de ellas en caso de no ser utilizadas, manteniéndolas en un ambiente controlado de humedad y temperatura antes de su utilización.

CR1.3 Las zonas de trabajo de encintado se mantienen en condiciones de limpieza, orden, seguridad y protección medioambiental, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, presión, ausencia de partículas, entre otras, relativas al material compuesto sin curar.

CR1.4 La superficie de encintado se prepara, empleando materiales auxiliares u otras materias primas avionables como productos o películas de protección, desmoldeantes, entre otros, confirmando la ausencia de irregularidades, defectos u objetos extraños antes del comienzo del proceso de encintado.

CR1.5 Los útiles (superficies) de encintado o laminado se manipulan, trasladándolos con medios de transporte como plataformas eléctricas, patines neumáticos, puentes grúa, entre otros, garantizando las condiciones de seguridad y protección medioambiental.

CR1.6 La superficie de encintado se posiciona dentro de los límites de trabajo de la máquina, nivelándola mediante el uso de medios auxiliares de soporte, siguiendo el manual de la misma, interpretándolo en una segunda lengua extranjera, si procede.

CR1.7 La información sobre los materiales recibidos o utilizados se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR1.8 Los residuos o desechos generados en la preparación de materias primas y superficies de encintado se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP2: Encintar material compuesto sobre superficies planas o curvas para producir, por moldeo automático, formas complejas de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales, empleando tecnologías de Control Numérico Computarizado (CNC), efectuando la toma inicial de referencias, a partir de los

planos de fabricación y teniendo en cuenta lo indicado en el manual de la máquina, interpretándolo en una segunda lengua extranjera, si procede.

CR2.1 El material compuesto se manipula, cargándolo en el equipo automático de encintado "Automated Tape Laying" (ATL) o "Automated Fiber Placement" (AFP), empleando medios auxiliares como el sistema ingrávito, el cargador de rollos, entre otros.

CR2.2 La toma inicial de referencias de la superficie de encintado se efectúa, mediante el proceso de rototraslación, siguiendo el manual de la máquina.

CR2.3 El programa seleccionado en el equipo automático para la deposición de material sobre la superficie de encintado se ejecuta, considerando las características de la pieza.

CR2.4 El comportamiento de la materia prima (material compuesto, fibra de vidrio, adhesivo, entre otros) se comprueba, controlando parámetros como temperatura y velocidad, entre otros, manteniendo los límites admisibles de trabajo durante el proceso de fabricación.

CR2.5 El envejecimiento del material preimpregnado se evita, controlando el tiempo de permanencia a temperatura ambiente durante las operaciones de encintado.

CR2.6 Los equipos automáticos empleados se comprueban, según el plan de revisiones y mantenimiento incluido en el manual de la máquina, garantizando su funcionamiento en condiciones de seguridad.

CR2.7 Las anomalías del proceso de encintado se comprueban, verificando los registros automáticos del histórico de la pieza.

CR2.8 Los residuos o desechos generados en el encintado se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP3: Efectuar la preparación de laminados de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto para proceder al corte automático, protegiéndolos durante su transferencia e inmovilizándolos y controlando las condiciones ambientales.

CR3.1 Los laminados se transfieren a la mesa de corte, empleando medios auxiliares y protegiéndolos durante el transporte para evitar deterioros.

CR3.2 El laminado a cortar se inmoviliza contra la mesa de corte, empleando medios auxiliares de sujeción como puntos de cogida, pasadores, entre otros, asegurando la exactitud del corte.

CR3.3 Las zonas de trabajo se mantienen en condiciones de limpieza, orden, seguridad y protección medioambiental, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, entre otras, relativas a las áreas limpias.

CR3.4 La información sobre el corte automático de laminados se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR3.5 Los residuos o desechos generados en la preparación de laminados para el corte automático se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP4: Cortar laminados de elementales o componentes de estructuras aeroespaciales de material compuesto sobre superficies para obtener la geometría final de las piezas, a partir de los planos de fabricación, efectuando la toma inicial de referencias, empleando máquinas automáticas de Control Numérico Computarizado (CNC).

CR4.1 La información técnica para el corte automático de laminados se obtiene, interpretando los planos, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR4.2 La toma inicial de referencias sobre los laminados se efectúa, aplicando los límites en función de las características de la pieza.

CR4.3 La herramienta de corte se examina, comprobando su estado de uso, cambiándola si pierde la capacidad de corte o no se consigue el resultado final indicado en los planos.

CR4.4 El programa de corte seleccionado se ejecuta, ajustando parámetros en máquina como velocidad, número de pasadas, entre otros, en función de las características del laminado a cortar.

CR4.5 Las piezas cortadas se revisan, comprobando su geometría, identificándolas, clasificándolas y agrupándolas según resultado obtenido en la operación de corte automático.

CR4.6 El envejecimiento del material preimpregnado se evita, controlando el tiempo de permanencia a temperatura ambiente durante las operaciones de corte automático.

CR4.7 Las anomalías del proceso de corte se comprueban, verificando los registros automáticos del histórico de la pieza.

CR4.8 Los residuos o desechos generados en el corte automático se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP5: Realizar la bolsa de vacío para llevar a cabo la polimerización de elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo automático, asegurando su fijación contra la superficie de la pieza, conectando los dispositivos de control y registro como termopares y tomas de vacío.

CR5.1 El acopio de los materiales a utilizar en la polimerización de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático se efectúa, considerando las características y propiedades del material (tejido pelable, películas de protección, mantas de aireación, masilla, bolsas/sacos, tomas de vacío, entre otros).

CR5.2 Los materiales a utilizar en la ejecución de la bolsa de vacío de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático se posicionan, fijándolos y manteniéndolos limpios y ordenados.

CR5.3 Los dispositivos de control y registro (termopares y tomas de vacío) se colocan en la bolsa, atendiendo a lo indicado en los planos, en función de las características de la pieza.

CR5.4 La bolsa de vacío se revisa antes del proceso de curado, verificando su estado y comprobando su estanqueidad, detectando puentes o zonas susceptibles de rotura.

CR5.5 La bolsa de vacío se mantiene hasta el proceso de curado, conectando las tomas al equipo de vacío mediante mangueras, comprobando la presión y la ausencia de fugas.

CR5.6 La información sobre la ejecución de la bolsa de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR5.7 Los residuos o desechos generados en la ejecución de la bolsa de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP6: Unir elementos de material compuesto obtenidos por moldeo automático, previo posicionado en utillajes, para fabricar estructuras aeroespaciales, integrando útiles, laminados y elementales o componentes, a partir de los planos de montaje.

CR6.1 La información técnica para unir las elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo automático se obtiene, interpretando los planos de unión de los

elementos aeroespaciales, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR6.2 El acopio de las elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo automático se efectúa, siguiendo los planos de montaje, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras.

CR6.3 Las zonas de trabajo para la unión de laminados y elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo automático se mantienen en condiciones de limpieza, orden, seguridad y protección medioambiental, observando las exigencias de temperatura, humedad, entre otras, relativas a las áreas limpias.

CR6.4 Los útiles a preparar se trasladan a la zona de unión, empleando medios de transporte como plataformas eléctricas, patines neumáticos, puentes grúa, entre otros, garantizando las condiciones de seguridad y protección medioambiental.

CR6.5 Los útiles se integran en el rack de volteo, verificando su posicionamiento antes de la unión.

CR6.6 Los laminados y elementales o componentes, junto con las probetas de control, se integran dentro sus respectivos útiles, verificando su posicionamiento.

CR6.7 La integración de los subconjuntos de material compuesto fabricados por moldeo automático se ejecuta, empleando el método de unión indicado en los planos de montaje.

CR6.8 La información sobre la integración de laminados, elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo automático se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

Contexto profesional

Medios de producción

Medios de manipulación y transporte. Sistemas de elevación. Sistemas de posicionado. Útiles de encintado/curado. Materiales auxiliares para el encintado (productos y películas de protección, desmoldeantes, entre otros). Máquinas de CNC para encintado de laminados. Equipos automáticos de encintado ATL o AFP. Máquinas de CNC para corte de laminados. Sistemas informáticos (equipos y aplicaciones) de máquinas de CNC (cámaras, calor, rebobinado). Mesas de encintado. Plantillas de referenciado. Herramientas de corte manual. Instrumentos de medida dimensional. Llaves de apriete. Cinta de fijación autoadhesiva. Conectores de vacío. Mesas de transporte de laminados. Zonas refrigeradas. Áreas limpias. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva.

Productos y resultados

Preparación de materias primas y superficies de encintado de material compuesto, efectuada. Encintado de material compuesto sobre superficies planas o curvas, efectuado. Laminados de material compuesto, preparados para el corte automático. Corte automático de laminados de material compuesto sobre superficies, efectuado. Bolsa de vacío para para elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo automático, ejecutada. Elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo automático, unidos después de ser posicionados en utillajes para integración.

Información utilizada o generada

Normativa sobre protección del medio ambiente. Normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Programa de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD). Normas generales de organización y producción del fabricante. Normas de calidad del fabricante. Plan sobre prevención de riesgos laborales y medioambientales del fabricante. Plan sobre gestión de residuos del fabricante. Normas de fabricación por moldeo automático con material compuesto. Procedimientos de encintado automático. Procedimientos de corte automático. Especificaciones técnicas de los materiales auxiliares utilizados.

Manuales de máquinas automáticas de encintado y corte. Planificación de fabricación. Hoja de planificación. Documentación del elemento aeroespacial. Planos, modelos tridimensionales. Planos de montaje y de detalle. Planos de utillaje. Órdenes de fabricación. Instrucciones de trabajo. Instrucciones estándar de operación. Tarjetas de Circulación y de Procesos. Registros para la trazabilidad de productos y procesos.

UNIDAD DE COMPETENCIA 3

Curar elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel: 3
Código: UC1847_3
Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Cargar en el autoclave elementos aeroespaciales de material compuesto para proceder su curado o transformación polimérica, empleando los equipos de transporte y posicionamiento, efectuando los conexionados eléctricos y de vacío.

CR1.1 Los conjuntos a curar (útiles de curado + elementos semielaborados) se comprueban, confirmando su estanquidad tanto antes como después de posicionarlos en el carro de transporte y manipularlos para efectuar la carga en el autoclave.

CR1.2 Los útiles de curado y los elementos semielaborados se manipulan, empleando equipos periféricos como sistemas elevadores, carretillas elevadoras, entre otros, posicionándolos sobre el carro de carga y descarga del autoclave y desplazándolos hasta su interior.

CR1.3 Los termopares se encajan en las tomas eléctricas internas del autoclave, siguiendo el esquema de conexionado, comprobando su ajuste antes del cierre de la puerta.

CR1.4 Las tuberías de vacío del autoclave se revisan antes de su conexión, comprobando su estado de uso y conservación, confirmando que se mantienen limpias y ordenadas.

CR1.5 Las conexiones de las tomas de vacío se efectúan, siguiendo el esquema de conexionado, considerando las características del elemento.

CR1.6 El cierre de la puerta del autoclave se efectúa, habiendo comprobado los conexionados eléctricos y de vacío, aplicando normas de seguridad específicas.

CR1.7 Las desviaciones o incidencias se reportan, registrándolas en la documentación del proceso o empleando aplicaciones informáticas desarrolladas a tal efecto, procediendo según protocolo específico.

RP2: Polimerizar la resina en elementos aeroespaciales de material compuesto para obtener las piezas endurecidas, mediante curado en autoclave, verificando los conexionados eléctricos y de vacío, ajustando los parámetros de actuación y de control del ciclo.

CR2.1 La información técnica para llevar a cabo la polimerización se obtiene, consultando las instrucciones de los ciclos curado.

CR2.2 Los equipos y máquinas empleados en el proceso de curado se verifican antes de su uso, comprobando su estado de limpieza y mantenimiento, confirmando que la fecha de calibración está vigente.

CR2.3 Los conexionados al autoclave (eléctricos y de vacío) se verifican, mediante la comprobación de señal en los instrumentos de medida del panel de control del puesto de mando, recogiendo el esquema efectuado en la documentación del proceso.

CR2.4 Los parámetros de actuación y de control del ciclo de curado (gradiente, temperatura máxima, entre otros) se ajustan, comprobando que se mantienen dentro de los límites definidos en ella.

CR2.5 El ciclo de curado se ejecuta, controlando los parámetros de temperatura, presión y tiempo, considerando las características del elemento.

CR2.6 Las desviaciones o incidencias se reportan, registrándolas en la documentación del proceso o empleando aplicaciones informáticas desarrolladas a tal efecto, procediendo según protocolo específico.

CR2.7 La información sobre la ejecución del ciclo de curado se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR2.8 El plan de actuación en situaciones de fallo técnico o suceso grave se activa, a partir del aviso de alguno de los parámetros críticos de control del proceso, reportándolo a la persona encargada.

RP3: Descargar del autoclave elementos aeroespaciales de material compuesto para proceder al desmoldeo, retirando los conexiones eléctricos y de vacío, empleando equipos de transporte y posicionamiento.

CR3.1 La puerta del autoclave se abre, comprobando que se cumplen las condiciones de apertura detalladas en los procedimientos de descarga indicados en los manuales de la máquina, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, aplicando normas de seguridad específicas.

CR3.2 Las conexiones del conjunto (termopares y tomas de vacío) se desconectan una vez terminado el ciclo de curado, retirándolas de los conectores internos del autoclave.

CR3.3 La bolsa de vacío para el curado se verifica, descartando que se hayan producido fallos en su cierre, así como daños en la misma.

CR3.4 Los conjuntos (útiles de curado + elementos semielaborados) se manipulan, empleando los equipos periféricos como sistemas elevadores, carretillas elevadoras, entre otros, posicionándolos en la zona de descarga del autoclave.

CR3.5 La bolsa de vacío y los útiles auxiliares para el curado se retiran, asegurando su integridad.

CR3.6 La información sobre el curado de elementos aeroespaciales de material compuesto se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR3.7 Los residuos o desechos generados en el curado de elementos aeroespaciales de material compuesto se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP4: Desmoldear elementos aeroespaciales de material compuesto para proceder a su acabado posterior, extrayéndolos de la superficie del útil, comprobando el resultado después del curado y detectando defectos o daños.

CR4.1 Las zonas de trabajo de desmoldeo se mantienen en condiciones de seguridad y protección medioambiental, limpiándolas y ordenándolas antes y después del proceso.

CR4.2 Los elementos aeroespaciales curados se desmoldean, extrayéndolos de la superficie del útil de curado según la secuencia de colocación.

CR4.3 Los elementos aeroespaciales obtenidos después del curado se verifican visualmente, detectando defectos producidos a consecuencia del proceso (huecos, falta de unión de capas, ausencia de zonas con coloración tostada, entre otros), aplicando los procedimientos de control de calidad.

CR4.4 Los elementos aeroespaciales defectuosos o dañados, detectados visualmente, se señalan según los procedimientos de control de calidad, preparándolos para la posterior evaluación del daño y corrección de los defectos.

CR4.5 La información sobre el desmoldeo se registra en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR4.6 Los residuos o desechos generados en el desmoldeo se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

Contexto profesional

Medios de producción

Medios de manipulación y transporte. Sistemas de elevación. Sistemas de posicionado. Útiles de curado. Autoclaves. Conectores de vacío. Equipos manuales de detección de fugas de vacío. Conectores eléctricos (termopares). Sistemas auxiliares al desmoldeo. Mesas de desmoldeo. Herramientas de corte manual. Cinta de fijación autoadhesiva. Sistemas informáticos (equipos y aplicaciones) de máquinas de CNC, registro de desviaciones e incidencias y trazabilidad, entre otros. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva.

Productos y resultados

Elementos aeroespaciales de material compuesto, cargados en el autoclave. Polimerización de la resina en elementos aeroespaciales de material compuesto, mediante curado en autoclave, efectuada. Elementos aeroespaciales de material compuesto, descargados del autoclave. Elementos aeroespaciales de material compuesto, desmoldeados.

Información utilizada o generada

Normativa sobre protección del medio ambiente. Normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Programa de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD). Normas generales de organización y producción del fabricante. Normas de calidad del fabricante. Plan sobre prevención de riesgos laborales y medioambientales del fabricante. Plan sobre gestión de residuos del fabricante. Normas de fabricación con material compuesto. Procedimientos de operación del autoclave. Especificaciones técnicas de los materiales auxiliares utilizados. Manuales de la máquinas y equipos. Planificación de fabricación. Hoja de planificación. Documentación del elemento aeroespacial. Planos de montaje y de detalle. Planos de utillaje. Órdenes de fabricación. Instrucciones de trabajo. Hojas de No Conformidad (HNC). Tarjetas de Circulación y de Procesos. Registros para la trazabilidad de productos y procesos.

UNIDAD DE COMPETENCIA 4

Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel: 3

Código: UC1848_3

Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Efectuar la preparación de piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto o de núcleos, así como de útiles de mecanizado manual o automático y de herramientas de corte, para evitar daños a las personas o deterioros durante su manejo, llevando a cabo una inspección visual previa y posterior a cada proceso, determinando las operaciones a ejecutar como taladrar, recantear, fresar, torneear, entre otras.

CR1.1 Los elementos aeroespaciales de material compuesto resultantes de la fase de curado se inspeccionan de forma visual, identificando daños, defectos o irregularidades en la superficie exterior, verificando que no presentan bordes cortantes o exceso de material, registrando la información en soporte papel o informático para asegurar la trazabilidad.

CR1.2 Los núcleos de elementos aeroespaciales se revisan, comprobando la ausencia de corrosión, ataque químico o contaminación por grasas, aceites u otros agentes extraños, registrando la información en soporte papel o informático para asegurar la trazabilidad.

CR1.3 Las piezas o los núcleos se preparan, limpiando la superficie y preparándola según las operaciones posteriores de mecanizado manual o automático a efectuar como taladrar, recantear, fresar, torneear, entre otras.

CR1.4 Las máquinas o herramientas (fresas, brocas, entre otras) a emplear en el mecanizado (recanteo, taladrado, entre otros) se determinan, teniendo en cuenta la geometría de la pieza y las operaciones a ejecutar.

CR1.5 Las piezas o los núcleos se posicionan, fijándolos en los útiles de mecanizado manual, evitando interferencias en el montaje que puedan provocar daños como fragmentación, delaminación o astillamiento, entre otros.

CR1.6 Las herramientas de corte se revisan, comprobando su estado de uso y cambiándolas si pierden la capacidad de corte o no se consigue el resultado final indicado en los planos.

CR1.7 Los útiles de mecanizado se revisan, antes y después de cada operación, comprobando su estado, manteniéndolos limpios y ordenados, detectando daños que puedan afectar a ejecuciones posteriores.

CR1.8 Los residuos o desechos generados en la preparación de piezas o núcleos para su mecanizado se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP2: Efectuar procesos de mecanizado manual en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto o en núcleos para obtener su geometría final, seleccionando las herramientas de corte, posicionando y fijando las piezas en los útiles, en función del tipo de operación a ejecutar.

CR2.1 La información técnica para el mecanizado manual en elementos aeroespaciales de material compuesto o en núcleos se obtiene, interpretando los planos de fabricación, aplicando

convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR2.2 Las herramientas de corte se seleccionan en función de las operaciones a efectuar, considerando la estructura y composición del material, los espesores del mecanizado y la geometría, tanto de la pieza como de la propia herramienta.

CR2.3 La presencia de polvo y partículas en el ambiente durante el mecanizado manual se evita, mediante el uso de sistemas de aspiración ajustados al espacio disponible y a los medios de mecanizado manual empleados.

CR2.4 Las piezas o los núcleos se posicionan, fijándolas en los útiles de mecanizado manual mediante elementos de sujeción como pinzas, gatos, entre otros, asegurando que no se producen interferencias en el montaje que puedan provocar daños durante la operación como fragmentación, delaminación, astillamiento, entre otros.

CR2.5 El proceso de mecanizado manual se ejecuta, empleando las herramientas seleccionadas y manteniendo limpia y ordenada la zona de trabajo.

CR2.6 Las piezas o los núcleos obtenidos mediante mecanizado manual se verifican, comprobando que no se ha producido ningún defecto o daño durante el proceso y que se ajustan a los planos, aplicando sellante en el caso de bordes de corte abiertos, limpiándolas y preparándolas para operaciones posteriores.

CR2.7 Los residuos o desechos generados en el mecanizado manual se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP3: Efectuar procesos de mecanizado automático en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto o en núcleos para obtener su geometría final, seleccionando las herramientas de corte, posicionando y fijando útiles y piezas, determinando el programa a ejecutar en función del tipo de operación.

CR3.1 La información técnica para el mecanizado automático en elementos aeroespaciales de material compuesto o en núcleos se obtiene, interpretando los planos de fabricación, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR3.2 Las herramientas de corte se seleccionan, en función de la operación a efectuar, confirmando que en cada posición del portaherramientas de la máquina se encuentra la herramienta que luego es invocada en el programa de mecanizado automático.

CR3.3 La presencia de polvo y partículas en el ambiente durante el mecanizado automático se evita, mediante el uso de sistemas de aspiración ajustados al espacio disponible y al programa de mecanizado automático empleado.

CR3.4 Los útiles de mecanizado se posicionan, fijándolos en la máquina automática, siguiendo el manual de la misma, interpretándolo en una segunda lengua extranjera, si procede.

CR3.5 Las piezas o los núcleos se posicionan, fijándolos en los útiles de mecanizado automático, evitando interferencias en el montaje que puedan provocar daños como fragmentación, delaminación, astillamiento, entre otros.

CR3.6 El programa de mecanizado automático seleccionado se ejecuta, ajustando los parámetros en la máquina (velocidad de desplazamiento ejes X, Y, Z, velocidad de corte del cabezal, fuerza de corte, entre otros), confirmando que se llevan a cabo las operaciones.

CR3.7 Las piezas o los núcleos obtenidos mediante mecanizado automático se verifican, comprobando que no se ha producido ningún defecto o daño durante el proceso y que se ajustan a los planos del elemento, aplicando sellante en el caso de bordes de corte abiertos, limpiándolas y preparándolas para operaciones posteriores.

CR3.8 Los residuos o desechos generados en el mecanizado automático se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

Contexto profesional

Medios de producción

Herramientas de corte. Herramientas neumáticas manuales (recanteadoras, taladradoras). Útiles de recantado. Útiles de taladrado. Plantillas de corte. Útiles soporte (fijaciones fijas, adaptadores, entre otros) para mecanizado en máquinas automáticas. Máquinas automáticas de mecanizado. Mesas o soportes para piezas o útiles. Trapos. Disolventes. Sellantes y adhesivos. Sistemas informáticos (equipos y aplicaciones) de máquinas de CNC, registros de trazabilidad, entre otros. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva.

Productos y resultados

Preparación de piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, efectuada. Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, mecanizados manualmente. Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto y núcleos, mecanizados automáticamente.

Información utilizada o generada

Normativa sobre protección del medio ambiente. Normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Programa de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD). Normas generales de organización y producción del fabricante. Normas de calidad del fabricante. Plan sobre prevención de riesgos laborales y medioambientales del fabricante. Plan sobre gestión de residuos del fabricante. Especificaciones de fabricación de elementos aeroespaciales. Especificaciones de mecanizado de elementos aeroespaciales. Procedimientos de sellado de bordes. Especificaciones de limpieza de elementos aeroespaciales. Especificaciones técnicas de los materiales auxiliares utilizados. Manuales de máquinas de mecanizado. Documentación del elemento aeroespacial. Planos de piezas o elementos. Órdenes de fabricación. Instrucciones de trabajo. Instrucciones estándar de operación. Tarjetas de Circulación y de Procesos. Registros para la trazabilidad de productos y procesos.

UNIDAD DE COMPETENCIA 5

Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel: 3

Código: UC1849_3

Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Efectuar la preparación de piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, así como de los productos y equipos de comprobación, para posibilitar el proceso de inspección, teniendo en cuenta las características de la pieza y los defectos, discrepancias o no conformidades a detectar, en función de la técnica a emplear, consultando fichas de seguridad de materiales y manuales de máquinas, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede.

CR1.1 La información técnica para examinar elementos aeroespaciales de material compuesto se obtiene, interpretando los planos de fabricación e inspección, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR1.2 Las zonas de trabajo para la preparación de elementos aeroespaciales y de productos y equipos para inspección se mantienen en condiciones de seguridad y protección medioambiental, limpiándolas y ordenándolas.

CR1.3 Los elementos aeroespaciales a comprobar se preparan para su procesado posterior, empleando sustancias como geles acoplantes, entre otras, manipulándolos, trasladándolos e instalándolos en las máquinas de inspección, empleando los medios de transporte y utillajes como cunas, eslingas, entre otros, en función de la técnica de inspección a aplicar (ultrasonidos, "pulso-eco", "Tap-Test", rayos X, entre otras) y de los defectos, discrepancias o no conformidades a identificar.

CR1.4 Los productos y equipos a emplear durante la comprobación se preparan, teniendo en cuenta las fichas de seguridad y los manuales de funcionamiento, determinando los parámetros a ajustar o los valores límite admisibles, en función de las características de la pieza y de los defectos, discrepancias o no conformidades a identificar, eligiendo los palpadores en el caso de la inspección por ultrasonidos.

CR1.5 Las inspecciones efectuadas se planifican, teniendo en cuenta los riesgos laborales y medioambientales asociados tanto a los ensayos como a los productos de revelado, aplicando medidas específicas de prevención y protección (señales gráficas, acústicas y luminosas, dosímetros, radiómetros, sistemas de seguridad del búnker, entre otros) y de gestión de residuos (geles, líquidos, películas, entre otros).

CR1.6 Los elementos aeroespaciales verificados se devuelven a sus condiciones iniciales, protegiéndolos con embalajes o fundas para evitar deterioros durante su manipulación, transporte y ejecución de procesos posteriores.

CR1.7 Los equipos empleados en la inspección se devuelven a sus condiciones iniciales, guardándolos en sus contenedores y depositándolos en su lugar de almacenamiento para evitar deterioros, contaminación o interferencia en procesos posteriores, teniendo en cuenta los manuales de mantenimiento.

CR1.8 Los residuos o desechos generados en la preparación de elementos aeroespaciales para la inspección se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP2: Inspeccionar piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para comprobar su estado en el proceso de fabricación, así como su condición respecto a las posibilidades de utilización, empleando técnicas de inspección con ensayos no destructivos.

CR2.1 Los parámetros de control de las técnicas de inspección con ensayos no destructivos (fechas de calibración de equipos, verificaciones previas, tiempos de procesado, material consumible, entre otros) se determinan, aplicando las normas de calidad en función de las características de la pieza.

CR2.2 Los procesos de inspección se ejecutan, siguiendo los pasos y determinando los parámetros de control en función de las técnicas empleadas (ultrasonidos, rayos X, entre otros), teniendo en cuenta las características de la pieza.

CR2.3 Las indicaciones obtenidas en la inspección se interpretan, determinando el alcance de las mediciones efectuadas y evaluando la pieza en función de los criterios de aceptación y rechazo.

CR2.4 La información sobre las inspecciones, tanto de los procesos efectuados como de las indicaciones obtenidas, se registra de forma gráfica y descriptiva, en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR2.5 Los equipos de rayos X y termografía se configuran para la inspección, ajustando los parámetros según las indicaciones del manual de funcionamiento, fijando la distancia del foco y el ángulo de incidencia del haz, empleando utillaje de preparación como grúas, eslingas, cuñas, entre otros.

CR2.6 Los equipos de inspección empleados en técnicas con ensayos no destructivos se preservan, manteniéndolos limpios y comprobando su estado de uso y su calibración, así como las condiciones de su almacenamiento.

RP3: Verificar, visual y dimensionalmente, piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para proceder a su aceptación o rechazo, empleando técnicas de medición con calibres, medidores laser, boroscopios, ultrasonidos, entre otras.

CR3.1 La técnica de verificación visual y dimensional a aplicar se selecciona, en función de las características de la pieza.

CR3.2 Los equipos, accesorios y materiales auxiliares a utilizar en la verificación, tanto visual (lentes de aumento, microscopios o lámparas, entre otros) como dimensional (medición directa y digital), se seleccionan en función de las características de la pieza y de la técnica empleada.

CR3.3 Los parámetros de control de las técnicas de verificación visual y dimensional (fechas de calibración de equipos, comprobaciones previas, condiciones ambientales, material consumible, entre otros) se determinan, aplicando las normas de calidad en función de las características de la pieza.

CR3.4 La verificación de elementos aeroespaciales mediante equipos de medición directa (calibres, micrómetros, entre otros) se efectúa, interpretando los valores dimensionales, cotas u observaciones visuales, de acuerdo con los criterios de aceptación y rechazo.

CR3.5 La verificación de elementos aeroespaciales mediante equipos digitales (ultrasonidos, escáneres, entre otros) se efectúa, interpretando los valores aportados por el equipo, de acuerdo con los criterios de aceptación y rechazo.

CR3.6 La información sobre las verificaciones visuales y dimensionales, tanto de los procesos ejecutados como de los resultados obtenidos, se registra de forma gráfica y descriptiva, en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR3.7 Los equipos de verificación visual y dimensional empleados se preservan, manteniéndolos limpios y comprobando su estado de uso y su calibración, así como las condiciones de su almacenamiento.

RP4: Validar piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto verificados para certificar su aptitud, considerando las normas que determinan las condiciones de conformidad de un producto, en función del sistema de calidad empleado, informando de las no conformidades.

CR4.1 Los elementos aeroespaciales inspeccionados o verificados se validan, siguiendo los procedimientos relativos a la condición de útil, cumpliendo con lo indicado en la norma de calidad de aplicación.

CR4.2 Los elementos aeroespaciales no conformes en el proceso de verificación se identifican, siguiendo métodos como tarjetas de colores, etiquetas, códigos QR, entre otros, según el sistema de calidad, reportando un informe de producto no conforme.

CR4.3 Los elementos aeroespaciales no conformes se segregan, cumpliendo con las normas de calidad del sistema empleado.

CR4.4 Las no conformidades en el proceso de verificación se especifican, analizando las posibles causas con métodos como Diagramas causa-efecto de "Ishikawa", estudio de Síntoma-Causa-Remedio-Acción (SCRA), entre otros, reportando la información en el formato indicado en el sistema de calidad empleado.

CR4.5 Las acciones correctivas sobre las no conformidades se determinan, garantizando que se elimina la causa de la No Conformidad y procurando evitar que se vuelva a producir.

CR4.6 La documentación que acompaña al elemento validado se cumplimenta, incluyendo los datos de trazabilidad y normativa aplicada (identificación de la pieza, procedimientos efectuados, desviaciones en el proceso, concesiones, entre otros), certificando su validez.

Contexto profesional

Medios de producción

Equipos de inspección de ultrasonidos, transmisión, "pulso-eco". Transductores. Agentes acoplantes, marcadores. Equipos de radiografía. Placas radiográficas. Especímenes de referencia/calibración. Densitómetros, equipos de revelado, entre otros. Utillaje de posicionamiento y sistemas de transporte. Equipos de medida dimensional: láser tracker, láser radar, comparadores, pie de rey, equipos de control numérico. Plantillas y útiles como calibres, entre otros. Equipos para inspección visual como lentes, espejos, boroscopios o lámparas. Herramientas para pruebas por golpeteo (Tap-Test). Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva.

Productos y resultados

Preparación de piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto y de equipos de comprobación, efectuada. Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, inspeccionados. Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, verificados visual y dimensionalmente. Piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, validados para certificación.

Información utilizada o generada

Normativa sobre protección del medio ambiente. Normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Programa de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD). Normas generales de organización

y producción del fabricante. Normas de calidad del fabricante. Plan sobre prevención de riesgos laborales y medioambientales del fabricante. Plan sobre gestión de residuos del fabricante. Especificaciones de fabricación de elementos aeroespaciales. Especificaciones técnicas de los materiales auxiliares utilizados. Manuales de los equipos de inspección. Procedimientos y métodos de inspección. Procedimientos internos/externos del sistema de calidad del fabricante. Órdenes de inspección. Instrucciones de verificación. Informes de criterios de aceptación y rechazo. Informes de Inspección. Hojas de prueba. Hojas de No Conformidad (HNC). Tarjetas de Circulación y de Procesos. Registros para la trazabilidad de productos y procesos.

UNIDAD DE COMPETENCIA 6

Realizar acciones correctivas sobre elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel: 3

Código: UC2813_3

Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Caracterizar defectos, anomalías o irregularidades superficiales, detectados en los procesos de fabricación, curado o mecanizado de piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, para proceder a la corrección del fallo, evaluando y clasificando los daños, procurando determinar la relación causa y efecto, especificando las correcciones a efectuar, a partir de las pautas de diseño y calidad de los procesos ejecutados o de la fase de verificación.

CR1.1 La información técnica para la caracterización de defectos, anomalías o irregularidades superficiales en elementos aeroespaciales de material compuesto se obtiene, interpretando los planos de fabricación, aplicando convenciones de representación gráfica (simbología aeronáutica, escalas, tolerancias, entre otras).

CR1.2 Los elementos aeroespaciales identificados como no conformes se examinan, efectuando la evaluación del daño, considerando la documentación de diseño y calidad de cada proceso y del elemento como planos de fabricación, hojas de No Conformidad (HNC), entre otros.

CR1.3 Los defectos, anomalías o irregularidades se clasifican, distinguiendo el tipo de daño de que se trata (roces, arrugas, depresiones, abultamientos, zonas de diferente coloración, falta de resina, entre otros), marcándolos sobre el elemento en el que se han detectado.

CR1.4 Los defectos, anomalías o irregularidades a corregir se caracterizan, precisando su tamaño y acotando su ubicación, comparando el elemento no conforme con lo indicado en los planos.

CR1.5 Los elementos aeroespaciales no conformes se preparan, en función de las características del defecto, anomalía o irregularidad a corregir, especificando el proceso que se debe efectuar.

CR1.6 Las correcciones a efectuar se especifican, concretando su tipo y los pasos a seguir, determinando tanto el flujo y operaciones a llevar a cabo como los materiales y herramientas a utilizar, acotando la zona afectada por cada intervención.

CR1.7 La información sobre los defectos, anomalías o irregularidades a corregir se registra de forma gráfica y descriptiva, en soporte papel o informático, efectuando el análisis de los fallos e indicando, si es posible, la relación causa-efecto.

RP2: Eliminar capas y núcleos en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para la posterior corrección de defectos, delimitando la zona de operación y empleando herramientas de lijado neumático, manual o automático.

CR2.1 La presencia de polvo y partículas en el ambiente se evita, antes y después del proceso de eliminación de capas o núcleos, mediante el uso de sistemas de aspiración ajustados al espacio disponible y a los medios empleados.

CR2.2 El alcance de la corrección a efectuar se determina, delimitando el número de capas a eliminar, así como la huella de cada una de ellas, según las características de la pieza y el defecto, anomalía o irregularidad a corregir.

CR2.3 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 y según el defecto, anomalía o irregularidad a corregir.

CR2.4 Los núcleos se eliminan, aplicando una operación inicial de lijado neumático y terminando con un lijado manual o automático.

CR2.5 Las capas o el núcleo se eliminan, respetando la geometría y el tamaño indicados en las pautas de calidad y diseño establecidas para la operación, prestando atención a la dirección de orientación y cuidando de no producir daños en las capas no afectadas por el defecto ni por la corrección.

CR2.6 La superficie obtenida después de la eliminación de capas se comprueba, limpiándola y acondicionándola para posteriores operaciones.

CR2.7 Los residuos o desechos generados en la eliminación de capas se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP3: Corregir defectos, anomalías o irregularidades superficiales identificados en elementos aeroespaciales de material compuesto para la geometría final de la pieza, siguiendo procedimientos como ejecución de laminados o empleo de resinas, entre otros, determinados en la caracterización previa.

CR3.1 La información técnica para efectuar las acciones correctivas se obtiene, interpretando los planos de la pieza, así como la documentación de los procesos de fabricación, curado o mecanizado ejecutados, o de la fase de verificación (hojas de No Conformidad).

CR3.2 El acopio de materiales y herramientas a utilizar en la corrección de defectos superficiales se lleva a cabo, en función de las operaciones a efectuar, considerando lo indicado en los planos, las hojas de No Conformidad, entre otros, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, en función del tipo de material.

CR3.3 Las zonas de trabajo para la corrección de defectos superficiales se mantienen en condiciones de seguridad y protección medioambiental, limpiándolas y ordenándolas.

CR3.4 Los componentes de la resina a utilizar en la corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto se mezclan, aplicando las proporciones indicadas en las fichas técnicas de los productos.

CR3.5 El laminado para la corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto se ejecuta, trazando la plantilla para la reposición de las capas eliminadas, cortando el tejido impregnado en resina o el núcleo, si procede, aplicando el material en la zona a corregir y apilando las nuevas capas.

CR3.6 La información sobre la corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto se registra de forma gráfica y descriptiva, en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CR3.7 Los residuos o desechos generados en la corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

RP4: Efectuar el curado manual de zonas a corregir en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto para concluir el proceso de corrección,

mediante ciclo combinado de temperatura y vacío, empleando máquinas portables de curado de partes.

CR4.1 El acopio de materiales, herramientas y equipos a utilizar en el curado manual (capas, núcleos, adhesivo, dispositivos de vacío, entre otros) se lleva a cabo, considerando lo indicado en los planos, las hojas de No Conformidad, entre otros, observando las exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, en función del tipo de material.

CR4.2 La máquina de curado manual (sicoteva) se verifica, comprobando mantas térmicas, termopares de control y mangueras de vacío, así como la fecha de calibración.

CR4.3 Los materiales de la corrección (capas, núcleos, adhesivo, entre otros) se posicionan, aplicándolos en la zona a corregir previamente preparada.

CR4.4 Las conexiones de mantas térmicas, termopares de control y mangueras de vacío de la máquina de curado manual se ajustan, comprobando su estado antes de la ejecución del ciclo.

CR4.5 La bolsa de vacío se sella, comprobando la ausencia de defectos y asegurando la estanqueidad antes de la ejecución del ciclo de curado manual.

CR4.6 El ciclo de curado manual se ejecuta, ajustando los parámetros de control (temperatura y presión de curado) en función de las características de la corrección.

CR4.7 La bolsa de vacío se retira, desmontando las tomas de control y verificando la corrección.

CR4.8 Los residuos o desechos generados en el curado manual de las zonas a corregir se gestionan, segregándolos y depositándolos en puntos limpios señalizados.

Contexto profesional

Medios de producción

Materiales preimpregnados. Materiales auxiliares, disolventes, desmoldeantes. Utillajes. Medios de manipulación y transporte. Sistemas de elevación. Herramientas de corte manual. Instrumentos de medida dimensional. Cinta de fijación autoadhesiva. Útiles de curado. Sicotevas. Conectores de vacío. Equipos manuales de detección de fugas de vacío. Conectores eléctricos (termopares). Sistemas auxiliares al desmoldeo. Zonas refrigeradas. Áreas limpias. Instalaciones de almacenamiento. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva.

Productos y resultados

Caracterización de defectos, anomalías o irregularidades superficiales en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, efectuada. Eliminación de capas y núcleos de piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, efectuada. Defectos, anomalías o irregularidades superficiales en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, corregidos. Curado manual de zonas corregidas en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, efectuado.

Información utilizada o generada

Normativa sobre protección del medio ambiente. Normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Programa de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD). Normas generales de organización y producción del fabricante. Normas de calidad del fabricante. Plan sobre prevención de riesgos laborales y medioambientales del fabricante. Plan sobre gestión de residuos del fabricante. Especificaciones de corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto. Manuales de equipos y máquinas. Especificaciones técnicas de los materiales auxiliares utilizados. Documentación del elemento aeroespacial. Órdenes de fabricación. Instrucciones de trabajo. Informes de Inspección. Hojas de No Conformidad (HNC). Tarjetas de Circulación y de Procesos. Registros para la trazabilidad de productos y procesos.

MÓDULO FORMATIVO 1

Fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual

Nivel:	3
Código:	MF1845_3
Asociado a la UC:	UC1845_3 - Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo manual
Duración (horas):	240
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Establecer pautas de organización del acopio de materiales para moldeo manual de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, consultando una lista de materiales, unos planos de fabricación y un libro de laminado (Hand Lay Up).

CE1.1 Interpretar la información para el acopio de materiales para la fabricación por moldeo manual de elementales o componentes aeroespaciales, a partir de unas instrucciones de almacenamiento y manipulación y unos planos, distinguiendo la simbología y aplicando convenciones de representación gráfica.

CE1.2 Aplicar técnicas de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD), distinguiendo métodos de detección y de eliminación, en la fabricación por moldeo manual de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 En un supuesto práctico de organización del acopio de materiales para el moldeo manual de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como listas de materiales, planos, libros de laminado, entre otros, observando unas exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, en función del tipo de material y de las operaciones a ejecutar, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando Equipos de Protección Individual (EPI), aplicando normativa FOD:

- Efectuar la recepción de los materiales, analizando notas de entrega, informes y certificados, entre otros.
- Atemperar unos materiales almacenados en zonas refrigeradas, controlando del tiempo de permanencia fuera de ellas, desembolsándolos y manipulándolos según lo indicado en la documentación propuesta.
- Trasladar unos materiales a zonas de corte, manteniendo sus propiedades, cumpliendo con las normas de acceso a las áreas limpias, empleando los medios de transporte indicados en la documentación propuesta.
- Colocar unos materiales en mesas de trabajo o rolleros, entre otros, evitando la aparición de pliegues o arrugas.

CE1.4 Aplicar técnicas de registro de la información sobre los materiales recibidos o utilizados, consignando los datos de cada material en las órdenes de fabricación en que aparece, en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CE1.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el acopio y la manipulación de materiales, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C2: Elaborar preformas para moldeo manual de formas complejas de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, efectuando operaciones de corte, empleando plantillas limpias e identificadas, consultando unos planos de fabricación y un libro de laminado.

CE2.1 Interpretar la información para la elaboración de preformas para la fabricación de elementales o componentes aeroespaciales, a partir de unos planos y un libro de laminado, distinguiendo la simbología y aplicando convenciones de representación gráfica.

CE2.2 En un supuesto práctico de corte de materiales para el moldeo manual de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, libros de laminado, entre otros, controlando las condiciones de temperatura, humedad y ausencia de polvo para las áreas limpias, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Examinar unas herramientas de corte, comprobando su estado de uso antes de comenzar el proceso.

- Posicionar unos útiles auxiliares de corte, fijándolos y manteniéndolos limpios y ordenados.

- Efectuar el corte de materiales, comprobando que sus tiempos de vida y manipulación están dentro de la fecha de utilización.

- Comprobar la calidad del corte efectuado, sustituyendo las herramientas si no se consigue el resultado final indicado en los planos.

CE2.3 En un supuesto práctico de elaboración de preformas para el moldeo manual de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, libros de laminado, entre otros, efectuando operaciones de corte, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Controlar el envejecimiento del material preimpregnado en cada operación, teniendo en cuenta la permanencia a temperatura ambiente, registrando el tiempo de exposición en una hoja de control y descontándolo del total de vida útil.

- Efectuar el corte de telas en mesas específicas para cada operación, empleando plantillas limpias e identificadas mediante referencia, o bien proyección sobre el útil.

- Verificar las preformas elaboradas, comprobando que se ajustan a los planos, atendiendo a la generación de hilachas (riesgo de FOD), registrando la información en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

- Embolsar el material cortado, verificando la estanqueidad e identificándolo mediante etiquetado que especifique el tiempo de vida útil, asegurando la trazabilidad.

CE2.4 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la elaboración de preformas, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C3: Aplicar técnicas de preparación de útiles para moldeo manual de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, comprobando su estado y limpiándolos, empleando disolventes y desmoldeantes en sucesivas capas con direcciones alternas, consultando unos planos de fabricación.

CE3.1 Describir útiles auxiliares (moldes, plantillas, entre otros) empleados en las operaciones para el moldeo manual de material compuesto, clasificándolos según sus características y función dentro del proceso.

CE3.2 Reconocer tipos de productos y películas de protección superficial, disolventes y agentes desmoldeantes, clasificándolos según sus propiedades, analizando fichas de producto y etiquetas, así como indicaciones de fabricantes para su aplicación, incluyendo el uso de EPI para protección respiratoria y guantes, entre otros.

CE3.3 En un supuesto práctico de preparación de unos útiles para moldeo manual de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, fichas técnicas de productos, entre otros, siguiendo unos manuales de uso y mantenimiento, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI para protección respiratoria y guantes, entre otros, aplicando normativa FOD:

- Revisar unos útiles y sus componentes (moldes, plantillas, entre otros), verificando su fecha de calibración, comprobando su estado de uso durante el proceso y manteniéndolos libres de óxido, golpes, arañazos, suciedad y contaminación.

- Trasladar unos útiles a la zona de fabricación, empleando medios de transporte como puentes grúa o carretillas elevadoras, entre otros, cumpliendo con las normas de acceso a las áreas limpias.

- Efectuar la limpieza con abrasivos de unos útiles, en zonas delimitadas sin concentración de gases, aplicando disolventes como Metil Etil Cetona (MEK) mediante estropajos o trapos libres de pelusa, según las indicaciones de unas fichas técnicas de producto.

- Aplicar sucesivas capas de desmoldeante, limpio de residuos y de manera uniforme, respetando los tiempos de secado y cambiando de sentido en cada capa, según las indicaciones de unas fichas técnicas de producto.

CE3.4 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la preparación de útiles para moldeo manual, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C4: Elaborar laminados para moldeo manual de placas de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, posicionando y fijando unos útiles, apilando telas y compactando, consultando unos planos de fabricación y unas instrucciones de moldeo manual.

CE4.1 Aplicar técnicas de organización del acopio de preformas para la elaboración de laminados, siguiendo unos planos y unas instrucciones de moldeo manual.

CE4.2 Analizar unas exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, relativas tanto a los materiales que se utilizan como a las áreas limpias, aplicada a las zonas de trabajo para la elaboración de laminados.

CE4.3 En un supuesto práctico de elaboración de laminados para moldeo manual de una placa de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, libros de laminado, entre otros, manteniendo las zonas de trabajo en condiciones de limpieza y orden, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Obtener información para montar las capas de material, aplicando convenciones de representación gráfica.

- Posicionar útiles auxiliares de laminado, fijándolos y manteniéndolos limpios y ordenados.

- Apilar telas sobre el útil durante el moldeo, observando la orientación de las fibras marcada en las plantillas o proyecciones, así como en los planos del elemento.

- Llevar a cabo las compactaciones del laminado, en función del número de capas, considerando las características del material.

CE4.4 Aplicar técnicas de registro de la información sobre la elaboración de laminados, en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CE4.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la elaboración de laminados, segregándolos según un plan de gestión sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C5: Aplicar técnicas de conformado en caliente (hot-forming) para moldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto, partiendo de laminados planos, considerando unas condiciones ambientales, empleando útiles y máquinas específicas, consultando unos planos de fabricación.

CE5.1 Aplicar técnicas de organización del acopio de laminados planos, siguiendo unos planos y unas instrucciones de conformado.

CE5.2 Analizar unas exigencias ambientales de temperatura, humedad, ausencia de partículas, entre otras, relativas tanto a los materiales que se utilizan como a las áreas limpias, aplicadas a las zonas de trabajo para el conformado en caliente de laminados.

CE5.3 En un supuesto práctico de conformado en caliente (hot-forming) de un laminado plano para moldeo de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos planos, considerando unas condiciones ambientales, empleando útiles y máquinas específicas, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Seleccionar el tipo de conformado en caliente, determinando parámetros como tiempo, temperatura, presión, entre otros, en función del material del laminado.
- Ejecutar la unión de laminados conformados, empleando medios mecánicos parametrizados como brazos robóticos, entre otros.
- Efectuar el desmoldeo de las elementales resultantes, procurando que no se produzcan deformaciones, arrugas o deshilachados.
- Proteger los laminados conformados obtenidos, preservándolos para su posterior uso.

CE5.4 Aplicar técnicas de registro de la información sobre el conformado en caliente de laminados (datos del material utilizado o ciclos de temperatura, entre otros), en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad.

CE5.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el conformado en caliente de laminados, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C6: Ejecutar bolsas de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo manual, asegurando su fijación contra la superficie de la pieza, colocando termopares y tomas de vacío, consultando unos planos de fabricación.

CE6.1 Describir los materiales a utilizar en la polimerización de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual (tejido pelable, películas de protección, mantas de aireación, masilla, bolsas/sacos, tomas de vacío, entre otros), determinando el orden de colocación y los elementos auxiliares para la ejecución de la bolsa de vacío.

CE6.2 Establecer pautas de organización del acopio de materiales a utilizar en la polimerización mediante bolsa de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual, distinguiendo el tipo de material.

CE6.3 En un supuesto práctico de ejecución de una bolsa de vacío en un elemento aeroespacial de material compuesto fabricado por moldeo manual, a partir de unos planos, registrando la información sobre el proceso para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Escoger los materiales a utilizar, posicionándolos, fijándolos y manteniéndolos limpios y ordenados.
- Colocar en la bolsa los dispositivos de control y registro (termopares y tomas de vacío), en función de las características de la pieza.
- Verificar el estado de la bolsa de vacío antes del curado, comprobando la estanqueidad, detectando puentes o zonas susceptibles de rotura.
- Conectar las tomas al equipo de vacío mediante mangueras, comprobando la presión y la ausencia de fugas.

CE6.4 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados la ejecución de una bolsa de vacío en un elemento aeroespacial de material compuesto fabricado por moldeo manual, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C7: Aplicar técnicas de unión de elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo manual, previo posicionado en utillajes, integrando útiles, laminados y elementales o componentes, consultando unos planos de montaje.

CE7.1 Interpretar la información para la integración de elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo manual, identificando y caracterizando tanto los elementos aeroespaciales como el utillaje, a partir de vistas, cortes, secciones y detalles de unos planos de unión, distinguiendo la simbología y aplicando las convenciones de representación gráfica.

CE7.2 Establecer pautas de organización del acopio de laminados y elementales o componentes fabricados por moldeo manual para su unión, considerando unos planos de montaje.

CE7.3 Distinguir técnicas de unión de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual, observando unas exigencias ambientales de temperatura, humedad, entre otras, relativas a las áreas limpias.

CE7.4 En un supuesto práctico de posicionado en utillajes para la integración de unos elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual, a partir de unos planos, registrando la información sobre el proceso para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Seleccionar los útiles de unión, trasladándolos a la zona de trabajo, empleando unos medios de transporte como plataformas eléctricas, patines neumáticos, puentes grúa, entre otros.
- Integrar los útiles en el rack de volteo, verificando su estado, calibración y posicionamiento.
- Integrar los laminados y elementales o componentes en los útiles, junto con las probetas de control, verificando su dirección de apilado.
- Ejecutar la unión de los subconjuntos, empleando el método indicado en la documentación propuesta.

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

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.2 y CE2.3; C3 respecto a CE3.3; C4 respecto a CE4.3; C5 respecto a CE5.3; C6 respecto a CE6.3 y C7 respecto a CE7.4.

Otras Capacidades:

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

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente con el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la organización.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Organización del acopio de materiales para la fabricación por moldeo manual de elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación para la fabricación por moldeo manual de elementos aeroespaciales de material compuesto: rutas y órdenes de trabajo, instrucciones de trabajo, planos de diseño y fabricación. Libros de laminado. Sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad. Control de calidad. Interpretación de documentación técnica sobre fabricación por moldeo manual en una segunda lengua extranjera. Materiales compuestos que intervienen en el proceso de fabricación por moldeo manual: 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. Normas de uso y almacenamiento de materiales compuestos, disolventes, acetonas, desmoldeantes, entre otros. Exigencias ambientales de los materiales. Interpretación de planos de fabricación por moldeo manual de elementos aeroespaciales de material compuesto. Simbología aeronáutica para ejes, escalas, secciones, perspectivas, orientación, perfiles, tolerancias, posición, entre otros. Normas de manipulación y transporte de materiales compuestos. Exigencias ambientales en las zonas de trabajo. Técnicas de posicionamiento de capas o rollos en mesas auxiliares. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para acopio de materiales para moldeo manual. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en acopio de materiales para moldeo manual.

2 Obtención de preformas para la fabricación por moldeo manual de elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación técnica del proceso de obtención de preformas. Herramientas de corte manual. Cuchillas y sus aplicaciones. Útiles de corte manual: mesas soporte, reglas, plantillas, entre otros. Operaciones de corte. Repasados. Normas de uso y manejo de materiales compuestos: Tiempos de vida y manejo. Gestión y control de tiempos de vida. Protección y mantenimiento de los útiles para la obtención de preformas y del material cortado. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para obtención de preformas. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en obtención de preformas.

3 Preparación de útiles para la fabricación por moldeo manual de elementos aeroespaciales de material compuesto

Útiles para la fabricación por moldeo manual. Protección y mantenimiento. Calibración. Tipos de disolventes y agentes desmoldeantes. Normas de limpieza y aplicación de agentes disolventes y desmoldeantes. Gestión y control de tiempos y cantidades de agentes desmoldeantes. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para preparación de útiles de moldeo manual. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en preparación de útiles para moldeo manual.

4 Obtención de laminados para la fabricación por moldeo manual de elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación técnica del proceso de obtención de laminados. Normas de trabajo en áreas limpias y zonas refrigeradas. Exigencias ambientales. Fabricación por moldeo manual de material compuesto: orientación, grados, dirección de las fibras, decalaje, solapes, uniones, normas de apilamiento de preformas. Sistemas de vacío para compactación de laminados: mangueras de conducción, tomas de vacío, red industrial de vacío. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para obtención de laminados. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en obtención de laminados.

5 Conformado en caliente (hot-forming) de elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación técnica del proceso de conformado en caliente de laminados. Manipulación del material: preformas, laminados, plataformas de transporte, carros. Eslingas y sistemas de izado. Máquinas de "hot-forming". Membranas. Mesas de vacío. Ciclos de "hot-forming": tipos, escalones de temperatura, tiempos de vacío, enfriamiento. Útiles para el proceso de conformado. Almacenamiento y limpieza. Identificación y mantenimiento. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para conformado en caliente. Barreras de presencia o perímetro de seguridad. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en conformado en caliente.

6 Elaboración de bolsas de vacío de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual

Documentación técnica del proceso de elaboración de bolsas de vacío en moldeo manual. Materiales para la realización de bolsas de vacío en moldeo manual: tejido pelable, películas de protección, mantas de aireación, masilla, bolsas/sacos, tomas de vacío, entre otros. Portarrollos y carros de almacenamiento de materiales destinados a la bolsa de vacío. Manipulación y cuidados del material: aireadores, masilla, separadores, film de bolsa de vacío. Útiles y técnicas para la realización de bolsas de vacío en moldeo manual. Protección y mantenimiento de los útiles. Normas de calidad aplicables. Elementos de verificación y control de temperatura y vacío. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para ejecución de bolsas de vacío en moldeo manual. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en ejecución de bolsas de vacío en moldeo manual.

7 Montaje de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo manual

Documentación técnica del proceso de montaje de elementos y componentes en moldeo manual. Útiles de montaje de elementos y componentes en moldeo manual. Sistemas de utillaje. Protección y mantenimiento. Calibración. Operaciones de montaje de elementos y componentes. Tipos de unión. Adhesivos. Volteadores, equipos de transferencia de laminados en moldeo manual. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para montaje de elementos en moldeo manual. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en montaje de elementos en moldeo manual.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 m² por alumno o alumna.
- Instalación 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 dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el 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:	3
Código:	MF1846_3
Asociado a la UC:	UC1846_3 - Fabricar elementos aeroespaciales de material compuesto por moldeo automático
Duración (horas):	150
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar técnicas de preparación de materias primas y superficies de encintado para moldeo automático de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, atemperándolas teniendo en cuenta unas exigencias ambientales, comprobando la ausencia de irregularidades o defectos, consultando unos planos de fabricación.

CE1.1 Reconocer unas materias primas empleadas en la fabricación por moldeo automático de elementales o componentes aeroespaciales (material compuesto, fibra de vidrio, adhesivo, entre otros), comprobando etiquetas y cantidades, asegurando su correspondencia con lo especificado en los planos.

CE1.2 Aplicar técnicas de acondicionamiento de unas materias primas almacenadas en zonas refrigeradas, controlando del tiempo de permanencia fuera de ellas, así como la humedad y temperatura del ambiente para atemperarlas antes de su utilización.

CE1.3 Aplicar técnicas de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD), distinguiendo métodos de detección y de eliminación, en la fabricación por moldeo automático de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.4 En un supuesto práctico de preparación para el encintado de un elemento aeroespacial de material compuesto obtenido por moldeo automático, a partir de unos planos, registrando la información sobre el proceso para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando Equipos de Protección Individual (EPI), aplicando normativa FOD:

- Comprobar unas exigencias ambientales relativas al material compuesto sin curar, durante el proceso de encintado, controlando temperatura, humedad, presión, ausencia de partículas, entre otras.

- Preparar la superficie de encintado, empleando materiales auxiliares y materias primas avionables como productos o películas de protección, desmoldeantes, entre otros, confirmando la ausencia de irregularidades, defectos u objetos extraños, antes del comienzo del proceso.

- Seleccionar los útiles (superficies) de encintado, manipulándolos y trasladándolos con medios de transporte como plataformas eléctricas, patines neumáticos, puentes grúa, entre otros.

- Posicionar los útiles de encintado dentro de los límites de trabajo de la máquina, nivelándolos mediante el uso de medios auxiliares de soporte, siguiendo lo indicado en el manual de la máquina, interpretándolo en una segunda lengua extranjera, si procede.

CE1.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la preparación de materias primas y superficies de encintado, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C2: Aplicar técnicas de encintado sobre superficies planas o curvas para moldeo automático de formas complejas de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, empleando tecnologías de Control Numérico Computarizado (CNC), efectuando una toma inicial de referencias, consultando unos planos de fabricación y teniendo en cuenta lo indicado en el manual de la máquina, interpretándolo en una segunda lengua extranjera, si procede.

CE2.1 Distinguir equipos de encintado "Automated Tape Laying" (ATL) y "Automated Fiber Placement" (AFP), determinado sus características según los útiles (superficies) y los programas empleados, teniendo en cuenta los medios auxiliares para la manipulación del material compuesto fabricado por moldeo automático.

CE2.2 En un supuesto práctico de encintado de un elemento aeroespacial de material compuesto obtenido por moldeo automático, a partir de unos planos, controlando parámetros como temperatura y velocidad, entre otros, manteniendo los límites admisibles de trabajo durante el proceso, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Cargar material compuesto en el equipo automático, empleando medios auxiliares como el sistema ingrávido, el cargador de rollos, entre otros, siguiendo lo indicado en el manual de la máquina.

- Efectuar una toma inicial de referencias de una superficie de encintado, mediante un proceso de rototraslación, siguiendo el manual de la máquina.

- Ejecutar el programa seleccionado para la deposición de material sobre la superficie de encintado, siguiendo la documentación de la pieza.

- Analizar el registro automático del histórico de la pieza, detectando anomalías del proceso de encintado.

CE2.3 Aplicar técnicas de control del envejecimiento del material preimpregnado durante las operaciones de encintado, anotando el tiempo de permanencia a temperatura ambiente.

CE2.4 Aplicar técnicas de comprobación de equipos automáticos empleados en el encintado, de según un plan de revisiones y mantenimiento incluido en el manual de la máquina, estudiando su funcionamiento en condiciones de seguridad.

CE2.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el encintado de una pieza aeroespacial de material compuesto obtenida por moldeo automático, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C3: Aplicar técnicas de preparación para corte automático de laminados de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, protegiéndolos durante su transferencia e inmovilizándolos, considerando unas condiciones ambientales, consultando unos planos de fabricación.

CE3.1 Describir técnicas de preparación de laminados para el corte automático, considerando los medios auxiliares.

CE3.2 En un supuesto práctico de preparación de un laminado de material compuesto para el corte automático, a partir de unos planos, observando unas exigencias ambientales de temperatura, humedad, entre otras, relativas a las áreas limpias, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Transferir el laminado a la mesa de corte, empleando medios auxiliares de transporte, protegiéndolo para evitar deterioros.
- Inmovilizar el laminado en la mesa de corte, empleando medios auxiliares de sujeción como puntos de cogida, pasadores, entre otros, asegurando la exactitud del corte.
- Registrar la información sobre la preparación del laminado, en soporte papel o informático, asegurando la trazabilidad del proceso.

CE3.3 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la preparación de un laminado para el corte automático, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C4: Aplicar técnicas de corte automático sobre superficies en laminados de elementales o componentes aeroespaciales de material compuesto, empleando máquinas automáticas de Control Numérico Computarizado (CNC), efectuando la toma inicial de referencias, consultando unos planos de fabricación.

CE4.1 Interpretar la información para el corte automático de un laminado de material compuesto, identificándolo y caracterizándolo a partir de vistas, cortes, secciones y detalles de unos planos, distinguiendo la simbología y aplicando convenciones de representación gráfica.

CE4.2 Distinguir máquinas de CNC para corte automático, determinado sus características según las herramientas y los programas de corte empleados para obtener piezas con una geometría determinada en unos planos.

CE4.3 En un supuesto práctico de corte automático de un laminado de material compuesto, a partir de unos planos, comprobando previamente el estado de uso de las herramientas de corte, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Efectuar la toma inicial de referencias, aplicando los límites especificados en la documentación propuesta.
- Ejecutar el programa de corte seleccionado, ajustando parámetros en máquina como la velocidad, entre otros, en función de las características del laminado.
- Verificar las piezas cortadas, comprobando su geometría, identificándolas, clasificándolas y agrupándolas en función del resultado obtenido.
- Analizar el registro automático del histórico de la pieza, detectando anomalías del proceso de corte automático.

CE4.4 Aplicar técnicas de control del envejecimiento del material preimpregnado durante las operaciones de corte automático, anotando el tiempo de permanencia a temperatura ambiente.

CE4.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el corte automático de un laminado, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C5: Ejecutar bolsas de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo automático, asegurando su fijación contra la superficie de la pieza, colocando termopares y tomas de vacío, consultando unos planos de fabricación.

CE5.1 Describir los materiales a utilizar en la polimerización de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático (tejido pelable, películas de protección, mantas de aireación, masilla, bolsas/sacos, tomas de vacío, entre otros), determinando el orden de colocación y los elementos auxiliares para la ejecución de la bolsa de vacío.

CE5.2 Establecer pautas de organización del acopio de materiales a utilizar en la polimerización mediante bolsa de vacío en elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático, distinguiendo el tipo de material.

CE5.3 En un supuesto práctico de ejecución de una bolsa de vacío en un elemento aeroespacial de material compuesto fabricado por moldeo automático, a partir de unos planos, registrando la información sobre el proceso para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Escoger los materiales a utilizar, posicionándolos, fijándolos y manteniéndolos limpios y ordenados.
- Colocar en la bolsa los dispositivos de control y registro (termopares y tomas de vacío), en función de las características de la pieza.
- Verificar el estado de la bolsa de vacío antes del curado, comprobando la estanqueidad, detectando puentes o zonas susceptibles de rotura.
- Conectar las tomas al equipo de vacío mediante mangueras, comprobando la presión y la ausencia de fugas.

CE5.4 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados la ejecución de una bolsa de vacío en un elemento aeroespacial de material compuesto fabricado por moldeo automático, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C6: Aplicar técnicas unión de elementos aeroespaciales de material compuesto obtenidos por moldeo automático, previo posicionamiento en utillajes, integrando útiles, laminados y elementales o componentes, consultando unos planos de montaje.

CE6.1 Interpretar la información para la integración de elementales o componentes de material compuesto fabricados por moldeo automático, identificando y caracterizando tanto los elementos aeroespaciales como el utillaje, a partir de vistas, cortes, secciones y detalles de unos planos de unión, distinguiendo la simbología y aplicando las convenciones de representación gráfica.

CE6.2 Establecer pautas de organización del acopio de laminados y elementales o componentes fabricados por moldeo automático para su unión, considerando unos planos de montaje.

CE6.3 Distinguir técnicas de unión de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático, observando unas exigencias ambientales de temperatura, humedad, entre otras, relativas a las áreas limpias.

CE6.4 En un supuesto práctico de posicionado en utillajes para la integración de unos elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático, a partir de unos planos, registrando la información sobre el proceso para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Seleccionar los útiles de unión, trasladándolos a la zona de unión, empleando unos medios de transporte como plataformas eléctricas, patines neumáticos, puentes grúa, entre otros.
- Integrar los útiles en el rack de volteo, verificando su posicionamiento.
- Integrar los laminados y elementales o componentes en los útiles, junto con las probetas de control, verificando su posicionamiento.
- Ejecutar la unión de los subconjuntos empleando el método indicado en la documentación propuesta.

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

C1 respecto a CE1.4; C2 respecto a CE2.2; C3 respecto a CE3.2; C4 respecto a CE4.2; C5 respecto a CE5.3 y C6 respecto a CE6.4.

Otras Capacidades:

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

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Preparación de materias primas y superficies de encintado para la fabricación por moldeo automático de elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación para la fabricación por moldeo automático de elementos aeroespaciales de material compuesto: rutas y órdenes de trabajo, instrucciones de trabajo, planos de diseño y fabricación. Manuales de máquinas automáticas de encintado y corte. Sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad. Control de calidad. Interpretación de documentación técnica sobre fabricación por moldeo automático en una segunda lengua extranjera. Materiales compuestos: definición, composición/características estructurales, documentación técnica asociada, usos y aplicabilidad. Tipos de materiales empleados: metálicos, compuestos y materiales de refuerzo. Materiales auxiliares para el encintado (productos y películas de protección, desmoldeantes, entre otros). Interpretación de planos de fabricación por moldeo automático de elementos aeroespaciales de material compuesto. Simbología aeronáutica para ejes, escalas, secciones, perspectivas, orientación, perfiles, tolerancias, posición, entre otros. Normas de calidad asociadas a defectos: tipos de defectos, admisibilidad, tolerancias. Normas de calidad sobre gestión y manejo de máquinas y útiles. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para preparación de materias primas y superficies. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en preparación de materias primas y superficies.

2 Encintado para la fabricación por moldeo automático de elementos aeroespaciales de material compuesto

Tecnologías para el encintado por moldeo automático: ATL y AFP. Procesos de encintado automático: Características, limitaciones y aplicaciones. Tipología de piezas. Máquinas para el encintado de elementos aeroespaciales de material compuesto (ATL y AFP): documentación técnica, identificación de componentes y ejes, utillaje y útiles auxiliares, parámetros de máquina, sistemas, defectología, mantenimiento. Utillaje de encintado: tipos, composición/características estructurales, documentación técnica asociada, usos y aplicabilidad. Protección y mantenimiento de los útiles de encintado. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para moldeo automático. Barreras de presencia o perímetro de seguridad. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en encintado.

3 Preparación para el corte automático de laminados de elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación técnica del proceso de corte automático de materiales compuestos. Máquinas de corte automático de laminados: instalación y características técnicas, parámetros de corte, tipos de cuchillas y sus aplicaciones. Tareas de mantenimiento preventivo de máquinas de corte. Útiles de corte: mesas soporte, reglas y plantillas. Protección y mantenimiento de los útiles. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para preparación para corte automático de laminados. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en preparación para corte automático de laminados.

4 Corte automático de laminados de elementos aeroespaciales de material compuesto

Transferencia de los laminados a la máquina de corte. Carga del programa de control numérico. Corte automático de telas, preformas y kits de material compuesto fabricado por moldeo automático. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para corte automático de laminados. Barreras de presencia o perímetro de seguridad. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en corte automático de laminados.

5 Elaboración de bolsas de vacío de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático

Documentación técnica del proceso de elaboración de bolsas de vacío en moldeo automático. Manipulación y cuidados del material: aireadores, masilla, separadores y film de bolsa de vacío. Bolsa de compactación y de bolsa de vacío. Materiales auxiliares para su construcción. Otros elementos en la realización de la bolsa de vacío: pisas, elementos de verificación y control de temperatura y vacío. Útiles y técnicas para la realización de bolsas de vacío en moldeo automático. Protección y mantenimiento de los útiles. Normas de calidad aplicables. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para ejecución de bolsas de vacío en moldeo automático. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en ejecución de bolsas de vacío en moldeo automático.

6 Montaje de elementos aeroespaciales de material compuesto fabricados por moldeo automático

Documentación técnica del proceso de montaje de elementos y componentes en moldeo automático. Montaje de elementos y componentes en rack de volteo. Útiles y técnicas para la realización del montaje. Protección y mantenimientos de los útiles. Calibración. Normas de calidad aplicables. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para montaje de elementos en moldeo automático. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en montaje de elementos en moldeo automático.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa

aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 m² por alumno o alumna.
- Instalación 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 dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el 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

Curado de elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel:	3
Código:	MF1847_3
Asociado a la UC:	UC1847_3 - Curar elementos aeroespaciales de material compuesto
Duración (horas):	90
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Cargar en un autoclave elementos aeroespaciales de material compuesto, empleando unos equipos de transporte y posicionamiento, ejecutando los conexiones eléctricos y de vacío, consultando los manuales de la máquina, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede.

CE1.1 Describir equipos de comprobación de estanqueidad previa a la carga en autoclave de los conjuntos a curar (útiles de curado + elementos semielaborados), analizando técnicas empleadas y determinando variables de control.

CE1.2 Distinguir medios y dispositivos empleados en la manipulación y transporte de los útiles de curado, así como equipos periféricos (sistemas elevadores, carretillas elevadoras, entre otros), describiendo tipos, características y modo de funcionamiento para efectuar la carga en un autoclave.

CE1.3 Aplicar técnicas de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD), distinguiendo métodos de detección y de eliminación, en el curado de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.4 En un supuesto práctico de posicionamiento de un conjunto a curar en un carro de carga y descarga de un autoclave, a partir de unos documentos como planos, manuales, entre otros, efectuando comprobaciones tanto antes como después del proceso, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando Equipos de Protección Individual (EPI), aplicando normativa FOD:

- Confirmar la estanqueidad del conjunto antes del posicionamiento, ajustando las variables de control en el equipo de comprobación.
- Posicionar el conjunto en el carro de transporte, empleando un equipo periférico.
- Confirmar la estanqueidad del conjunto después del posicionamiento, empleando el equipo de comprobación.

CE1.5 Describir procedimientos de apertura, carga y cierre de autoclaves, aplicando criterios de seguridad y considerando unas instrucciones para el proceso de carga y unos manuales de uso de la máquina.

CE1.6 En un supuesto práctico de carga en un autoclave de un elemento aeroespacial de material compuesto posicionado en un carro de transporte, a partir de unos documentos como planos y esquemas de conexionado, manuales, entre otros, reportando y registrando las desviaciones o incidencias ocurridas en soporte papel o informático, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Conectar los termopares en las tomas eléctricas internas del autoclave, siguiendo el esquema de conexionado.

- Inspeccionar visualmente las tuberías de vacío del autoclave, verificando su estado y condición antes de la conexión al elemento a curar.
- Conectar las tomas de vacío al elemento a curar, considerando sus características.
- Cerrar la puerta del autoclave, comprobando previamente los conexionados (eléctricos y de vacío) al autoclave y al elemento a curar.

C2: Ejecutar ciclos de curado en autoclave sobre elementos aeroespaciales de material compuesto, verificando los conexionados eléctricos y de vacío y ajustando los parámetros de actuación y de control.

CE2.1 Identificar la información para llevar a cabo un ciclo de curado, consultando unos manuales de uso de autoclaves, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede.

CE2.2 Distinguir equipos y máquinas empleados en el proceso de curado, describiendo sus tipos, características y modo de funcionamiento, considerando los instrumentos de medida y control de parámetros del puesto de mando.

CE2.3 Aplicar técnicas de comprobación de equipos y máquinas empleados en el proceso de curado, determinando su estado y condición y verificando su fecha de calibración.

CE2.4 En un supuesto práctico de ejecución de un ciclo de curado en autoclave de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos y esquemas de conexionado, manuales, entre otros, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, registrando la información sobre el proceso en soporte papel o informático para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Verificar los conexionados eléctricos y de vacío, comprobando la señal en los instrumentos de medida del panel de control del puesto de mando del autoclave.
- Establecer los parámetros del ciclo de curado (gradiente, temperatura máxima, entre otros), utilizando los instrumentos del panel de control, comprobando que se mantienen dentro de los límites definidos en la documentación propuesta.
- Ejecutar un ciclo de curado en autoclave, controlando los parámetros de temperatura, presión y tiempo, considerando las características del elemento.
- Redactar un informe de actuación e incidencias ocurridas durante el ciclo de curado, describiendo las causas de paradas o detenciones del ciclo del autoclave.

CE2.5 Describir un plan de actuaciones a seguir en caso de fallo técnico, accidente o emergencia durante el proceso de curado en autoclave, estableciendo los parámetros críticos de control del proceso que determinan su activación, así como el sistema de comunicación a la persona encargada.

C3: Descargar de un autoclave elementos aeroespaciales de material compuesto, retirando los conexionados eléctricos y de vacío, empleando unos equipos de transporte y posicionamiento, consultando los manuales de la máquina, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede.

CE3.1 Describir procedimientos de apertura y descarga de un autoclave, aplicando criterios de seguridad y considerando unas instrucciones para el proceso de descarga y unos manuales de uso de la máquina.

CE3.2 Enumerar los equipos periféricos como sistemas elevadores, carretillas elevadoras, entre otros, distinguiendo tipos, características y modo de funcionamiento para efectuar la descarga de un autoclave.

CE3.3 En un supuesto práctico de descarga de un autoclave de un elemento aeroespacial de material compuesto sometido a un ciclo de curado, a partir de unos documentos como planos y

esquemas de conexionado, manuales, entre otros, registrando la información sobre el proceso en soporte papel o informático para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Abrir la puerta del autoclave, comprobando las condiciones de apertura detalladas en los procedimientos de descarga indicados en los manuales, aplicando normas de seguridad específicas.
- Desconectar los termopares y las tomas de vacío, retirándolas de los conectores internos del autoclave.
- Inspeccionar la bolsa de vacío, descartando que se hayan producido fallos en su cierre, así como daños en la misma.
- Posicionar los conjuntos sometidos al ciclo de curado en la zona de descarga del autoclave, empleando un equipo periférico.

CE3.4 Aplicar técnicas de retirada de bolsas de vacío y útiles auxiliares empleados en el ciclo de curado, asegurando su integridad, siguiendo unas instrucciones de operación.

CE3.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el proceso de curado en autoclave, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C4: Desmoldear elementos aeroespaciales de material compuesto, extrayéndolos de la superficie del útil, comprobando el resultado después del proceso de curado y detectando defectos o daños.

CE4.1 Describir procedimientos de desmoldeo, identificando las fases del proceso y las acciones a llevar a cabo, así como los criterios de inspección y verificación aplicables a los elementos aeroespaciales curados y desmoldeados.

CE4.2 Describir el utillaje auxiliar empleado en las operaciones de desmoldeo, clasificándolos según sus características y función dentro del proceso.

CE4.3 En un supuesto práctico de desmoldeo de un elemento aeroespacial de material compuesto sometido a un ciclo de curado, a partir de unos documentos como planos, manuales, entre otros, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, manteniendo la zona de trabajo limpias y ordenadas antes y después del proceso, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Extraer el elemento de la superficie del útil de curado, según las instrucciones y la secuencia indicadas en la documentación propuesta.
- Inspeccionar visualmente el elemento obtenido después del curado, detectando defectos producidos a consecuencia del proceso (huecos, falta de unión de capas, ausencia de zonas con coloración tostada, entre otros), aplicando los procedimientos de control de calidad.
- Señalar el elemento, en caso de presentar defectos o daños, separándolo y preparándolo para la posterior evaluación y corrección.
- Registrar la información sobre el proceso de desmoldeo, en soporte papel o informático, detallando defectos o daños, asegurando la trazabilidad.

CE4.4 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el proceso de desmoldeo después de un ciclo de curado en autoclave, segregándolos de acuerdo con un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

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

C1 respecto a CE1.4 y CE1.6; C2 respecto a CE2.4; C3 respecto a CE3.3 y C4 respecto a CE4.3.

Otras Capacidades:

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

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Carga en autoclave para el curado de elementos aeroespaciales de material compuesto

Equipos y máquinas empleados en el proceso de curado. Calibración. Termopares: tipos, características, manipulación, mantenimiento. Tomas de vacío: tipos, características, manipulación y mantenimiento. Otros materiales de vacío: Bolsas de vacío, masillas de cierre, tejidos pelables, mallas de distribución, mantas de absorción, films sangradores, bombas y accesorios, canales y tubos, cintas, spray fijador. Manipulación de elementos a curar: útil + laminados, carretillas elevadoras, puente grúa, placa de apoyo rodante multi-rodillo, moldes de curado. Puntos de izado y estabilidad: Eslingas. Sistemas auxiliares de izado como cáncamos de izado, ganchos de elevación, pórticos de elevación de doble tiro, entre otros. Esquemas de conexionado de vacío y eléctricos: simbología y elementos neumáticos y eléctricos. Comprobaciones de estanqueidad: Equipos manuales de detección. Probadores fijos. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para carga en autoclave. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en carga en autoclave.

2 Ejecución de ciclos de curado en autoclave de elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación para la ejecución de ciclos de curado en autoclave. Órdenes e instrucciones de trabajo. Sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad. Control de calidad. Interpretación de documentación técnica sobre ciclos de curado en una segunda lengua extranjera. Máquinas de curado: autoclaves y "sicotevas". Tipos, características y aplicaciones. Panel de control: Apertura y cierre de puerta. Parámetros de control (estanqueidad de la bolsa de vacío, temperatura de curado, presión de curado). Probetas de control del proceso de curado: Tipos y características. Reacciones de polimerización: tipos de ciclo de curado, gradientes de temperatura, grados de curado, temperaturas de transición, rotura de bolsa y aborto del ciclo de curado. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para ejecución de ciclos de curado en autoclave. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en ciclos de curado en autoclave.

3 Descarga del autoclave después del curado y desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto

Descarga de moldes y elementos del autoclave: Técnicas y procedimientos. Tipos y características de los útiles. Procedimientos de desconexión de termopares y tomas de vacío. Protección y mantenimiento de los útiles de descarga. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para descarga del autoclave. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la

actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en descarga del autoclave.

4 Desmoldeo de elementos aeroespaciales de material compuesto

Tiempos de estabilización de temperatura y presión: Tipos de postcurado. Medios y herramientas de ayuda al desmoldeo: Extractores. Herramientas manuales. Robots. Protección y mantenimiento de los medios y herramientas para el desmoldeo. Segregación de residuos. Técnicas de orden y limpieza: Metodología de las 5s (organizar, clasificar, limpiar, estandarizar y autodisciplina), entre otras. Notas Técnicas de Prevención: tipos y función. NTP 481 - Orden y limpieza de lugares de trabajo. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para desmoldeo de elementos aeroespaciales. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en desmoldeo de elementos aeroespaciales.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 m² por alumno o alumna.
- Instalación 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 por moldeo automático, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el 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:	3
Código:	MF1848_3
Asociado a la UC:	UC1848_3 - Mecanizar elementos aeroespaciales de material compuesto
Duración (horas):	90
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar técnicas de preparación de elementos aeroespaciales de material compuesto, herramientas de corte y útiles de mecanizado manual o automático, llevando a cabo una inspección visual previa y posterior al proceso, determinando unas operaciones a ejecutar, como taladrar, recantar, fresar, torneare, entre otras, a partir de unos planos de fabricación.

CE1.1 Aplicar técnicas de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD), distinguiendo métodos de detección y de eliminación, en el mecanizado manual o automático de elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.2 En un supuesto práctico de inspección visual previa al mecanizado de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos planos, registrando la información sobre el proceso para asegurar la trazabilidad, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando Equipos de Protección Individual (EPI), aplicando normativa FOD:

- Inspeccionar piezas, identificando daños, defectos o irregularidades en la superficie exterior, comprobando la ausencia de bordes cortantes o exceso de material.
- Examinar núcleos, comprobando la ausencia de corrosión, ataque químico o contaminación por grasas, aceites u otros agentes extraños.

CE1.3 En un supuesto práctico de preparación para el mecanizado de un elemento aeroespacial de material compuesto o de un núcleo, a partir de unos planos, determinando las operaciones a ejecutar (taladrar, recantar, fresar, torneare, entre otras), cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Limpiar la superficie de la pieza o núcleo, siguiendo unas técnicas de limpieza según la operación de mecanizado manual o automático a ejecutar.
- Especificar las operaciones de mecanizado manual o automático a ejecutar (taladrar, recantar, fresar, torneare, entre otras).
- Determinar las máquinas o herramientas (brocas, fresas, entre otras) a emplear, en función del proceso de mecanizado (taladrado, recanteo, entre otros).
- Posicionar la pieza o núcleo, fijándolos en los útiles de mecanizado

CE1.4 En un supuesto práctico de revisión de herramientas de corte y útiles de mecanizado manual o automático de elementos aeroespaciales de material compuesto, a partir de unos manuales de máquinas, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, efectuando las comprobaciones antes y después de cada operación, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Examinar unas herramientas de corte, comprobando su estado de uso y cambiándolas si pierden la capacidad de corte o no se consigue el resultado final indicado en los planos.
- Examinar unos útiles de mecanizado, comprobando su estado, manteniéndolos limpios y ordenados y detectando daños que puedan afectar a ejecuciones posteriores.

CE1.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la preparación de piezas o núcleos para su mecanizado manual o automático, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C2: Aplicar técnicas de mecanizado manual en elementos aeroespaciales de material compuesto, seleccionando herramientas de corte, posicionando y fijando piezas en útiles, ejecutando procedimientos en función de cada operación a efectuar, a partir de unos planos de fabricación.

CE2.1 Interpretar la información para el mecanizado manual de un elemento aeroespacial de material compuesto o de un núcleo, identificándolo y caracterizándolo a partir de vistas, cortes, secciones y detalles de unos planos, distinguiendo la simbología y aplicando convenciones de representación gráfica.

CE2.2 Distinguir procesos de mecanizado manual en elementos aeroespaciales de material compuesto o en núcleos, teniendo en cuenta el empleo de sistemas de aspiración ajustados cada tipo de operación a efectuar, identificando los útiles auxiliares de mecanizado, describiendo sus características y su modo de empleo.

CE2.3 Diferenciar tipos de máquinas, herramientas de corte y utillajes empleados en procesos de mecanizado manual, determinando sus características en función de la estructura y composición del material, así como del espesor y geometría, tanto de la pieza como de la propia herramienta.

CE2.4 En un supuesto práctico de mecanizado manual de un elemento aeroespacial de material compuesto o de un núcleo, llevando a cabo varias operaciones determinadas en unos documentos como planos, manuales de máquinas, entre otros, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, manteniendo limpia y ordenada la zona de trabajo, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Seleccionar las máquinas y herramientas a emplear, en función de la operación a efectuar.
- Posicionar la pieza o núcleo, fijándolos en los útiles de mecanizado manual, evitando interferencias en el montaje que puedan provocar defectos o daños durante la operación.
- Ejecutar el proceso de mecanizado sobre la pieza o núcleo, siguiendo las instrucciones de la documentación propuesta.
- Verificar la pieza o núcleo mecanizados, comprobando que no se han producido defectos o daños y que se ajustan a las características determinadas en los planos, aplicando sellante en el caso de bordes de corte abiertos.

CE2.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el mecanizado manual de piezas o núcleos, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C3: Aplicar técnicas de mecanizado automático en elementos aeroespaciales de material compuesto, seleccionando herramientas de corte, posicionando y fijando útiles y piezas, ejecutando un programa determinado para cada operación, a partir de unos planos de fabricación.

CE3.1 Interpretar la información para el mecanizado automático de un elemento aeroespacial de material compuesto o de un núcleo, identificándolos y caracterizándolos a partir de vistas,

cortes, secciones y detalles de unos planos, distinguiendo la simbología y aplicando convenciones de representación gráfica.

CE3.2 Distinguir procesos de mecanizado automático en elementos aeroespaciales de material compuesto o en núcleos, teniendo en cuenta el empleo de sistemas de aspiración ajustados cada tipo de operación a efectuar, identificando los útiles auxiliares de mecanizado, describiendo sus características y su modo de empleo.

CE3.3 Diferenciar tipos de máquinas, herramientas de corte y utillajes empleados en procesos de mecanizado automático, determinando sus características en función de los programas a ejecutar.

CE3.4 En un supuesto práctico de mecanizado automático de un elemento aeroespacial de material compuesto o de un núcleo, llevando a cabo varias operaciones determinadas en unos documentos como planos, instrucciones de operación, manuales de máquinas, entre otros, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, seleccionando en la máquina el programa a ejecutar, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Seleccionar las máquinas automáticas y herramientas a emplear, en función de la operación a efectuar.

- Posicionar los útiles y la pieza o núcleo a mecanizar, fijándolos en la máquina automática, evitando interferencias en el montaje que puedan provocar defectos o daños durante la operación.

- Ejecutar el programa de mecanizado seleccionado, ajustando los parámetros en la máquina (velocidad de desplazamiento ejes X, Y, Z, velocidad de corte del cabezal, fuerza de corte, entre otros), llevando a cabo las operaciones indicadas en la documentación propuesta.

- Verificar la pieza o núcleo mecanizados, comprobando que no se han producido defectos o daños y que se ajustan a las características determinadas en los planos, aplicando sellante en el caso de bordes de corte abiertos.

CE3.5 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el mecanizado automático de piezas o núcleos, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

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

C1 respecto a CE1.2, CE1.3 y CE1.4; C2 respecto a CE2.4 y C3 respecto a CE3.4.

Otras Capacidades:

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

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Preparación para procesos de mecanizado de herramientas, utillaje y elementos o núcleos aeroespaciales de material compuesto

Documentación para la fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto: rutas y órdenes de trabajo, instrucciones de trabajo, planos de diseño y fabricación. Sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad. Control de calidad. Documentación técnica de los procesos de

estabilizado y mecanizado de núcleos de material compuesto. Interpretación de documentación técnica sobre mecanizado en una segunda lengua extranjera. Procesos de gestión y manipulación de elementos y núcleos de material compuesto. Interpretación de planos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto. Simbología aeronáutica para ejes, escalas, secciones, perspectivas, orientación, perfiles, tolerancias, posición, entre otros. Máquinas para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto: máquinas manuales y automáticas eléctricas y neumáticas, máquinas de control numérico. Herramientas para el mecanizado de elementos aeroespaciales de material compuesto: tipos, características y composición. Normas de calidad de gestión y manejo de herramientas, máquinas y útiles. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para preparación para procesos de mecanizado. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en preparación para el mecanizado.

2 Procesos de mecanizado manual de elementos aeroespaciales o núcleos de material compuesto

Máquinas manuales eléctricas y neumáticas. Documentación técnica asociada, gestión, funcionamiento y manejo. Procesos de mecanizado manual de elementos aeroespaciales de material compuesto o núcleos: tipos de mecanizado (taladrado, recantado, corte, entre otros), lubricantes, parámetros de mecanizado (velocidad de corte, velocidad de avance, entre otros). Procedimientos de sellado de bordes. Utillaje de mecanizado manual de elementos aeroespaciales y núcleos de material compuesto: tipos, codificación, composición/características estructurales, documentación técnica asociada, usos y aplicabilidad. Protección y mantenimiento. Normas de calidad asociadas a defectos: tipos de defectos, admisibilidad, tolerancias. Normas de calidad sobre gestión y manejo de máquinas de mecanizado manual. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para mecanizado manual. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en mecanizado manual.

3 Procesos de mecanizado automático de elementos aeroespaciales o núcleos de material compuesto

Máquinas automáticas eléctricas y neumáticas. Máquinas de control numérico (CNC). Documentación técnica asociada, gestión, funcionamiento y manejo. Utillaje de mecanizado automático de elementos aeroespaciales y núcleos de material compuesto: tipos, codificación, composición/características estructurales, documentación técnica asociada, usos y aplicabilidad, posicionamiento ejes XYZ. Protección y mantenimiento. Procesos de mecanizado automático de elementos aeroespaciales de material compuesto o núcleos: tipos de mecanizado (taladrado, recantado, corte, entre otros), lubricantes, parámetros de mecanizado (velocidad de corte, velocidad de avance, velocidad de desplazamiento ejes XYZ, entre otros). Procedimientos de sellado de bordes. Normas de calidad asociadas a defectos: tipos de defectos, admisibilidad, tolerancias. Normas de calidad sobre gestión y manejo de máquinas de mecanizado automático. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para mecanizado automático. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en mecanizado automático.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 m² por alumno o alumna.
- Instalación 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 dos formas siguientes:
 - Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el 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

Verificación de elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel:	3
Código:	MF1849_3
Asociado a la UC:	UC1849_3 - Verificar elementos aeroespaciales de material compuesto
Duración (horas):	90
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar técnicas de preparación para inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto y de los productos y equipos de comprobación, estudiando varios tipos de defectos, discrepancias o no conformidades, analizando varias técnicas, como ultrasonidos, "pulso-eco", "Tap-Test", rayos X, entre otras, consultando fichas de seguridad y manuales de funcionamiento, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede.

CE1.1 Reconocer defectos, discrepancias o no conformidades detectados en los procesos de producción de unos elementos aeroespaciales de material compuesto, interpretando unos planos de fabricación, aplicando convenciones de representación gráfica.

CE1.2 Distinguir técnicas de inspección (ultrasonidos, "pulso-eco", "Tap-Test", rayos X, entre otras) para detectar defectos, discrepancias o no conformidades en elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a sus características, a partir de unos planos.

CE1.3 Describir la función de equipos, herramientas, utillajes y medios de transporte empleados en los procesos de inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto, explicando sus parámetros o características y clasificándolos según el tipo de defectos, discrepancias o no conformidades que detectan.

CE1.4 En un supuesto práctico de preparación, antes de la inspección, de un elemento aeroespacial de material compuesto, así como de unos productos y equipos de comprobación, a partir de unos documentos como planos, fichas de seguridad, manuales, procedimientos de calidad, entre otros, evitando acumular material innecesario, manteniendo la zona de trabajo limpia y ordenada, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando Equipos de Protección Individual (EPI), aplicando normativa sobre gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD):

- Aplicar técnicas de gestión del riesgo de FOD, distinguiendo métodos de detección y de eliminación, antes y después del proceso de inspección.

- Manipular las piezas, trasladándolas e instalándolas en las máquinas de inspección, empleando medios de transporte y utillajes (cunas, eslingas, entre otros).

- Preparar las piezas, empleando productos en función de la técnica de inspección a aplicar (ultrasonidos, "pulso-eco", "Tap-Test", rayos X, entre otras).

- Ajustar la configuración del equipo de comprobación, en función de la pieza, el método de inspección y los defectos, discrepancias o no conformidades a identificar.

CE1.5 En un supuesto práctico de planificación de medidas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente durante la inspección de un elemento aeroespacial

de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, manuales, procedimientos de calidad, entre otros, aplicando normativa FOD:

- Determinar las medidas de prevención, analizando los riesgos laborales y medioambientales asociados al ensayo, así como a los productos de revelado, atendiendo a las fichas de seguridad.
- Identificar los EPI para efectuar el ensayo (dosímetros, radiómetros, sistemas de seguridad del búnker, entre otros), describiendo su función.
- Detallar las señales gráficas, acústicas y luminosas de seguridad del equipo de inspección y de la instalación donde se efectúa el ensayo, describiendo su función.
- Describir el proceso de gestión de los residuos del proceso de revelado (líquidos, películas, entre otros), según el sistema de calidad.

CE1.6 En un supuesto práctico de acondicionamiento, después de la inspección, de un elemento aeroespacial de material compuesto verificado, así como de unos equipos de comprobación empleados, a partir de unos documentos como planos, manuales, procedimientos de calidad, entre otros, teniendo en cuenta la ejecución de procesos posteriores, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Acondicionar unos elementos aeroespaciales de material compuesto verificados, protegiéndolos con embalajes o fundas para evitar deterioros durante su manipulación, transporte y ejecución de procesos posteriores.
- Manipular unos equipos empleados para la inspección, identificando posibles riesgos (daños, contaminación o interferencia en procesos posteriores) ocasionados por condiciones de almacenamiento indebidas, preservándolos según el sistema de calidad.
- Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la preparación para inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto, así como de productos y equipos de comprobación, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C2: Aplicar técnicas de inspección sobre elementos aeroespaciales de material compuesto, empleando varios tipos de ensayos no destructivos, considerando las características de la pieza, ajustando los parámetros de control en función de los defectos a identificar.

CE2.1 Distinguir parámetros de control (fechas de calibración de equipos, verificaciones previas, tiempos de procesado, material consumible, entre otros) de varias técnicas de inspección mediante ensayos no destructivos para un elemento aeroespacial a verificar, configurando los equipos a emplear y estableciendo sus valores límite en función de los defectos a identificar.

CE2.2 En un supuesto práctico de inspección de un elemento aeroespacial de material compuesto mediante ensayo no destructivo, a partir de unos documentos como planos, manuales, procedimientos de calidad, entre otros, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, mediante el uso de unos equipos en función de la técnica empleada y de los defectos a identificar, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Ajustar en el equipo los parámetros de control, en función de la técnica de inspección empleada y las características de la pieza.
- Manejar el equipo de inspección para identificar los defectos, atendiendo al manual de funcionamiento.
- Interpretar las indicaciones obtenidas durante la inspección, considerando unos criterios de aceptación y rechazo.

- Redactar un informe de inspección que incluya un croquis, detallando las características de la pieza, los parámetros de control de los equipos empleados, las indicaciones obtenidas, así como su interpretación para evaluar si es aceptable o no, asegurando la trazabilidad.

CE2.3 En un supuesto práctico de inspección con la técnica de rayos X o termografía de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, manuales, procedimientos de calidad, entre otros, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Detallar el proceso de rodaje y configuración del equipo, ajustando los parámetros según las instrucciones del manual de funcionamiento.

- Configurar el equipo para la inspección, fijando la distancia foco-película y el ángulo de incidencia del haz, empleando utillaje de preparación como grúas, eslingas, cuñas, entre otros.

- Manejar el equipo para identificar los defectos, atendiendo a las señales gráficas, acústicas y luminosas.

- Obtener una imagen de la pieza adecuada para la inspección, procesando el revelado de la película utilizada o configurándola digitalmente.

CE2.4 Aplicar técnicas de comprobación y ajuste de equipos de inspección con ensayos no destructivos, verificando su estado de uso y su calibración, siguiendo el manual de funcionamiento, controlando las condiciones de su almacenamiento y midiendo con patrones, indicadores de calidad, equipos de medida, entre otros.

C3: Aplicar técnicas de verificación visual y dimensional sobre elementos aeroespaciales de material compuesto, empleando sistemas de medición como calibres, medidores laser, boroscopios, ultrasonidos, entre otros.

CE3.1 Distinguir técnicas de verificación visual y dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto, atendiendo a sus características y a los defectos, discrepancias o no conformidades a identificar, a partir de unos planos de fabricación.

CE3.2 Diferenciar equipos de verificación tanto visual (lentes de aumento, microscopios o lámparas, entre otros) como dimensional (directa y digital), clasificándolos según los defectos, discrepancias o no conformidades a identificar, la técnica aplicada y las características de los elementos aeroespaciales de material compuesto inspeccionados, determinando los accesorios y materiales auxiliares a emplear.

CE3.3 Distinguir parámetros de control (fechas de calibración de equipos, comprobaciones previas, condiciones ambientales, material consumible, entre otros) de varias técnicas de verificación visual y dimensional a aplicar en un elemento aeroespacial, determinando los equipos a emplear y estableciendo sus valores límite en función de los defectos, discrepancias o no conformidades a identificar.

CE3.4 En un supuesto práctico de verificación de un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, manuales, procedimientos de calidad, entre otros, interpretándolos en una segunda lengua extranjera, si procede, empleando equipos de inspección visual (lentes de aumento, microscopios o lámparas, entre otros), así como de medición directa (calibres, micrómetros, entre otros) y digital (ultrasonidos, escáneres, entre otros), cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Ajustar los parámetros de los equipos en función de las técnicas aplicadas y de las características de la pieza.

- Manejar los equipos de inspección visual y de medición directa o digital, interpretando las indicaciones obtenidas para determinar los valores dimensionales de la pieza.

- Analizar los valores dimensionales obtenidos, considerando los criterios de aceptación y rechazo.
- Redactar un informe de verificación que incluya un croquis, detallando los parámetros de control de los equipos empleados, las características de la pieza y los valores dimensionales obtenidos, así como su interpretación para evaluar si es aceptable o no, asegurando la trazabilidad.

CE3.5 Aplicar técnicas de comprobación después de su uso de equipos de verificación visual y de medición directa o digital, verificando su estado de uso y su calibración, siguiendo el manual de funcionamiento, controlando las condiciones de su almacenamiento.

C4: Analizar elementos aeroespaciales de material compuesto verificados, comprobando su aptitud o No Conformidad, aplicando unas normas que determinen las condiciones de conformidad, considerando varios sistemas de calidad, a partir de unos criterios de aceptación y rechazo.

CE4.1 Aplicar técnicas de comprobación del proceso de fabricación de un elemento aeroespacial, confirmando que se ha completado y verificado según la normativa y procedimientos de calidad, validando la condición de útil.

CE4.2 Completar un formato o informe de producto no conforme para un elemento aeroespacial que tras su proceso de fabricación presente defectos, discrepancias o no conformidades, identificando a la pieza como no conforme, siguiendo los métodos de un sistema de calidad como tarjetas de colores, etiquetas, códigos QR, entre otros.

CE4.3 Aplicar técnicas de segregación a elementos aeroespaciales de material compuesto no conformes para su tratamiento posterior, justificando esta necesidad, según la normativa y procedimientos de calidad.

CE4.4 Analizar posibles causas de una No Conformidad en un elemento aeroespacial, empleando métodos como Diagramas de "Ishikawa", estudio de Síntoma-Causa-Remedio-Acción (SCRA), entre otros, redactando un informe en el formato indicado en un sistema de calidad.

CE4.5 Establecer una disposición que devuelva un elemento no conforme a la condición de útil, definiendo acciones correctivas sobre la o las causas raíz de la No Conformidad, siguiendo unos planos de fabricación, así como las normas de calidad de aplicación.

CE4.6 Completar un Certificado de Conformidad, indicando la condición de útil de un elemento aeroespacial, especificando los datos exigidos por la normativa y procedimientos de calidad en cuanto a trazabilidad, características de la pieza, procesos ejecutados, concesiones, entre otros.

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

C1 respecto a CE1.4, CE1.5 y CE1.6; C2 respecto a CE2.2 y CE2.3 y C3 respecto a CE3.4.

Otras Capacidades:

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

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la empresa.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Preparación para inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto y de los productos y equipos de comprobación

Defectología: Características estructurales y físico-químicas de los materiales compuestos de elementos aeroespaciales. Defectos característicos. Técnicas de inspección mediante ensayos no destructivos aplicadas a elementos aeroespaciales de material compuesto: Características de las técnicas. Conceptos de indicación, discontinuidad y defecto. Defectos a detectar por cada técnica. Limitaciones de cada técnica. Preparación y precauciones previas al proceso de inspección. Interpretación de documentación técnica sobre defectología y ensayos no destructivos en una segunda lengua extranjera. Metrología aplicada a elementos aeroespaciales de material compuesto: Parámetros dimensionales, superficiales y geométricos a verificar. Unidades características y factores de conversión. Tolerancias, incertidumbre y error. Equipos y técnicas de medición de los parámetros dimensionales, superficiales y geométricos a verificar. Patrones y parámetros de control. Protección y mantenimiento de los útiles para la inspección. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para inspección de elementos aeroespaciales. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en inspección de elementos aeroespaciales.

2 Inspección de elementos aeroespaciales de material compuesto mediante técnicas con ensayos no destructivos

Inspección por ultrasonidos: Equipos de inspección. Palpadores y transductores. Acoplamiento y consumibles. Patrones, indicadores de calidad y parámetros de control. Variables a seleccionar y su influencia en los resultados del ensayo. Inspección por rayos X: Equipos de inspección. Patrones, indicadores de calidad y parámetros de control. Variables a seleccionar y su influencia en los resultados del ensayo. Películas y revelado de radiografías. Radiografía digital. Inspección por termografía: Equipos de inspección. Sensores y consumibles. Patrones, indicadores de calidad y parámetros de control. Variables a seleccionar y su influencia en los resultados del ensayo. Ajuste de la representación digital de indicaciones. Inspección por resonancia y sonido: Equipos y herramientas. Otras técnicas: Líquidos penetrantes. Ensayos de dureza. Ensayos de adherencia. Informes de inspección y evaluación de indicaciones. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para técnicas con ensayos no destructivos. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en cada técnica de inspección.

3 Verificación visual y dimensional de elementos aeroespaciales de material compuesto

Equipos de medición e inspección visual: analógicos y digitales. Calibración de los equipos. Protección y mantenimiento de los útiles para la verificación. Informes de verificación y calibración. Limitaciones al montaje, interferencia e intercambiabilidad. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para verificación de elementos aeroespaciales. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en verificación de elementos aeroespaciales.

4 Validación de elementos aeroespaciales de material compuesto

Concepto de calidad: Definición y relevancia de la calidad en el proceso productivo. Sistemas de calidad según la norma EN9100. Otras normativas de calidad del proceso de verificación (EN 4179,

ISO 10012, entre otras). Certificación de productos, sistemas y servicios. Documentación para la validación de elementos aeroespaciales de material compuesto. Instrucciones de verificación. Registros y trazabilidad. Gestión de producto no conforme: Criterios de aceptación y rechazo. No conformidades. Hojas de No Conformidad (HNC). Segregación del material. Análisis de no conformidades: Metodologías de análisis de causa-raíz ("Ishikawa", 8D, 5Ws, entre otras). Análisis de riesgos y acciones preventivas. Material no conforme: Disposiciones sobre material no conforme. Seguimiento de acciones correctivas. Concesiones. Inutilidad del material no conforme (scrap). Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para validación de elementos aeroespaciales. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en validación de elementos aeroespaciales.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 m² por alumno o alumna.
- Instalación 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 dos formas siguientes:
 - Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el 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 6

Realización de acciones correctivas sobre elementos aeroespaciales de material compuesto

Nivel:	3
Código:	MF2813_3
Asociado a la UC:	UC2813_3 - Realizar acciones correctivas sobre elementos aeroespaciales de material compuesto
Duración (horas):	90
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Analizar defectos, anomalías o irregularidades superficiales que se producen en un proceso de fabricación, curado o mecanizado de piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, siguiendo procedimientos de evaluación y clasificación de daños, estableciendo la relación causa-efecto, determinando las correcciones a efectuar, a partir de unos planos de fabricación y unos criterios de aceptación y rechazo.

CE1.1 Identificar defectos, anomalías o irregularidades detectados en elementos aeroespaciales de material compuesto, clasificándolos según los tipos de daños (roces, arrugas, depresiones, abultamientos, zonas de diferente coloración, falta de resina, entre otros) y las técnicas de corrección, interpretando unos planos, aplicando convenciones de representación gráfica.

CE1.2 Aplicar técnicas de gestión del riesgo de Daños por Objetos Extraños (FOD), distinguiendo métodos de detección y de eliminación, en del proceso de corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto.

CE1.3 En un supuesto práctico de caracterización de defectos, anomalías o irregularidades en un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos tanto de diseño y calidad de los procesos efectuados (fabricación, curado o mecanizado) como del propio elemento (planos, hojas de No Conformidad, entre otros), cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando Equipos de Protección Individual (EPI), aplicando normativa FOD:

- Examinar el elemento identificado como no conforme, efectuando la evaluación de los daños que presenta, preparándolo para la corrección.
- Precisar el tamaño y ubicación de los defectos, anomalías o irregularidades, comparando el elemento no conforme con lo indicado en los planos.
- Marcar los defectos, anomalías o irregularidades sobre el elemento, acotando la zona afectada por cada intervención.
- Especificar las correcciones a efectuar, concretando tipo y pasos a seguir, determinando tanto el flujo y operaciones a llevar a cabo como los materiales y herramientas a utilizar.

CE1.4 Aplicar técnicas de registro de forma gráfica y descriptiva, de la información sobre los defectos, anomalías o irregularidades detectados en unos procesos de fabricación, curado o mecanizado, efectuando el análisis de los fallos e indicando, si es posible, la relación causa-efecto, en soporte papel o informático.

C2: Aplicar técnicas de eliminación de capas y núcleos en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, delimitando la zona de la operación, empleando herramientas de lijado neumático, manual o automático, a partir de unos planos de fabricación y unas pautas de diseño y calidad.

CE2.1 Distinguir técnicas de eliminación de capas o núcleos como lijado neumático con disco abrasivo, fresado manual y lijado de acabado manual o automático, entre otras, clasificándolas según la geometría de la pieza y de los defectos, anomalías o irregularidades a corregir.

CE2.2 En un supuesto práctico de eliminación de capas o núcleos en un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, hojas de No Conformidad, entre otros, limpiando la zona a corregir mediante aspiración y limpieza con disolventes, dejándola libre de suciedad antes y después del proceso, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Delimitar el número de capas a eliminar, así como la huella de cada una de ellas.
- Elaborar las plantillas para la posterior elaboración de las capas a reponer, aplicando técnicas de laminado manual.
- Eliminar las capas o el núcleo, mediante lijado neumático con disco abrasivo, fresado manual o lijado de acabado manual o automático.

CE2.3 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la eliminación de capas o núcleos, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C3: Aplicar técnicas de corrección de defectos, anomalías o irregularidades superficiales en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, siguiendo procedimientos como ejecución de laminados o empleo de resinas, entre otros, determinados a partir de la caracterización previa, a partir de unos planos de fabricación y unas pautas de diseño y calidad.

CE3.1 Distinguir acciones correctivas en elementos aeroespaciales de material compuesto, clasificándolas según los tipos de defectos, anomalías o irregularidades y las técnicas de corrección, interpretando unos planos, aplicando convenciones de representación gráfica.

CE3.2 Aplicar técnicas de preparación de la resina a utilizar en la corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto, mezclando los componentes en las proporciones indicadas en unas fichas técnicas de productos.

CE3.3 En un supuesto práctico de corrección de defectos superficiales en un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, hojas de No Conformidad, entre otros, manteniendo la zona de trabajo limpia y ordenada, cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Organizar el acopio de materiales y herramientas, en función de las operaciones a efectuar.
- Ejecutar el laminado para la corrección, trazando la plantilla para la reposición de las capas eliminadas, cortando el tejido impregnado en resina o el núcleo, si procede, aplicando el material en la zona a corregir y apilando las nuevas capas.
- Registrar de forma gráfica y descriptiva la información sobre la corrección efectuada, asegurando la trazabilidad de los materiales utilizados y del proceso, en soporte papel o informático.

CE3.4 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en la corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto, segregándolos según un plan de gestión sobre residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

C4: Aplicar técnicas de curado manual de zonas a corregir en piezas o elementos aeroespaciales de material compuesto, mediante ciclo combinado de temperatura y vacío con máquinas portables de curado de partes, a partir de unos planos de fabricación y unas pautas de diseño y calidad.

CE4.1 Aplicar técnicas de organización del acopio de materiales, herramientas y equipos a utilizar en el curado manual (capas, núcleos, adhesivo, elementos de vacío, entre otros), a partir de unos planos y unas hojas de No Conformidad.

CE4.2 Aplicar técnicas de comprobación de máquinas de curado manual "sicoveta", verificando el estado de sus componentes, mantas térmicas, termopares de control y mangueras de vacío, así como la fecha de calibración.

CE4.3 En un supuesto práctico de curado manual en zonas a corregir en un elemento aeroespacial de material compuesto, a partir de unos documentos como planos, hojas de No Conformidad, entre otros, posicionando los materiales de la corrección (capas, núcleos, adhesivo, entre otros), cumpliendo con las normas sobre prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, utilizando EPI, aplicando normativa FOD:

- Ajustar las conexiones de mantas térmicas, termopares de control y mangueras de vacío, comprobándolas antes de la ejecución del ciclo de curado manual.
- Sellar la bolsa de vacío, verificando la ausencia de defectos y asegurando la estanqueidad.
- Ejecutar el ciclo de curado manual, ajustando los parámetros de control (temperatura y presión de curado) en función de las características de la corrección.
- Retirar la bolsa de vacío, desmontando los accesorios de la máquina de curado y verificando el estado de la corrección.

CE4.4 Aplicar técnicas de tratamiento de desechos generados en el curado manual de zonas a corregir, segregándolos según un plan sobre gestión de residuos, utilizando puntos limpios señalizados.

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

C1 respecto de CE1.3; C2 respecto a CE2.2; C3 respecto a CE3.3 y C4 respecto a CE4.3.

Otras Capacidades:

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

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente con el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la organización.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

Contenidos

1 Caracterización de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto

Defectología: clasificación de defectos, anomalías o irregularidades. Tipos de daños (roces, arrugas, depresiones, abultamientos, zonas de diferente coloración, falta de resina, entre otros). Causas de los defectos en la materia prima y durante las etapas del proceso de fabricación. Registro descriptivo y gráfico de defectos, anomalías o irregularidades. Análisis de fallos. Interpretación de planos de fabricación de elementos aeroespaciales de material compuesto. Simbología aeronáutica para ejes, escalas, secciones, perspectivas, orientación, perfiles, tolerancias, posición, entre otros.

Correcciones en elementos aeroespaciales de material compuesto: determinación del tamaño y delimitación de la ubicación de los daños. Croquización. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para caracterización de defectos. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en caracterización de defectos.

2 Eliminación de capas y núcleos en elementos aeroespaciales de material compuesto

Delimitación del número de capas a eliminar sobre el defecto, anomalía o irregularidad. Eliminación de capas mediante lijado neumático. Eliminación de capas en núcleos: lijado neumático inicial y acabado con lijado manual o automático. Pautas de diseño y calidad: geometría, tamaño y dirección de orientación de la corrección. Técnicas de limpieza de superficies. Protección y mantenimiento de los útiles para la eliminación de capas y núcleos. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para eliminación de capas y núcleos. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en eliminación de capas y núcleos.

3 Corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto

Documentación para la corrección de defectos en elementos aeroespaciales de material compuesto: rutas y órdenes de trabajo, instrucciones de trabajo, planos de diseño y fabricación. Sistemas de gestión documental: registros y trazabilidad. Hojas de No Conformidad. Control de calidad. Tipos de correcciones. Procedimientos a seguir. Exigencias ambientales. Materiales, herramientas y útiles para la corrección de defectos. Protección y mantenimiento de útiles y herramientas. Registro descriptivo y gráfico de correcciones en piezas. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para corrección de defectos. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en corrección de defectos.

4 Ejecución de ciclos de curado manual de zonas a corregir en elementos aeroespaciales de material compuesto

Materiales, herramientas y equipos para el curado manual. Curado manual con "sicoteva": características y aplicaciones. Posición de los materiales, plantillas, orientación. Bolsa de vacío para correcciones. Protección y mantenimiento de los útiles de curado manual. Equipos de Protección Individual (EPI) y colectiva para ejecución de ciclos de curado manual. Prevención de riesgos laborales y medioambientales específicos de la actividad. Clasificación y gestión de residuos específicos de la actividad. Normativa sobre gestión del riesgo de FOD aplicable en curado manual.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 m² por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de acciones correctivas sobre elementos aeroespaciales de material compuesto, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el 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.