

Espacio Formativo	Equipamiento
Taller decoletaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquinas de decoletaje (torno monohusillo, torno multihusillo, máquinas de segundas operaciones).</li> <li>- Herramientas para preparación de máquinas.</li> <li>- Portaherramienta y herramientas de corte (cuchillas, machos, terrajas).</li> <li>- Útiles de verificación y control (calibres pie de rey, micrómetros, comparadores, calas patrón)</li> <li>- Programas de CNC para decoletaje.</li> <li>- Manipuladores de piezas (robot, manipulador).</li> <li>- Equipos de protección individual.</li> </ul>
Almacén decoletaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Armarios metálicos para herramientas.</li> <li>- Estanterías.</li> <li>- Maquinaria de transporte apropiada para el desplazamiento de elementos.</li> <li>- Materiales para mecanizar.</li> </ul>

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

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

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

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

## ANEXO II

### I. IDENTIFICACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

**Denominación:** Fabricación por mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

**Código:** FMEM0211

**Familia profesional:** Fabricación Mecánica

**Área profesional:** Producción mecánica

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Cualificación profesional de referencia:**

FME646\_3 Fabricación por mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento (RD 1032/2011 de 15 de julio).

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

UC2164\_3: Adaptar los planos de fabricación para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

UC2165\_3: Diseñar utillajes de amarre de pieza para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

UC2166\_3: Planificar el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

UC2167\_3: Mecanizar a alta velocidad y alto rendimiento

**Competencia general:**

Obtener piezas mediante mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento, planificando y controlando los procesos operacionales de mecanizado y productos fabricados, adaptando los planos de fabricación a las necesidades del proceso, diseñando los utillajes, preparando y poniendo a punto las máquinas, responsabilizándose del mantenimiento de primer nivel de los equipos, consiguiendo los criterios de calidad, cumpliendo los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa, y la normativa de aplicación vigente.

**Entorno Profesional:**

Ámbito profesional:

Desarrolla su actividad profesional en las áreas de planificación y producción de grandes, medianas o pequeñas empresas, públicas y privadas, tanto por cuenta propia como ajena, dedicadas a la fabricación por mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento, pudiendo tener a su cargo personal de nivel inferior.

Sectores productivos:

Este certificado se ubica en el subsector de la industria transformadora de los metales y, principalmente, en las siguientes actividades económicas: Metalurgia. Fabricación por mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento. Fabricación de productos metálicos. Fabricación de maquinaria y equipo mecánico. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos. Fabricación de vehículos de motor y material de transporte.

Ocupaciones o puestos de trabajo relacionados:

7323.1231 Preparador-ajustador de máquinas-herramienta para trabajar metales, en general.

7323.1222 Preparador-ajustador de máquinas-herramienta con CNC, para trabajar metales. Operador de máquinas-herramienta de alta velocidad y alto rendimiento.

Programador de máquinas-herramienta de CNC de alta velocidad y alto rendimiento.

Planificador de procesos de mecanizado de alta velocidad y alto rendimiento.

Diseñador de utillajes para mecanizado de alta velocidad y alto rendimiento.

**Duración de la formación asociada:** 630 horas

**Relación de módulos formativos y de unidades formativas:**

MF2164\_3: Adaptación de planos de fabricación para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento. (90 horas)

MF2165\_3: Diseño de utillajes de amarre de pieza para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento. (170 horas)

- UF2042: Definición de utillajes para mecanizado de alta velocidad y alto rendimiento (80 horas).
- UF2043: Desarrollo de documentación de diseño para la fabricación de utillajes de amarre (90 horas).

MF2166\_3: Planificación del mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento. (210 horas)

- UF2044: Planificación del mecanizado a alta velocidad (70 horas).
- UF2045: Planificación del mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea de fresado y torneado (70 horas).
- UF2046: Planificación del mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado (70 horas).

MF2167\_3: Mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento. (120 horas)

- UF2047: Mecanizado a alta velocidad (40 horas).
- UF2048: Mecanizado de alto rendimiento en fresadora multitarea (40 horas).
- UF2049: Mecanizado de alto rendimiento en torno multitarea (40 horas).

MP0432: Módulo de prácticas profesionales no laborales de Fabricación por mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento (40 horas).

## II. PERFIL PROFESIONAL DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

### Unidad de competencia 1

**Denominación:** ADAPTAR LOS PLANOS DE FABRICACIÓN PARA EL MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Nivel:** 3

**Código:** UC2164\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Obtener la información técnica de la pieza para su mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento, a partir de la interpretación del plano de fabricación.

- CR1.1 Los planos de la pieza se interpretan según normas de representación gráfica.
- CR1.2 Las características del material que hay que mecanizar se identifican en el plano.
- CR1.3 Los tratamientos térmicos y superficiales del material que hay que mecanizar se identifican en el plano.
- CR1.4 Las dimensiones de partida para el mecanizado se identifican en el plano.
- CR1.5 La forma y dimensiones de la pieza a obtener y las tolerancias geométricas referenciadas y cadenas de cotas, superficiales, entre otras, que exige la pieza a mecanizar se identifican en el plano.
- CR1.6 Las superficies y elementos de referencia para proceder al mecanizado se identifican en el plano.

RP2: Adecuar las geometrías de la pieza con aplicaciones informáticas de diseño asistido por ordenador (CAD) para su posterior mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento, en función de la arquitectura de la máquina y las herramientas disponibles.

- CR2.1 El fichero con la geometría de la pieza a obtener se importa en el formato de intercambio adecuado a la aplicación de CAD.

CR2.2 Los cambios en el diseño de la pieza para facilitar el mecanizado se identifican en base a las incompatibilidades geométricas de la pieza con respecto a la máquina.

CR2.3 La adecuación de las geometrías a mecanizar se define en función de la arquitectura de la máquina y la disponibilidad de herramientas analizando interferencias geométricas.

CR2.4 La deformación de la pieza en el amarre se evita creando refuerzos que serán eliminados en fases u operaciones posteriores.

CR2.5 La definición de zonas de referencia de posicionamiento de mecanizado se establece en función de la geometría de la pieza.

CR2.6 La determinación de las caras de referencia para el posicionamiento de la pieza en la máquina se define en función de la pieza y la máquina.

CR2.7 La adaptación de la geometría se realiza utilizando aplicaciones informáticas de CAD.

RP3: Desarrollar los planos para la fabricación de acuerdo con las normativas existentes.

CR3.1 Las geometrías adaptadas se compatibilizan con los programas de CAM (Mecanizado asistido por ordenador) existentes en la empresa.

CR3.2 El material de la pieza se especifica en el plano para su posterior elección en el mecanizado.

CR3.3 Las tolerancias dimensionales se especifican en el plano.

CR3.4 Las tolerancias geométricas se especifican en el plano.

CR3.5 La calidad superficial se especifica en el plano.

CR3.6 Los tratamientos térmicos o superficiales y su zona de aplicación que afectan al proceso de mecanizado se especifican en el plano.

CR3.7 Las superficies auxiliares para el mecanizado se representan en el plano.

CR3.8 Los planos se generan acorde con las normativas de representación gráfica.

RP4: Establecer las pautas de control para la fabricación de acuerdo con las normativas existentes.

CR4.1 Las pautas de control tanto parciales como finales se adecuan para asegurar la calidad final de la pieza.

CR4.2 La característica de la magnitud a controlar se especifica en la pauta de control.

CR4.3 La tolerancia de la magnitud o la magnitud a controlar se especifica en la pauta de control.

CR4.4 La frecuencia de verificación o medición se especifica en la pauta de control.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Aplicaciones informáticas de CAD (diseño asistido por ordenador). Aplicaciones informáticas de CAM (Fabricación asistida por ordenador).

### Productos y resultados

Información técnica de la pieza para su mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento obtenida. Geometrías de la pieza obtenidas. Planos para la fabricación desarrollados. Pautas de control para la fabricación establecidas.

### Información utilizada o generada

Planos. Manuales de máquinas y accesorios. Catálogos de herramientas.

**Unidad de competencia 2**

**Denominación:** DISEÑAR UTILLAJES DE AMARRE DE PIEZA PARA EL MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Nivel:** 3

**Código:** UC2165\_3

**Realizaciones profesionales y criterios de realización**

RP1: Definir el utillaje de amarre de la pieza para su mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento.

CR1.1 El tipo de utillaje se determina teniendo en cuenta el proceso de mecanizado establecido.

CR1.2 Los sistemas de amarre se definen en función de las exigencias de producción (manual, automático, en o fuera de máquina, entre otros).

CR1.3 La forma y dimensiones de las distintas partes del utillaje se establecen para soportar las fuerzas de corte del mecanizado, el peso de la pieza y las fuerzas inerciales.

CR1.4 Las zonas de amarre de la pieza en el utillaje se determinan a partir de las superficies que deben ser mecanizadas.

CR1.5 El tipo de amarre del utillaje se define teniendo en cuenta la rigidez de la pieza.

CR1.6 Los elementos de sujeción del utillaje a la máquina se determinan en función de su tipología, tipo de proceso, necesidad de repetibilidad de posicionamiento, alineación y concentricidad.

CR1.7 El apriete de la pieza se calcula para asegurar las calidades de la pieza a mecanizar.

RP2: Realizar los cálculos técnicos necesarios para dimensionar los componentes del utillaje.

CR2.1 Las solicitaciones de esfuerzo o carga se determinan analizando el fenómeno que las provoca.

CR2.2 La aplicación del cálculo estructural (torsión, flexión, cizalladura, compresión, rotura, entre otras) responde a las solicitaciones requeridas.

CR2.3 Los coeficientes de seguridad (rotura y vida útil) empleados en los cálculos son los requeridos por las especificaciones técnicas.

CR2.4 La forma y dimensiones de los elementos diseñados (estructuras, elementos de unión, mecanismos, entre otros) se establecen teniendo en cuenta los resultados de los cálculos obtenidos.

CR2.5 Los elementos normalizados (tornillos, pasadores, chavetas, guías, entre otros) se seleccionan en función de las solicitaciones a los que están sometidos y las características aportadas por el fabricante.

RP3: Diseñar el utillaje para el amarre de la pieza en función del proceso de mecanizado establecido.

CR3.1 Los materiales de los componentes del utillaje se determinan en función de su funcionalidad, solicitaciones mecánicas (estáticas y dinámicas) y coste.

CR3.2 La superficie o elemento de referencia del utillaje se establece acorde a la máquina donde se va a montar.

CR3.3 Las dimensiones del utillaje se determinan en función del tamaño de la pieza y la capacidad de la máquina.

CR3.4 Las tolerancias dimensionales y superficiales se especifican en función del tipo de ajuste entre las distintas piezas del utillaje.

CR3.5 Las tolerancias geométricas se especifican en función de la precisión a obtener en el mecanizado de la pieza montada sobre el utillaje en la máquina.

CR3.6 Los tratamientos térmicos y superficiales se especifican para las superficies o elementos del utillaje que lo requieran.

CR3.7 El utillaje se compone del máximo número de componentes estándar.

CR3.8 El modelo virtual del utillaje para la simulación CAM se realiza utilizando aplicaciones informáticas de CAD.

CR3.9 El utillaje se diseña optimizando su proceso de fabricación y funcionalidad.

RP4: Generar la información necesaria para la fabricación del utillaje acorde con las normativas vigentes.

CR4.1 Los planos se generan acorde a las normas de representación gráfica.

CR4.2 Los componentes del utillaje se acotan según su proceso de fabricación.

CR4.3 Los planos de fabricación se realizan con las perspectivas, vistas, cortes y detalles necesarios para su interpretación.

CR4.4 La lista de componentes se elabora cumpliendo los estándares de la empresa y elementos especiales.

CR4.5 Las pautas de control se establecen teniendo en cuenta el montaje y la funcionalidad del utillaje.

CR4.6 Los planos se generan con aplicaciones informáticas de CAD.

CR4.7 Los pares de apriete de los elementos de fijación se establecen en los planos de montaje del utillaje.

CR4.8 Los elementos del utillaje que requieren mantenimiento se especifican en el plano de conjunto.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Aplicaciones informáticas de CAD (diseño asistido por ordenador).

### Productos y resultados

Utillaje de amarre de la pieza para su mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento definido. Cálculos técnicos para dimensionar los componentes del utillaje realizados. Utillaje para el amarre de la pieza diseñado. Información necesaria para la fabricación del utillaje generada (planos de construcción, pautas de control, proceso de fabricación, listado de materiales).

### Información utilizada o generada

Planos. Catálogo de elementos comerciales de fijación. Manuales de máquinas y accesorios.

### Unidad de competencia 3

**Denominación:** PLANIFICAR EL MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Nivel:** 3

**Código:** UC2166\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Determinar las máquinas y características de las herramientas y utillajes a utilizar en el proceso para mecanizar a alta velocidad o alto rendimiento.

CR1.1 El tipo de máquina (centro de mecanizado, rectificadora, torno, entre otros) se determina en función de las formas geométricas a obtener.

CR1.2 El cubo de trabajo de la máquina se determina en función de las dimensiones y el peso de la pieza.

CR1.3 La arquitectura de la máquina se determina en función de las operaciones a realizar y la precisión requerida.

CR1.4 Las dimensiones de la mesa o dispositivo para sujetar la pieza o utillaje se determinan en función de la superficie de amarre de la pieza y su peso.

CR1.5 El número de ejes necesarios en la máquina se establece en función de las superficies a mecanizar y la productividad necesaria.

CR1.6 Las necesidades de cabezales o herramientas especiales se determinan en función de la accesibilidad a la zona de mecanizado.

CR1.7 La potencia y par del cabezal o ejes principales se determina en función de los parámetros de corte óptimos para un alto rendimiento.

CR1.8 La capacidad de avance y aceleraciones se determinan en función de los parámetros de corte óptimos para un alto rendimiento.

CR1.9 El tipo de control numérico se selecciona en función de las características de la máquina, número de ejes y las operaciones a realizar.

CR1.10 La extracción de la atmósfera del mecanizado y su depuración se determina en función de los materiales y lubricantes y refrigerantes utilizados.

RP2: Planificar el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento, estableciendo los parámetros del proceso, utillajes y herramientas, para asegurar la factibilidad de la fabricación, con la calidad requerida y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR2.1 La secuencia de operaciones se establece en función de las formas a mecanizar.

CR2.2 Las operaciones para la eliminación de las superficies auxiliares de mecanizado se establecen después de cumplir su función.

CR2.3 La secuencia de operaciones en cada canal de las máquinas multiproceso se coordinan con criterios de alto rendimiento.

CR2.4 Las herramientas de corte se seleccionan en función del tipo de operaciones a realizar y del material de la pieza.

CR2.5 Los parámetros de corte se establecen en función de la operación, tipo de proceso (alta velocidad, alto rendimiento), material a mecanizar y de la herramienta y las tolerancias a conseguir.

CR2.6 Los utillajes se seleccionan en función de la secuencia de operaciones y las características de la operación.

CR2.7 Las condiciones de refrigeración y lubricación del mecanizado se determinan en función del material a mecanizar y la operación de corte, con la calidad requerida y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

RP3: Generar programas para la mecanización de las piezas (CAM) a partir del proceso establecido, atendiendo a criterios de calidad y cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CR3.1 Los datos y geometría de las herramientas seleccionadas se introducen en el programa CAM para su modelización.

CR3.2 La estrategia de corte se establece en función de las calidades a conseguir, tiempo de corte y duración de la herramienta.

CR3.3 La estrategia de desbaste se establece en el programa para minimizar la cantidad de material residual.

CR3.4 El mecanizado de los restos del desbaste se programa para optimizar el mecanizado.

CR3.5 La estrategia de acabado se establece en el programa en función de la geometría a obtener y la calidad superficial exigida.

CR3.6 La programación de las trayectorias de la herramienta se genera acorde a las estrategias de corte.

CR3.7 El programa CAM se depura y optimiza para su postprocesado.

CR3.8 El fichero CNC generado con el CAM es acorde al lenguaje empleado en el control numérico de la máquina.

CR3.9 Los programas para la mecanización de las piezas (CAM) se elaboran atendiendo a criterios de calidad y conforme al plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP4: Simular el mecanizado con aplicaciones informáticas específicas para detectar interferencias y desplazamientos en vacío, con la calidad requerida y resolviendo las contingencias que se presenten.

CR4.1 Los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática de la máquina se cargan en la aplicación informática.

CR4.2 Los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática del utillaje se cargan en la aplicación informática.

CR4.3 Los dibujos y datos para la modelización geométrica de las herramientas y portaherramientas se cargan en la aplicación informática.

CR4.4 Los movimientos de aproximación se optimizan disminuyendo su trayectoria o aumentando la velocidad de desplazamiento.

CR4.5 Las operaciones en multiprocesos se simultanean al máximo rendimiento.

CR4.6 El proceso, tanto de corte como de desplazamiento, se valida cuando las trayectorias están libres de interferencias con la máquina y el utillaje y el tiempo de ejecución es el estipulado.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Aplicaciones informáticas de CAD, CAM multiejes y simulación de mecanizado.

### Productos y resultados

Máquinas y características de las herramientas y utillajes a utilizar en el proceso para mecanizar a alta velocidad o alto rendimiento determinadas. Mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento planificado. Programas para la mecanización de las piezas (CAM) generados. Mecanizado simulado.

### Información utilizada o generada

Planos de pieza. Planos de utillaje. Planos de herramientas. Catálogo de herramientas. Catálogo de porta-herramientas. Manuales de máquinas y accesorios (multiprocesos, centros de mecanizado, centros de torneado, entre otros).

## Unidad de competencia 4

**Denominación:** MECANIZAR A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Nivel:** 3

**Código:** UC2167\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Preparar la máquina herramienta para el mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento, cumpliendo especificaciones de proceso, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.



CR1.1 El programa CNC se carga en la máquina a través de los dispositivos periféricos o es transferido desde el ordenador.

CR1.2 Las herramientas se montan en los portaherramientas limpias y en buen estado de corte.

CR1.3 Las herramientas de los centros de mecanizado a alta velocidad se montan asegurando su equilibrado con portaherramientas específicos (amarre mecánico, hidráulico, térmico).

CR1.4 Los portaherramientas se montan en la máquina con la orientación requerida y la superficie de ajuste limpia.

CR1.5 Las herramientas requeridas se montan en el cargador de herramientas según especificaciones del programa de CNC.

CR1.6 Los datos de decalaje de las herramientas se obtienen de la medición de la herramienta montada en el portaherramientas en dispositivos de «presetting».

CR1.7 Los decalajes de las herramientas se introducen en el CNC, según los valores de la ficha de verificación de cada herramienta.

CR1.8 La toma de referencia de los ejes se realiza durante la puesta en marcha de la máquina.

CR1.9 El mantenimiento a nivel de usuario se realiza según el manual de instrucciones.

CR1.10 Las operaciones de preparación de la máquina se realizan teniendo en cuenta los criterios de calidad y el plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP2: Montar los accesorios o dispositivos para mecanizar en función de la orden de fabricación, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR2.1 Los utillajes requeridos se montan según especificaciones, teniendo en cuenta las referencias de posicionamiento, alineaciones y fijaciones necesarias.

CR2.2 La pieza se monta sobre el utillaje según especificaciones, empleando las herramientas y útiles requeridos.

CR2.3 La pieza se sujeta en el utillaje de forma rígida y estable evitando su deformación.

CR2.4 Las piezas de rotación de formas irregulares se montan en dispositivos que permitan su equilibrado.

CR2.5 Las piezas de rotación esbeltas se sujetan utilizando lunetas específicas.

CR2.6 Las piezas seriadas se montan en sistemas de amarre de cambio rápido y centrado, alineado y referenciado automático.

CR2.7 Los elementos de transporte y elevación se determinan en función de las características de la pieza que hay que transportar y se utilizan en condiciones de seguridad.

CR2.8 La refrigeración se direcciona a zona de arranque de material.

CR2.9 Las operaciones de montaje de accesorios o dispositivos se realizan teniendo en cuenta los criterios de calidad y el plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP3: Mecanizar a alta velocidad y alto rendimiento para obtener la geometría de la pieza, según especificaciones de proceso, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR3.1 Las protecciones de la máquina se encuentran colocadas y las puertas cerradas impidiendo el acceso a la zona de mecanizado.

CR3.2 El mecanizado se ejecuta asegurando que se desarrollan todas las operaciones sin incidencias.

CR3.3 Los parámetros del proceso de corte (velocidad de giro, velocidad de avance, entre otros) se adaptan a la situación de mecanizado (primera pieza, primer acercamiento rápido, situaciones anómalas, entre otros).

CR3.4 Las herramientas se cambian en función del desgaste admitido o rotura durante el mecanizado.

CR3.5 Los decalajes se actualizan después del cambio de herramienta.

CR3.6 El estado de la máquina (engrases, duración de elementos críticos, extracción de viruta, estado y nivel del refrigerante, entre otros) se mantiene en condiciones establecidas durante todo el proceso de mecanizado.

CR3.7 El mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento se efectúa teniendo en cuenta los criterios de calidad y el plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

RP4: Verificar las piezas para validar el mecanizado, tanto dentro de máquina como fuera de la misma, con la calidad requerida y cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección de medio ambiente.

CR4.1 Las piezas a verificar se encuentran limpias, libres de rebabas y estabilizadas térmicamente.

CR4.2 La verificación se realiza conforme a las pautas de control establecidas.

CR4.3 Las verificaciones geométricas, dimensionales y superficiales se realizan en máquina por medio de los aparatos de medición específicos (sondas de medida, brazos de medición, láser tracker, entre otros).

CR4.4 Las verificaciones geométricas, dimensionales y superficiales se realizan fuera de máquina por medio de los aparatos de medición específicos (sondas de medida, brazos de medición, láser tracker, entre otros).

CR4.5 Los instrumentos y máquinas de verificación se comprueba que están calibrados.

CR4.6 La verificación se realiza conforme a los procedimientos establecidos en las normas.

CR4.7 Los resultados de las mediciones se registran en los documentos específicos.

CR4.8 La Verificación de las piezas se efectúa teniendo en cuenta los criterios de calidad y el plan de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Periféricos de comunicación de CNC. Herramientas de montaje. Máquinas herramientas por arranque de viruta CNC: fresadoras, tornos, centros de torneado, centros de mecanizado, centros de rectificado, máquinas multitarea, y afines. Sistemas de amarre estándar y utillajes específicos. Herramientas de corte. Elementos de transporte y manutención. Herramientas manuales. Elementos de medición y control.

### Productos y resultados

Máquina herramienta para el mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento preparada. Accesorios o dispositivos para mecanizar montados. Productos mecanizados por arranque de viruta de diferentes materiales, formas y acabados.

### Información utilizada o generada

Planos de fabricación. Pautas de control. Parámetros de calidad en el mecanizado. Catálogos de material y herramientas. Manuales de máquinas, programación CNC y accesorios. Instrucciones del proceso. Instrucciones de mantenimiento de uso. Características de los refrigerantes y lubricantes. Normativa de Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente.

### III. FORMACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

#### MÓDULO FORMATIVO 1

**Denominación:** ADAPTACIÓN DE PLANOS DE FABRICACIÓN PARA EL MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Código:** MF2164\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC2164\_3 Adaptar los planos de fabricación para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

**Duración:** 90 horas

#### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Analizar la información técnica a partir de la interpretación del plano de fabricación para obtener los datos que definen los productos a mecanizar.

CE1.1 Identificar la simbología normalizada aplicable en fabricación a alta velocidad o alto rendimiento (materiales, tolerancias, tratamientos, entre otras).

CE1.2 Explicar los códigos identificativos de calidad, composición y propiedades de los materiales que figuran en el plano de fabricación.

CE1.3 En un supuesto práctico de mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento, a partir de un plano de fabricación de un producto:

- Identificar y relacionar entre sí las distintas representaciones que contiene.
- Identificar las normas técnicas que contiene la información del plano.
- Identificar materiales, acabados y tratamientos.
- Identificar las formas, dimensiones de partida y cadenas de cotas precisas para el mecanizado.
- Identificar las tolerancias dimensionales, geométricas referenciadas y superficiales, entre otras.
- Identificar las superficies y elementos de referencia necesarios para proceder al mecanizado.

C2: Adaptar las geometrías de las piezas para su posterior mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento con aplicaciones informáticas de diseño asistido por ordenador en tres dimensiones (CAD 3D), dependiendo de la arquitectura de la máquina y las herramientas disponibles.

CE2.1 Describir los componentes de un entorno de diseño asistido por ordenador (equipos y programa, entre otros).

CE2.2 Distinguir las aplicaciones de CAD en dos y tres dimensiones.

CE2.3 Relacionar los distintos programas de CAD en tres dimensiones con las extensiones de los archivos que generan.

CE2.4 Identificar las diversas órdenes de un programa CAD (órdenes de dibujo, de edición, de consulta, de visualización, control de capa, bloques, acotación, entre otras).

CE2.5 Explicar los métodos para dibujar piezas en CAD en tres dimensiones.

CE2.6 En un caso práctico de adaptación de geometría CAD de la pieza a obtener por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento:

- Importar el dibujo de la pieza a mecanizar en el formato de intercambio adecuado a la aplicación de CAD.

- Establecer las zonas de referencia de posicionamiento en función de la geometría de la pieza.
- Determinar las caras de referencia para el posicionamiento de la pieza en la máquina en función de ésta y de la máquina.
- Identificar, en base a las incompatibilidades geométricas de la pieza con respecto a la máquina, los cambios en el diseño de la pieza para facilitar el mecanizado.
- Definir la adecuación de las geometrías a mecanizar en función de la arquitectura de la máquina y la disponibilidad de herramientas.
- Analizar interferencias geométricas.
- Crear refuerzos para evitar la deformación de la pieza en el amarre.
- Dibujar en tres dimensiones las superficies auxiliares para el mecanizado.

C3: Generar, con aplicaciones informáticas de diseño asistido por ordenador (CAD), los planos para el mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento acordes con las normas de representación gráfica vigentes.

CE3.1 Elegir la aplicación de representación gráfica (CAD) más adecuada para compatibilizar con los programas CAM.

CE3.2 Relacionar las normas de representación gráfica con planos de fabricación.

CE3.3 Explicar los sistemas de acotación y la representación de tolerancias dimensionales, geométricas y superficiales.

CE3.4 En un caso práctico de generación de planos CAD a partir de la pieza adaptada:

- Especificar el material de partida de la pieza (dimensiones y material).
- Determinar la zona de aplicación de los tratamientos térmicos o superficiales que afectan al proceso de mecanizado.
- Establecer las tolerancias dimensionales y geométricas.
- Precisar la calidad superficial requerida.
- Generar la documentación técnica para su utilización en CAM.
- Dibujar el plano de fabricación para mecanizar y verificar la pieza según normas de representación gráfica.

C4: Elaborar pautas de control sobre las piezas a obtener por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento a partir de la documentación técnica y observando la normativa vigente.

CE4.1 Describir la estructura y contenidos de las pautas e informes de control.

CE4.2 Analizar las especificaciones de la pieza para determinar que características se someten a control de calidad fin al de la pieza.

CE4.3 Describir los criterios de valoración de las características de control a controlar.

CE4.4 En un caso práctico de elaboración de pautas de control sobre las piezas a obtener por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento:

- Establecer los planes y las fases de control sobre la pieza.
- Especificar las tolerancias de las magnitudes a controlar.
- Determinar los procedimientos, dispositivos e instrumentos de control, y periodicidad.
- Establecer la información, pautas y fichas de toma de datos que se deben utilizar.

## Contenidos

### 1. Modificación de geometría de pieza (CAD) para mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

- Contenido del plano de diseño de la pieza (forma, material, dimensiones, tratamientos).
- Sistemas de representación 2D en CAD.
- Sistemas de representación 3D en CAD.

- Formato de intercambios gráficos.
- Efecto de la estrategia del mecanizado en el diseño de la pieza.
- Creación y modificación de entidades gráficas.
- Manejo de herramientas del CAD.

## 2. Procesos de fabricación

- Máquinas herramientas (Arquitectura, Incompatibilidades geométricas).
- Zonas de referencia.
- Caras de referencia.
- Superficies auxiliares para estrategias de mecanizado.
- Posicionamiento.
- Refuerzos estructurales para el mecanizado.
- Dimensionamiento de las zonas auxiliares
- Pautas e informes de control.
- Concepto, estructura, contenidos.
- Periodicidad de las verificaciones.
- Fichas de toma de datos.

## 3. Planos de fabricación para mecanizado de alta velocidad y alto rendimiento

- Simbología para fabricación.
- Normalización.
- Vistas, cortes, secciones.
- Acotación.
- Tolerancias dimensionales.
- Tolerancias geométricas.
- Tolerancias superficiales.
- Superficies y elementos de referencia.
- Códigos de identificación de materiales.
- Generación de planos de fabricación.

### Crterios de acceso para los alumnos

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

### MÓDULO FORMATIVO 2

**Denominación:** DISEÑO DE UTILLAJES DE AMARRE DE PIEZA PARA EL MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Código:** MF2165\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC2165\_3 Diseñar utillajes de amarre de pieza para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

**Duración:** 170 horas

## UNIDAD FORMATIVA 1

**Denominación:** DEFINICIÓN DE UTILLAJES PARA MECANIZADO DE ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO.

**Código:** UF2042

**Duración:** 80 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1 y RP2.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Determinar utillajes para el amarre de piezas que permitan su mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento, a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE1.1 Relacionar los procesos de mecanizado con las formas y calidades a obtener, describiendo las limitaciones de las distintas operaciones que intervienen.

CE1.2 Identificar las especificaciones técnicas que deben cumplir los sistemas de sujeción distinguiendo los requerimientos de producción y rigidez de las piezas.

CE1.3 Relacionar las formas constructivas de los diferentes órganos de los utillajes con los tipos de esfuerzos que deben soportar (esfuerzos de corte, peso de la pieza, inercias, entre otros) considerando su comportamiento ante éstos.

CE1.4 Identificar los elementos de posicionamiento y fijación de los utillajes a las máquinas según sus características y funciones.

CE1.5 En un caso práctico convenientemente caracterizado de fabricación de una pieza por mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento:

- Determinar el tipo de utillaje y los sistemas de amarre según el proceso de mecanizado y la rigidez de la pieza.
- Especificar las zonas de sujeción de la pieza en función de las superficies a mecanizar.
- Establecer los aprietes en función de las calidades requeridas y las superficies de sujeción en pieza.
- Determinar los elementos de posicionamiento y fijación según las necesidades de alineación, concentricidad y repetibilidad.
- Identificar las solicitaciones del utillaje y sus componentes en función de los tipos de esfuerzos que deben soportar.

C2: Realizar los cálculos necesarios para el dimensionado de los utillajes y de sus elementos y componentes comerciales, analizando el comportamiento de las cargas que intervienen y aplicando las fórmulas necesarias en función de las solicitaciones y especificaciones requeridas.

CE2.1 Identificar las especificaciones técnicas que deben garantizar la construcción de los utillajes.

CE2.2 Describir esquemáticamente los esfuerzos a los que están sometidos los diferentes elementos y componentes.

CE2.3 Determinar las fórmulas y unidades adecuadas que se deben utilizar en el cálculo de los elementos y componentes, en función de las características de los mismos y de los coeficientes de seguridad requeridos.

CE2.4 Obtener el valor de los diferentes esfuerzos o cargas que actúan sobre los elementos y componentes considerando las circunstancias que los producen.

CE2.5 Dimensionar los diferentes elementos y componentes garantizando las solicitaciones a las que están sometidos, mediante la aplicación de los cálculos prescritos, normas, tablas y catálogos de características técnica.

## Contenidos

### 1. Tecnología del mecanizado

- Formas y calidades que se obtienen con las máquinas a alta velocidad y alto rendimiento.
- Operaciones de mecanizado.
- Rigidez, alineación, concentricidad de piezas.
- Precisión y repetibilidad.
- Superficies de referencia.
- Zonas de sujeción.

### 2. Sistemas de sujeción y amarre en alta velocidad y alto rendimiento

- Especificaciones técnicas de los utillajes de amarre.
- Influencia de los requerimientos de producción en el diseño del utillaje.
- Características y funciones de los sistemas de sujeción y amarre.
- Sistemas de amarre tipos y dimensiones para mecanizado de alta velocidad y alto rendimiento.
- Placas base.
- Elemento de posicionamiento.
- Elementos de amarre.
- Automatización del utillaje.
- Sistemas modulares de amarre y posicionamiento.
- Elementos y componentes comerciales de posicionamiento y de sujeción, guiado, entre otros.

### 3. Dimensionado de elementos y componentes comerciales de utillajes

- Esfuerzos de corte transmitidos al utillaje.
- Esfuerzos inerciales y gravitacionales debidos a la pieza.
- Representación esquemática de esfuerzos y cargas.
- Coeficientes de seguridad.
- Dimensionado de elementos y componentes del utillaje (cálculos).
- Normas, tablas, catálogos técnicos.

## UNIDAD FORMATIVA 2

**Denominación:** DESARROLLO DE DOCUMENTACIÓN DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN DE UTILLAJES DE AMARRE.

**Código:** UF2043

**Duración:** 90 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP3 y RP4.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Proyectar utillajes para el amarre de piezas que faciliten su mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento según el proceso determinado, a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE1.1 Identificar los tipos de material de los distintos elementos y componentes que forman parte del utillaje en función de las solicitaciones a las que están sometidos, funcionalidad y coste.

CE1.2 Identificar los tratamientos térmicos y superficiales que mejoren el comportamiento de los elementos diseñados y componentes que lo requieran.

CE1.3 Relacionar los ajustes de los elementos y componentes con las diversas solicitudes a las que están sometidos, precisiones y calidades superficiales a obtener.

CE1.4 Identificar las tolerancias geométricas con las precisiones requeridas para la pieza en el proceso de mecanizado.

CE1.5 Valorar la elección de los tipos de ajuste y su repercusión respecto del coste de fabricación del utillaje, en función del proceso de mecanizado.

CE1.6 En un caso práctico convenientemente caracterizado de fabricación de una pieza por mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento:

- Elaborar el modelo CAD del utillaje para posterior utilización en la simulación CAM.
- Delimitar las dimensiones del utillaje acorde al tamaño de la pieza y el cubo de máquina.
- Establecer la superficie o elemento de referencia del utillaje con relación a la máquina.
- Seleccionar los tipos de material de los elementos y componentes comerciales que forman parte del utillaje.
- Determinar los tratamientos térmicos y superficiales necesarios para los elementos y componentes comerciales del utillaje.
- Calcular los campos de tolerancia en los ajustes, según normas, a partir de la medida nominal y tolerancia especificada.
- Establecer las tolerancias dimensionales, geométricas y superficiales necesarias para fabricar el utillaje.
- Utilizar el máximo número de componentes estándar.
- Optimizar su proceso de fabricación y funcionalidad.

C2: Elaborar el dossier del utillaje diseñado, recogiendo la información técnica necesaria para su posterior fabricación y mantenimiento.

CE2.1 Adoptar el sistema de representación gráfica y la escala adecuada para los elementos y componentes del utillaje.

CE2.2 Distinguir, de acuerdo con las normas vigentes, las perspectivas, alzados, plantas, perfiles, secciones y detalles, que forman parte de la información gráfica necesaria para la correcta interpretación de los planos.

CE2.3 Identificar el acotado de los elementos diseñados en función del proceso de elaboración de los mismos, aplicando las normas de referencia.

CE2.4 Identificar en los planos los datos tecnológicos de los elementos diseñados: materiales, elementos normalizados, tratamientos térmicos y superficiales, calidades superficiales, normas aplicables, pares de apriete, entre otros; según las normas vigentes y los estándares de la empresa.

CE2.5 En un caso práctico de un supuesto utillaje convenientemente caracterizado para mecanizar un producto a alta velocidad/alto rendimiento, utilizando las aplicaciones informáticas adecuadas:

- Dibujar los planos de fabricación y montaje con programas de CAD, según normas de representación gráfica.
- Acotar, según normas, en función del proceso de elaboración los elementos diseñados.
- Elaborar la lista de componentes según normas y estándares de la empresa.
- Especificar en los planos los datos tecnológicos de los elementos diseñados y componentes.
- Establecer pautas de control teniendo en cuenta el montaje y la funcionalidad del utillaje.
- Especificar los elementos y componentes del utillaje que requieren de mantenimiento.
- Elaborar las instrucciones y periodicidad del mantenimiento, así como la sustitución de los componentes que lo requieran según la vida estimada.



## Contenidos

### 1. Materiales utilizados en los utillajes de amarre

- Tipos y características de los materiales usados en los utillajes de amarre.
- Códigos de identificación.
- Selección de materiales para los componentes del utillaje.
- Catálogos comerciales de materiales. Equivalencias entre fabricantes y países.
- Tratamientos térmicos.
- Tratamientos termoquímicos.
- Tratamientos superficiales.

### 2. Planos para la fabricación del utillaje

- Simbología, normalización, perspectivas, vistas, cortes, secciones, detalles.
- Acotación: sistemas, cadenas y grupos de cotas.
- Tolerancias: dimensionales, geométricas y superficiales.
- Escalas.
- Sistemas de ajuste.
- Diseño de utillaje con CAD. Entorno modelado (sólidos y superficies). Entorno conjunto. Entorno plano.
- Pautas de control.
- Concepto, estructura, contenidos.
- Periodicidad.
- Fichas de toma de datos.

### 3. Documentación técnica

- Dossier técnico.
- Plano de ensamblaje de conjunto, lista de materiales.
- Planos de despiece.
- Secuencia de montaje. Planos explosionados.
- Mantenimiento. Pautas de montaje y desmontaje. Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Elementos y componentes a mantener.
- Periodicidad de las actividades de mantenimiento del utillaje.

## Orientaciones metodológicas

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

## Criterios de acceso para los alumnos

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

## MÓDULO FORMATIVO 3

**Denominación:** PLANIFICACIÓN DEL MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Código:** MF2166\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC2166\_3 Planificar el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento

**Duración:** 210 horas

**UNIDAD FORMATIVA 1****Denominación:** PLANIFICACIÓN DEL MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD**Código:** UF2044**Duración:** 70 horas**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, la RP2, la RP3 y la RP4, en lo referido al mecanizado de alta velocidad.**Capacidades y criterios de evaluación**

C1: Determinar las fases del proceso de mecanizado a alta velocidad a partir de los requerimientos del producto a fabricar que posibiliten la fabricación con la calidad requerida, y en función de las técnicas y procedimientos a aplicar.

CE1.1 Interpretar la documentación técnica relativa a las piezas a mecanizar (planos, informaciones técnicas, entre otras).

CE1.2 Explicar los procesos de mecanizado a alta velocidad.

CE1.3 Relacionar las características dimensionales y geométricas de las piezas a mecanizar con las máquinas, equipos, herramientas y utillajes necesarios.

CE1.4 Relacionar las diversas operaciones con las máquinas, equipos, herramientas y utillajes necesarios.

CE1.5 Relacionar los dispositivos, instrumentos y ensayos necesarios con los tipos y precisión de las mediciones a realizar y especificaciones a contemplar.

CE1.6 En un caso práctico de fabricación a alta velocidad de un producto convenientemente caracterizado:

- Determinar las fases de fabricación.
- Describir las secuencias de trabajo y operaciones requeridas en cada fase.
- Determinar el cubo de trabajo de la máquina en función de las dimensiones y peso de la pieza.
- Estipular la arquitectura de la máquina en función de las operaciones a realizar y la precisión requerida.
- Especificar las dimensiones del dispositivo de sujeción de la pieza o utillaje necesario en función de la superficie de amarre y su peso.
- Determinar, en función de las superficies a mecanizar y la productividad necesaria, el número de ejes.
- Especificar las necesidades de cabezales o herramientas especiales en función de la accesibilidad a la zona de mecanizado.
- Precisar la potencia y par de los cabezales, la capacidad de avance y aceleraciones, en función de los parámetros de corte óptimos para un alto rendimiento.
- Seleccionar el tipo de control numérico en función de las características de la máquina, número de ejes y operaciones a realizar.
- Identificar los dispositivos e instrumentos necesarios para la comprobación del cumplimiento de las especificaciones.
- Establecer la extracción de la atmósfera del mecanizado y su depuración en función de los materiales, lubricantes y refrigerantes utilizados, observando las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Desarrollar procesos de mecanizado a alta velocidad a partir de la documentación técnica y asegurando la posibilidad de fabricación con la calidad requerida.

CE2.1 Identificar y describir los puntos críticos del proceso de mecanizado, indicando la operación, tolerancias y características.

CE2.2 Relacionar operaciones de mecanizado a alta velocidad con las herramientas y condiciones de trabajo.

CE2.3 Determinar y calcular los parámetros de trabajo (velocidades, profundidad de pasada, avances, temperatura, deformaciones, ciclos, tiempos, entre otros) teniendo en cuenta todas las variables que concurren (material de la pieza, de la herramienta, calidad superficial, tolerancias, entre otras) y el tipo de proceso.

CE2.4 En un supuesto práctico de fabricación a alta velocidad de un producto convenientemente caracterizado:

- Describir la secuencia de operaciones requeridas en función de las formas a mecanizar.
- Determinar las operaciones para la eliminación de las superficies auxiliares de mecanizado una vez hayan cumplido con su cometido.
- Seleccionar los utillajes en función de la secuencia de operaciones y características de las mismas.
- Seleccionar las herramientas de corte teniendo en cuenta el material de la pieza y el tipo de operación a realizar.
- Establecer los parámetros de corte en función del tipo de proceso, operación, material a mecanizar, herramienta, y tolerancias y acabados a conseguir.
- Estipular las condiciones de refrigeración y lubricación del mecanizado en función del material a mecanizar y la operación de corte, teniendo en cuenta la normativa de protección del medio ambiente.

C3: Elaborar programas CAM para la obtención de piezas por mecanizado a alta velocidad a partir del proceso de fabricación e información técnica, o de un archivo informático que contenga la información gráfica de la pieza.

CE3.1 Describir el proceso de programación con CAM.

CE3.2 Relacionar estrategias de mecanizado con las distintas formas obtenibles.

CE3.3 Configurar el entorno CAM en función de la máquina a utilizar.

CE3.4 Explicar el postprocesado de CAM para elaborar el programa CNC.

CE3.5 En un caso práctico de mecanizado a alta velocidad de una pieza, debidamente definido y caracterizado por la secuencia de operaciones y parámetros del proceso, elaborar el programa CAM:

- Introducir los datos y la geometría de las herramientas seleccionadas para su modelización.
- Establecer la estrategia de corte en función de las calidades a conseguir, tiempo de corte y duración de la herramienta.
- Fijar la estrategia de desbaste minimizando la cantidad de material residual.
- Determinar la estrategia de acabado en función de la geometría a obtener y la calidad superficial exigida,
- Determinar el orden cronológico de las operaciones.
- Disponer el mecanizado de los restos del desbaste de manera que optimice el mecanizado.
- Fijar las posiciones de las herramientas y los parámetros de corte.
- Determinar las trayectorias de las herramientas acorde a las estrategias de corte.
- Depurar y optimizar el programa CAM para su post-procesado.
- Generar el fichero CNC acorde al lenguaje empleado en el control numérico de la máquina.

C4: Realizar, con aplicaciones informáticas específicas, las operaciones de simulación de los programas CAM para la obtención de piezas por mecanizado a alta velocidad.

CE4.1 Describir el proceso de simulación de la programación generada con CAM.

CE4.2 Explicar el proceso de modelización geométrica de la máquina.

CE4.3 Exponer el proceso de modelización cinemática de la máquina.

CE4.4 Identificar las acciones de optimización del mecanizado de alto rendimiento y alta velocidad.

CE4.5 En un caso práctico de mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento de una pieza, a partir del programa CAM simular el mecanizado:

- Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática de la máquina en la aplicación informática.
- Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática del utillaje en la aplicación informática.
- Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica de las herramientas y porta-herramientas en la aplicación informática.
- Optimizar los movimientos de aproximación disminuyendo su trayectoria o aumentando la velocidad de desplazamiento.
- Corregir los errores detectados en la simulación.
- Validar el proceso comprobando que las trayectorias están libres de interferencias y el tiempo de ejecución es el establecido.
- Archivar el programa en el soporte específico.

## Contenidos

### 1. Máquinas de alta velocidad

- Centros de mecanizado.
- Centros de torneado.
- Elementos y componentes característicos.
- Arquitectura.
- Características funcionales.

### 2. Herramientas para el mecanizado de alta velocidad

- Funciones, formas y geometrías de corte.
- Materiales para herramientas.
- Elementos, componentes y estructuras de las herramientas.
- Desgaste y vida de la herramienta.

### 3. Operaciones de mecanizado en máquinas de alta velocidad

- Formas y calidades que se obtienen con las máquinas a alta velocidad.
- Operaciones de mecanizado.
- Parámetros de corte.
- Tipos y características de los materiales a procesar que afectan al mecanizado.
- Tratamientos térmicos y superficiales que afectan al mecanizado.

### 4. Programación CAM para mecanizado de alta velocidad

- Planificación de tareas.
- Definición de herramientas.
- Generación de trayectorias.
- Simulación del mecanizado.
- Mecanizado virtual.
- Generación del código CNC.
- Operaciones de mecanizado.
- Utillajes de amarre de pieza.
- Estrategias de mecanizado.
- Programación de CNC-ISO.
- Manejo de las herramientas del CAM.
- Post-procesadores para CNC.

**UNIDAD FORMATIVA 2**

**Denominación:** PLANIFICACIÓN DEL MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO EN MÁQUINAS MULTITAREA DE FRESADO Y TORNEADO

**Código:** UF2045

**Duración:** 70 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, la RP2, la RP3 y la RP4 en lo referido a multiproceso fresadora.

**Capacidades y criterios de evaluación**

C1: Determinar las fases del proceso de mecanizado a alto rendimiento en máquinas multitarea de fresar/tornear a partir de los requerimientos del producto a fabricar que posibiliten la fabricación con la calidad requerida, y en función de las técnicas y procedimientos a aplicar.

CE1.1 Interpretar la documentación técnica relativa a las piezas a mecanizar (planos, informaciones técnicas, entre otras).

CE1.2 Explicar los procesos de mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea de fresar/tornear.

CE1.3 Relacionar las características dimensionales y geométricas de las piezas a mecanizar con las máquinas, equipos, herramientas y utillajes necesarios para las máquinas multitarea de fresar y tornear.

CE1.4 Relacionar las diversas operaciones con las máquinas multitarea de fresado y torneado, equipos, herramientas y utillajes necesarios.

CE1.5 Relacionar los dispositivos, instrumentos y ensayos necesarios con los tipos y precisión de las mediciones a realizar y especificaciones a contemplar.

CE1.6 En un caso práctico de fabricación a alto rendimiento en máquinas multitareas de fresar/tornear de un producto convenientemente caracterizado:

- Determinar las fases de fabricación.
- Describir las secuencias de trabajo y operaciones requeridas en cada fase.
- Determinar el cubo de trabajo de la máquina en función de las dimensiones y peso de la pieza.
- Estipular la arquitectura de la máquina en función de las operaciones a realizar y la precisión requerida.
- Especificar las dimensiones del dispositivo de sujeción de la pieza o utillaje necesario en función de la superficie de amarre y su peso.
- Determinar, en función de las superficies a mecanizar y la productividad necesaria, el número de ejes.
- Especificar las necesidades de cabezales o herramientas especiales en función de la accesibilidad a la zona de mecanizado.
- Precisar la potencia y par de los cabezales, la capacidad de avance y aceleraciones, en función de los parámetros de corte óptimos para un alto rendimiento.
- Seleccionar el tipo de control numérico en función de las características de la máquina, número de ejes y operaciones a realizar.
- Identificar los dispositivos e instrumentos necesarios para la comprobación del cumplimiento de las especificaciones.
- Establecer la extracción de la atmósfera del mecanizado y su depuración en función de los materiales, lubricantes y refrigerantes utilizados, observando las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Desarrollar procesos de mecanizado a alto rendimiento en máquinas multitarea de fresar/tornear a partir de la documentación técnica y asegurando la posibilidad de fabricación con la calidad requerida.

CE2.1 Identificar y describir los puntos críticos del proceso de mecanizado, indicando la operación, tolerancias y características.

CE2.2 Relacionar operaciones de mecanizado a alto rendimiento en máquinas multitarea de fresado y torneado con las herramientas y condiciones de trabajo.

CE2.3 Determinar y calcular los parámetros de trabajo (velocidades, profundidad de pasada, avances, temperatura, deformaciones, ciclos, tiempos, entre otros) teniendo en cuenta todas las variables que concurren (material de la pieza, de la herramienta, calidad superficial, tolerancias, entre otras) y el tipo de máquina y proceso.

CE2.4 En un supuesto práctico de fabricación a alto rendimiento en máquinas multitarea de fresar y tornear, de un producto convenientemente caracterizado:

- Describir la secuencia de operaciones requeridas en función de las formas a mecanizar.
- Determinar las operaciones para la eliminación de las superficies auxiliares de mecanizado una vez hayan cumplido con su cometido.
- Coordinar la secuencia de operaciones en cada canal de las máquinas multiproceso con criterios de alto rendimiento.
- Seleccionar los utillajes en función de la secuencia de operaciones y características de las mismas.
- Seleccionar las herramientas de corte teniendo en cuenta el material de la pieza y el tipo de operación a realizar.
- Establecer los parámetros de corte en función del tipo de proceso, operación, material a mecanizar, herramienta, y tolerancias y acabados a conseguir.
- Estipular las condiciones de refrigeración y lubricación del mecanizado en función del material a mecanizar y la operación de corte, teniendo en cuenta la normativa de protección del medio ambiente.

C3: Elaborar programas CAM para la obtención de piezas por mecanizado a alto rendimiento en máquinas multitarea de fresar y tornear a partir del proceso de fabricación e información técnica, o de un archivo informático que contenga la información gráfica de la pieza.

CE3.1 Describir el proceso de programación con CAM.

CE3.2 Relacionar estrategias de mecanizado con las distintas formas obtenibles.

CE3.3 Configurar el entorno CAM en función de la máquina a utilizar.

CE3.4 Explicar el postprocesado de CAM para elaborar el programa CNC.

CE3.5 En un caso práctico de mecanizado a alto rendimiento en máquinas de fresar/tornear, de una pieza debidamente definido y caracterizado por la secuencia de operaciones y parámetros del proceso, elaborar el programa CAM:

- Introducir los datos y la geometría de las herramientas seleccionadas para su modelización.
- Establecer la estrategia de corte en función de las calidades a conseguir, tiempo de corte y duración de la herramienta.
- Fijar la estrategia de desbaste minimizando la cantidad de material residual.
- Determinar la estrategia de acabado en función de la geometría a obtener y la calidad superficial exigida.
- Determinar el orden cronológico de las operaciones.
- Disponer el mecanizado de los restos del desbaste de manera que optimice el mecanizado.
- Fijar las posiciones de las herramientas y los parámetros de corte.
- Determinar las trayectorias de las herramientas acorde a las estrategias de corte.
- Depurar y optimizar el programa CAM para su post-procesado.
- Generar el fichero CNC acorde al lenguaje empleado en el control numérico de la máquina.

C4: Realizar, con aplicaciones informáticas específicas, las operaciones de simulación de los programas CAM para la obtención de piezas por mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea de fresar/tornear.

- CE4.1 Describir el proceso de simulación de la programación generada con CAM.
- CE4.2 Explicar el proceso de modelización geométrica de la máquina.
- CE4.3 Exponer el proceso de modelización cinemática de la máquina.
- CE4.4 Identificar las acciones de optimización del mecanizado de alto rendimiento.
- CE4.5 En un caso práctico de mecanizado en máquinas de fresar/tornear a alto rendimiento de una pieza, simular el mecanizado:
  - Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática de la máquina en la aplicación informática.
  - Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática del utillaje en la aplicación informática.
  - Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica de las herramientas y porta-herramientas en la aplicación informática.
  - Optimizar los movimientos de aproximación disminuyendo su trayectoria o aumentando la velocidad de desplazamiento.
  - Simultanear al máximo rendimiento las operaciones en multiprocesos.
  - Corregir los errores detectados en la simulación.
  - Validar el proceso comprobando que las trayectorias están libres de interferencias y el tiempo de ejecución es el establecido.
  - Archivar el programa en el soporte específico.

## Contenidos

### 1. Máquinas multitarea de fresado/torneado de alto rendimiento

- Tipos funcionales de máquinas multiprocesos basadas en estructuras de centro de mecanizado.
- Elementos y componentes característicos.
- Arquitectura.
- Características funcionales.
- Limitaciones del cabezal fresador en operaciones de torneado.

### 2. Herramientas para el fresado/torneado de alto rendimiento

- Funciones, formas y geometrías de corte.
- Materiales para herramientas.
- Elementos, componentes y estructuras de las herramientas.
- Desgaste y vida de la herramienta.

### 3. Operaciones de fresado/torneado de alto rendimiento

- Formas y calidades que se obtienen con las máquinas de alto rendimiento.
- Operaciones de mecanizado.
- Parámetros de corte.
- Tipos y características de materiales a procesar que afectan al mecanizado.
- Tratamientos térmicos y superficiales que afectan al mecanizado.

### 4. Programación CAM/CNC para máquinas multitarea basadas en fresado con capacidad de torneado

- Planificación de tareas.
- Definición de herramientas.
- Generación de trayectorias.
- Simulación del mecanizado.
- Mecanizado virtual.
- Generación del código CNC.
- Operaciones de mecanizado.
- Utillajes de amarre de pieza.

- Estrategias de mecanizado.
- Programación de CNC-ISO.
- Manejo de las herramientas del CAM.
- Post-procesadores para CNC.

### UNIDAD FORMATIVA 3

**Denominación:** PLANIFICACIÓN DEL MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO EN MÁQUINAS MULTITAREA DE TORNEADO Y FRESADO

**Código:** UF2046

**Duración:** 70 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, la RP2, la RP3 y la RP4, en lo referido a multiproceso torno.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Determinar las fases del proceso de mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado a partir de los requerimientos del producto a fabricar que posibiliten la fabricación con la calidad requerida, y en función de las técnicas y procedimientos a aplicar.

CE1.1 Interpretar la documentación técnica relativa a las piezas a mecanizar (planos, informaciones técnicas, entre otras).

CE1.2 Explicar los procesos de mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado.

CE1.3 Relacionar las características dimensionales y geométricas de las piezas a mecanizar con las máquinas multitarea de torneado y fresado, equipos, herramientas y utillajes necesarios.

CE1.4 Relacionar las diversas operaciones con las máquinas multitarea de torneado y fresado, equipos, herramientas y utillajes necesarios.

CE1.5 Relacionar los dispositivos, instrumentos y ensayos necesarios con los tipos y precisión de las mediciones a realizar y especificaciones a contemplar.

CE1.6 En un caso práctico de fabricación a alta velocidad y alto rendimiento de un producto convenientemente caracterizado:

- Determinar las fases de fabricación.
- Describir las secuencias de trabajo y operaciones requeridas en cada fase.
- Determinar el cubo de trabajo de la máquina en función de las dimensiones y peso de la pieza.
- Estipular la arquitectura de la máquina multitarea de torneado y fresado en función de las operaciones a realizar y la precisión requerida.
- Especificar las dimensiones del dispositivo de sujeción de la pieza o utillaje necesario en función de la superficie de amarre y su peso.
- Determinar, en función de las superficies a mecanizar y la productividad necesaria, el número de ejes de la máquina multitarea de torneado y fresado.
- Especificar las necesidades de cabezales en la máquina multitarea de torneado y fresado o herramientas especiales en función de la accesibilidad a la zona de mecanizado.
- Precisar la potencia y par de los cabezales, la capacidad de avance y aceleraciones, en función de los parámetros de corte óptimos para un alto rendimiento.
- Seleccionar el tipo de control numérico en función de las características de la máquina, número de ejes y operaciones a realizar.
- Identificar los dispositivos e instrumentos necesarios para la comprobación del cumplimiento de las especificaciones.



- Establecer la extracción de la atmósfera del mecanizado y su depuración en función de los materiales, lubricantes y refrigerantes utilizados, observando las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

C2: Desarrollar procesos de mecanizado a alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado a partir de la documentación técnica y asegurando la posibilidad de fabricación con la calidad requerida.

CE2.1 Identificar y describir los puntos críticos del proceso de mecanizado multitarea de torneado y fresado, indicando la operación, tolerancias y características.

CE2.2 Relacionar operaciones de mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado con las herramientas y condiciones de trabajo.

CE2.3 Determinar y calcular los parámetros de trabajo (velocidades, profundidad de pasada, avances, temperatura, deformaciones, ciclos, tiempos, entre otros) teniendo en cuenta todas las variables que concurren (material de la pieza, de la herramienta, calidad superficial, tolerancias, entre otras) y el tipo de proceso.

CE2.4 En un supuesto práctico de fabricación a alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado de un producto convenientemente caracterizado:

- Describir la secuencia de operaciones requeridas en función de las formas a mecanizar.
- Determinar las operaciones para la eliminación de las superficies auxiliares de mecanizado una vez hayan cumplido con su cometido.
- Coordinar la secuencia de operaciones en cada canal de las máquinas multiproceso con criterios de alto rendimiento.
- Seleccionar los utillajes en función de la secuencia de operaciones y características de las mismas.
- Seleccionar las herramientas de corte teniendo en cuenta el material de la pieza y el tipo de operación a realizar.
- Establecer los parámetros de corte en función del tipo de proceso, operación, material a mecanizar, herramienta, y tolerancias y acabados a conseguir.
- Estipular las condiciones de refrigeración y lubricación del mecanizado en función del material a mecanizar y la operación de corte, teniendo en cuenta la normativa de protección del medio ambiente.

C3: Elaborar programas CAM/CNC para la obtención de piezas por mecanizado a alto rendimiento en máquinas de torneado/fresado a partir del proceso de fabricación e información técnica, o de un archivo informático que contenga la información gráfica de la pieza.

CE3.1 Describir el proceso de programación con CAM/CNC.

CE3.2 Relacionar estrategias de mecanizado con las distintas formas obtenibles teniendo en cuenta la máquina multitarea de torneado y fresado.

CE3.3 Configurar el entorno CAM en función de la máquina multitarea de torneado y fresado a utilizar.

CE3.4 Explicar el postprocesado de CAM para elaborar el programa CNC.

CE3.5 En un caso práctico de mecanizado a alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado, debidamente definido y caracterizado por la secuencia de operaciones y parámetros del proceso, elaborar el programa CAM/CNC:

- Introducir los datos y la geometría de las herramientas seleccionadas para su modelización.
- Establecer la estrategia de corte en función de las calidades a conseguir, tiempo de corte y duración de la herramienta.
- Fijar la estrategia de desbaste minimizando la cantidad de material residual.
- Determinar la estrategia de acabado en función de la geometría a obtener y la calidad superficial exigida,

- Determinar el orden cronológico de las operaciones.
- Disponer el mecanizado de los restos del desbaste de manera que optimice el mecanizado.
- Fijar las posiciones de las herramientas y los parámetros de corte.
- Determinar las trayectorias de las herramientas acorde a las estrategias de corte.
- Depurar y optimizar el programa CAM para su post-procesado.
- Generar el fichero CNC acorde al lenguaje empleado en el control numérico de la máquina.

C4: Realizar, con aplicaciones informáticas específicas, las operaciones de simulación de los programas CAM para la obtención de piezas por mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea de torneado y fresado.

CE4.1 Describir el proceso de simulación de la programación generada con CAM.

CE4.2 Explicar el proceso de modelización geométrica de la máquina multitarea de torneado y fresado.

CE4.3 Exponer el proceso de modelización cinemática de la máquina multitarea de torneado y fresado.

CE4.4 Identificar las acciones de optimización del mecanizado de alto rendimiento.

CE4.5 En un caso práctico de mecanizado a alto rendimiento de una pieza mecanizada en máquinas multitarea de torneado y fresado, a partir del programa CAM simular el mecanizado:

- Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática de la máquina en la aplicación informática.
- Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica y cinemática del utillaje en la aplicación informática.
- Introducir los dibujos y datos para la modelización geométrica de las herramientas y porta-herramientas en la aplicación informática.
- Optimizar los movimientos de aproximación disminuyendo su trayectoria o aumentando la velocidad de desplazamiento.
- Simultanear al máximo rendimiento las operaciones en multiprocesos.
- Corregir los errores detectados en la simulación.
- Validar el proceso comprobando que las trayectorias están libres de interferencias y el tiempo de ejecución es el establecido.
- Archivar el programa en el soporte específico.

## Contenidos

### 1. Máquinas multitarea de torner y fresar de alto rendimiento

- Tipos funcionales de máquinas multiprocesos basadas en estructuras de centros de torneado.
- Elementos y componentes característicos.
- Arquitectura.
- Limitaciones del cabezal fresador.
- Características funcionales.

### 2. Herramientas de corte para máquinas multitarea de torneado y fresado de alto rendimiento

- Funciones, formas y geometrías de corte.
- Materiales para herramientas.
- Elementos, componentes y estructuras de las herramientas.
- Desgaste y vida de la herramienta.

### **3. Operaciones en máquinas multitarea de torneado y fresado de alto rendimiento**

- Formas y calidades que se obtienen con las máquinas de multitarea de torneado y fresado de alto rendimiento.
- Operaciones de mecanizado.
- Parámetros de corte.
- Tipos y características de los materiales a procesar que afectan al mecanizado.
- Tratamientos térmicos y superficiales que afectan al mecanizado.

### **4. Programación CAM/CNC para máquinas multitarea basadas en torneado con capacidad para fresado**

- Planificación de tareas.
- Definición de herramientas.
- Generación de trayectorias.
- Simulación del mecanizado.
- Mecanizado virtual.
- Generación del código CNC.
- Operaciones de mecanizado.
- Utillajes de amarre de pieza.
- Estrategias de mecanizado.
- Programación de CNC-ISO.
- Manejo de las herramientas del CAM.
- Post-procesadores para CNC.

#### **Criterios de acceso para los alumnos**

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

#### **MÓDULO FORMATIVO 4**

**Denominación:** MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Código:** MF2167\_3

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Asociado a la Unidad de Competencia:**

UC2167\_3 Mecanizar a alta velocidad y alto rendimiento

**Duración:** 120 horas

#### **UNIDAD FORMATIVA 1**

**Denominación:** MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD

**Código:** UF2047

**Duración:** 40 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2, RP3 y RP4, en lo referido al mecanizado a alta velocidad.

## Capacidades y criterios de evaluación

C1: Analizar el funcionamiento de las máquinas herramienta empleadas para la producción de piezas por mecanizado a alta velocidad relacionándolo con los elementos que las componen.

CE1.1 Explicar las prestaciones y el funcionamiento de las máquinas y describir los equipos auxiliares e instalaciones (transporte y posicionamiento, refrigeración, lubricación, control, entre otros) que intervienen en la producción de piezas por mecanizado a alta velocidad.

CE1.2 Describir los distintos elementos y bloques funcionales que componen las máquinas y equipos empleados:

- Elementos estructurales.
- Cadenas cinemáticas.
- Elementos de control y medición de las máquinas.
- Mantenimiento y sistemas automáticos para el mismo en las máquinas y equipos.
- Dispositivos de seguridad y medidas a adoptar durante el proceso.

CE1.3 Exponer las características de los distintos sistemas y dispositivos de amarre, centrado y toma de referencias de las máquinas y equipos.

CE1.4 Identificar los errores más comunes que se dan en los sistemas de posicionamiento, alineación, centrado y sujeción.

CE1.5 Explicar las normas de uso, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, aplicables en las máquinas y equipos utilizados en la producción de piezas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento.

C2: Realizar operaciones de preparación y puesta a punto de máquinas herramienta para el mecanizado a alta velocidad utilizando los equipos y medios necesarios y a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE2.1 Describir los procesos de preparación de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.

CE2.2 Identificar las diferencias entre la preparación de herramientas para el mecanizado convencional y el de alta velocidad.

CE2.3 Describir los sistemas de amarre de herramientas para alta velocidad.

CE2.4 En un caso práctico de puesta a punto de máquinas para el mecanizado a alta velocidad, a partir de la orden de fabricación y del proceso:

- Cargar/transferir el programa de CNC a la máquina mediante los sistemas determinados.
- Seleccionar las herramientas apropiadas, procediendo a su prerreglaje en los dispositivos específicos, al montaje en los soportes adecuados y a su regulación de acuerdo con la secuencia de operaciones programada (programa CNC).
- Ajustar las máquinas y equipos con los parámetros establecidos para cada operación, y mantener actualizada la tabla de herramientas con sus decalajes.
- Realizar las pruebas y comprobaciones previas (alineaciones, fijaciones, dispositivos de seguridad, colocación/sujeción de las herramientas, refrigeración y engrase, entre otras).
- Efectuar las pruebas en vacío (situación de los ceros/ejes, recorridos del cabezal, de las herramientas: ataque, retirada y cambio; paradas, entre otras) necesarias para la comprobación del programa y verificando que no existen colisiones.
- Detallar la documentación técnica necesaria referida a las máquinas y equipos que intervienen en el proceso para realizar el mantenimiento a nivel de usuario.

- Identificar los componentes a mantener de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C3: Realizar operaciones de montaje y puesta a punto de los accesorios, dispositivos y utillajes necesarios para el mecanizado a alta velocidad, utilizando los equipos y medios necesarios y a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE3.1 Interpretar la información técnica y describir los procesos de montaje y puesta a punto de los utillajes en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.

CE3.2 Seleccionar los accesorios, portaherramientas, dispositivos y utillajes según las características de la pieza y lo establecido en el proceso, contemplando: rapidez de amarre, centrado, alineado, equilibrado y estabilidad, y referenciado automático.

CE3.3 En un caso práctico de montaje y puesta a punto de accesorios/dispositivos/utillajes para el mecanizado a alta velocidad, a partir de la orden de fabricación y del proceso:

- Determinar los elementos de transporte, elevación y posicionamiento necesarios según las características del utillaje.
- Determinar los elementos de transporte, elevación y posicionamiento necesarios según las características de la pieza a transportar.
- Proceder al montaje y regulación del utillaje contemplando las referencias de posicionamiento, alineaciones y fijaciones necesarias.
- Montar la pieza sobre el utillaje, según especificaciones, de forma rígida y estable, evitando su deformación y empleando las herramientas y útiles requeridos.
- Dirigir los dispositivos de refrigeración hacia la zona de arranque de material y fijar su posición, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Detallar la documentación técnica necesaria referida a los accesorios/dispositivos/utillajes montados en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso para realizar el mantenimiento a nivel de usuario.
- Identificar los elementos y componentes a mantener de los accesorios/dispositivos/utillajes montados en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C4: Operar máquinas-herramienta para el mecanizado a alta velocidad, cumpliendo las especificaciones del proceso, obteniendo la calidad requerida y observando las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE4.1 Explicar las actuaciones que se deberían llevar a cabo en caso de fallo en el proceso de mecanizado por causa de: la avería de la máquina, utillaje o herramienta defectuosa, parámetros incorrectos, entre otros.

CE4.2 Explicar la repercusión que tiene la deficiente preparación y mantenimiento de la máquina e instalaciones sobre el proceso de mecanizado (calidad, rendimiento, costes, entre otros).

CE4.3 A partir de un supuesto de fabricación, conocidas las instalaciones, máquina/s, equipos y utillajes, y herramientas que intervienen, elaborar el plan de supervisión del estado (desgastes, rotura, vida de elementos críticos, entre otros) y mantenimiento (engrases, extracción de viruta, estado y nivel del refrigerante, entre otros) de los mismos.

CE4.4 En un caso práctico de mecanizado a alta velocidad, a partir de la orden de fabricación y del proceso, obtener la/s pieza/s mediante la ejecución de las diferentes operaciones, consiguiendo la calidad requerida y en condiciones de seguridad:

- Realizar las maniobras de puesta en marcha siguiendo la secuencia especificada en el manual de instrucciones de la máquina/equipo.
- Aplicar las normas de seguridad y uso durante las diferentes operaciones (protecciones colocadas, puertas cerradas, entre otras) para garantizar la seguridad personal y la integridad de máquinas y equipos.
- Ajustar los parámetros del proceso (Vc, fn, ap, entre otros) a la situación real.
- Comprobar que se desarrollan todas las operaciones en la secuencia estipulada y sin incidencias.
- Realizar las correcciones y modificaciones adecuadas en función de las irregularidades observadas.
- Sustituir, en función del desgaste admitido o por rotura, las herramientas que lo precisen.
- Actualizar los decalajes en la tabla de herramientas después de las sustituciones.
- Mantener instalaciones, herramientas y equipos.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C5: Aplicar técnicas de verificación de piezas, siguiendo las pautas de control establecidas, indicando las contingencias y desviaciones observadas, así como las causas que las provocan, con el fin de asegurar la calidad de las mismas.

CE5.1 Describir los instrumentos, dispositivos de control y máquinas utilizados en la verificación de las piezas obtenidas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento.

CE5.2 Describir las técnicas metrológicas empleadas en el control dimensional, superficial y geométrico (in-out), indicando, cuando proceda, los cálculos aplicables a las mismas.

CE5.3 Describir los errores de medida y técnicas de cálculo de incertidumbre de medida, incluyendo los conceptos de calibración y trazabilidad.

CE5.4 En un caso práctico, partiendo de las especificaciones de las piezas producidas, pautas de control y normativa vigente, aplicar las técnicas metrológicas que permitan la correcta verificación de las mismas:

- Identificar las acciones a realizar.
- Determinar las técnicas de control adecuadas a los parámetros que hay que verificar.
- Determinar los instrumentos, dispositivos y máquinas que deben emplearse en cada técnica.
- Comprobar que los instrumentos, dispositivos y máquinas a utilizar están calibrados.
- Comprobar que las piezas se encuentran libres de rebabas, suciedad y están estabilizadas térmicamente.
- Aplicar las técnicas metrológicas conforme a los procedimientos establecidos en las pautas y normas.
- Registrar los resultados y compararlos con los especificados.
- Relacionar las desviaciones con las causas que pueden haberlas provocado.
- Proponer posibles soluciones.
- Mantener instalaciones, herramientas y equipos.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

## Contenidos

### 1. Preparación de máquinas de alta velocidad

- Máquinas de alta velocidad:
  - Prestaciones y funcionamiento.

- Elementos y componentes característicos.
- Lubricación. Refrigeración.
- Extracción: de viruta, atmósfera del mecanizado, etc.
- Transporte y posicionamiento.
- Engrases, niveles de líquidos y liberación de residuos.
- Técnicas y procedimientos para la sustitución de elementos.
- Sustitución de elementos.
- Plan de mantenimiento y documentos de registro.
- Dispositivos auxiliares de las máquinas de alta velocidad:
  - Sujeción: tipos y características. Errores más comunes.
  - Posicionamiento: tipos y características. Errores más comunes.
  - Alineación y centrado: tipos y características. Errores más comunes.
  - Toma de referencias: tipos y características. Errores más comunes.
  - Seguridad: tipos y características.
- Manejo y uso de máquinas con control numérico.
- Elementos y mandos de las máquinas alta velocidad.
- Modos operativos de las máquinas alta velocidad.
- Referencias de máquina y pieza.
- Herramientas, utillajes y accesorios de las máquinas con CNC.
- Prerreglaje de herramientas.
- Amarrado de piezas y herramientas: Centrado y toma de referencias. Errores más comunes.
- Alineación y centrado de piezas: tipos y características. Errores más comunes.
- Toma de referencias: tipos y características. Errores más comunes.
- Manuales de la máquina.
- Normativa de prevención de riesgos laborales aplicada a la preparación de máquina de alta velocidad.
- Normativa de protección del medioambiente aplicada a la preparación de máquina de alta velocidad.

## 2. Ejecución del mecanizado

- Ejecución de operaciones de mecanizado en máquinas herramientas a alta velocidad.
- Útiles de verificación y control.
- Procedimientos de verificación dimensional.
- Procedimientos de verificación superficial.
- Procedimientos de verificación geométrica.
- Medición en máquina. Sondas de medición.
- Comprobación del estado de calibración de los instrumentos de medida.
- Errores de medida.
- Técnicas de corrección de las desviaciones del proceso.
- Corrección de las desviaciones de las piezas mecanizadas (tolerancias dimensionales geométricas y superficiales).
- Identificación y resolución de problemas.
- Normativa de prevención de riesgos laborales aplicada al mecanizado en máquina de alta velocidad.
- Normativa de protección del medioambiente aplicada al mecanizado en máquina de alta velocidad.

**UNIDAD FORMATIVA 2**

**Denominación:** MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO EN FRESADORA MULTITAREA.

**Código:** UF2048

**Duración:** 40 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2, RP3 y RP4, en lo referido a mecanizar a alto rendimiento en fresadora multitarea.

**Capacidades y criterios de evaluación**

C1: Analizar el funcionamiento de las máquinas herramienta empleadas para la producción de piezas por mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea basadas en fresadora relacionándolo con los elementos que las componen.

CE1.1 Explicar las prestaciones y el funcionamiento de las máquinas y describir los equipos auxiliares e instalaciones (transporte y posicionamiento, refrigeración, lubricación, control, entre otros) que intervienen en la producción de piezas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento.

CE1.2 Describir los distintos elementos y bloques funcionales que componen las máquinas y equipos empleados:

- Elementos estructurales.
- Cadenas cinemáticas.
- Elementos de control y medición de las máquinas.
- Mantenimiento y sistemas automáticos para el mismo en las máquinas y equipos.
- Dispositivos de seguridad y medidas a adoptar durante el proceso.

CE1.3 Exponer las características de los distintos sistemas y dispositivos de amarre, centrado y toma de referencias de las máquinas y equipos.

CE1.4 Identificar los errores más comunes que se dan en los sistemas de posicionamiento, alineación, centrado y sujeción.

CE1.5 Explicar las normas de uso, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, aplicables en las máquinas y equipos utilizados en la producción de piezas por mecanizado de alto rendimiento.

C2: Realizar operaciones de preparación y puesta a punto de máquinas herramienta para el mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea basadas en fresadora, utilizando los equipos y medios necesarios y a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE2.1 Describir los procesos de preparación de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.

CE2.2 Identificar las diferencias entre la preparación de herramientas para el mecanizado convencional y el de alta velocidad.

CE2.3 Describir los sistemas de amarre de herramientas para alta velocidad.

CE2.4 En un caso práctico de puesta a punto de máquinas para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento, a partir de la orden de fabricación y del proceso:

- Cargar/transferir el programa de CNC a la máquina mediante los sistemas determinados.
- Seleccionar las herramientas apropiadas, procediendo a su prerreglaje en los dispositivos específicos, al montaje en los soportes adecuados y a su regulación de acuerdo con la secuencia de operaciones programada (programa CNC).



- Ajustar las máquinas y equipos con los parámetros establecidos para cada operación, y mantener actualizada la tabla de herramientas con sus decalajes.
- Realizar las pruebas y comprobaciones previas (alineaciones, fijaciones, dispositivos de seguridad, colocación/sujeción de las herramientas, refrigeración y engrase, entre otras).
- Efectuar las pruebas en vacío (situación de los ceros/ejes, recorridos del cabezal, de las herramientas: ataque, retirada y cambio; paradas, entre otras) necesarias para la comprobación del programa y verificando que no existen colisiones.
- Detallar la documentación técnica necesaria referida a las máquinas y equipos que intervienen en el proceso para realizar el mantenimiento a nivel de usuario.
- Identificar los componentes a mantener de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C3: Realizar operaciones de montaje y puesta a punto de los accesorios, dispositivos y utillajes necesarios para el mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea, utilizando los equipos y medios necesarios y a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE3.1 Interpretar la información técnica y describir los procesos de montaje y puesta a punto de los utillajes en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.

CE3.2 Seleccionar los accesorios, portaherramientas, dispositivos y utillajes según las características de la pieza y lo establecido en el proceso, contemplando: rapidez de amarre, centrado, alineado, equilibrado y estabilidad, y referenciado automático.

CE3.3 En un caso práctico de montaje y puesta a punto de accesorios, dispositivos o utillajes para el mecanizado de alto rendimiento multitarea basado en fresadora, a partir de la orden de fabricación y del proceso:

- Determinar los elementos de transporte, elevación y posicionamiento necesarios según las características del utillaje.
- Determinar los elementos de transporte, elevación y posicionamiento necesarios según las características de la pieza a transportar.
- Proceder al montaje y regulación del utillaje contemplando las referencias de posicionamiento, alineaciones y fijaciones necesarias.
- Montar la pieza sobre el utillaje, según especificaciones, de forma rígida y estable, evitando su deformación y empleando las herramientas y útiles requeridos.
- Dirigir los dispositivos de refrigeración hacia la zona de arranque de material y fijar su posición, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Detallar la documentación técnica necesaria referida a los accesorios/dispositivos/utillajes montados en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso para realizar el mantenimiento a nivel de usuario.
- Identificar los elementos y componentes a mantener de los accesorios/dispositivos/utillajes montados en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C4: Operar máquinas-herramienta multitarea basadas en fresadora, cumpliendo las especificaciones del proceso, obteniendo la calidad requerida y observando las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE4.1 Explicar las actuaciones que se deberían llevar a cabo en caso de fallo en el proceso de mecanizado por causa de: la avería de la máquina, utillaje o herramienta defectuosa, parámetros incorrectos, entre otros.

CE4.2 Explicar la repercusión que tiene la deficiente preparación y mantenimiento de la máquina e instalaciones sobre el proceso de mecanizado (calidad, rendimiento, costes, entre otros).

CE4.3 A partir de un supuesto de fabricación, conocidas las instalaciones, máquinas, equipos y utillajes, y herramientas que intervienen, elaborar el plan de supervisión del estado (desgastes, rotura, vida de elementos críticos, entre otros) y mantenimiento (engrases, extracción de viruta, estado y nivel del refrigerante, entre otros) de los mismos.

CE4.4 En un caso práctico de mecanizado en máquinas multitarea basadas en fresadora, a partir de la orden de fabricación y del proceso, obtener la/s pieza/s mediante la ejecución de las diferentes operaciones, consiguiendo la calidad requerida y en condiciones de seguridad:

- Realizar las maniobras de puesta en marcha siguiendo la secuencia especificada en el manual de instrucciones de la máquina/equipo.
- Aplicar las normas de seguridad y uso durante las diferentes operaciones (protecciones colocadas, puertas cerradas, entre otras) para garantizar la seguridad personal y la integridad de máquinas y equipos.
- Ajustar los parámetros del proceso (Vc, fn, ap, entre otros) a la situación real.
- Comprobar que se desarrollan todas las operaciones en la secuencia estipulada y sin incidencias.
- Realizar las correcciones y modificaciones adecuadas en función de las irregularidades observadas.
- Sustituir, en función del desgaste admitido o por rotura, las herramientas que lo precisen.
- Actualizar los decalajes en la tabla de herramientas después de las sustituciones.
- Mantener instalaciones, herramientas y equipos.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C5: Aplicar técnicas de verificación de piezas en máquinas multitarea basadas en fresadora, siguiendo las pautas de control establecidas, indicando las contingencias y desviaciones observadas, así como las causas que las provocan, con el fin de asegurar la calidad de las mismas.

CE5.1 Describir los instrumentos, dispositivos de control y máquinas utilizados en la verificación de las piezas obtenidas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento.

CE5.2 Describir las técnicas metrológicas empleadas en el control dimensional, superficial y geométrico (in-out), indicando, cuando proceda, los cálculos aplicables a las mismas.

CE5.3 Describir los errores de medida y técnicas de cálculo de incertidumbre de medida, incluyendo los conceptos de calibración y trazabilidad.

CE5.4 En un caso práctico, partiendo de las especificaciones de las piezas producidas en máquinas multitarea basadas en fresadora, pautas de control y normativa vigente, aplicar las técnicas metrológicas que permitan la correcta verificación de las mismas:

- Identificar las acciones a realizar.
- Determinar las técnicas de control adecuadas a los parámetros que hay que verificar.
- Determinar los instrumentos, dispositivos y máquinas que deben emplearse en cada técnica.
- Comprobar que los instrumentos, dispositivos y máquinas a utilizar están calibrados.
- Comprobar que las piezas se encuentran libres de rebabas, suciedad y están estabilizadas térmicamente.

- Aplicar las técnicas metrológicas conforme a los procedimientos establecidos en las pautas y normas.
- Registrar los resultados y compararlos con los especificados.
- Relacionar las desviaciones con las causas que pueden haberlas provocado.
- Proponer posibles soluciones.
- Mantener instalaciones, herramientas y equipos.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

## Contenidos

### 1. Preparación de máquinas multitarea basadas en fresadora

- Máquinas alto rendimiento fresado-torneado:
  - Prestaciones y funcionamiento.
  - Elementos y componentes característicos.
- Equipos auxiliares:
  - Lubricación. Refrigeración.
  - Extracción: de viruta, atmósfera del mecanizado, etc.
  - Transporte y posicionamiento.
- Mantenimiento de máquinas y equipos:
- Engrases, niveles de líquidos y liberación de residuos.
  - Técnicas y procedimientos para la sustitución de elementos.
  - Sustitución de elementos.
  - Plan de mantenimiento y documentos de registro.
- Manejo y uso de controles numéricos multicanal.
- Elementos y mandos de las máquinas de alto rendimiento.
- Modos operativos de las máquinas de alto rendimiento.
- Referencias de máquina y pieza.
- Herramientas, utillajes y accesorios de las máquinas con CNC.
- Prerreglaje de herramientas.
- Amarrado de piezas y herramientas: Centrado y toma de referencias.
- Manuales de la máquina.
- Normativa de prevención de riesgos laborales aplicables a la preparación de máquinas de alto rendimiento basadas en fresadora.
- Normativa de protección medioambiental aplicable a la preparación de máquinas de alto rendimiento basadas en fresadora.

### 2. Ejecución del mecanizado en máquinas multitarea basadas en fresadora

- Ejecución de operaciones de mecanizados en máquinas herramientas de alto rendimiento.
- Útiles de verificación y control.
- Procedimientos de verificación dimensional.
- Procedimientos de verificación superficial.
- Procedimientos de verificación geométrica.
- Medición en máquina. Sondas de medición.
- Comprobación del estado de calibración de los instrumentos de medida.
- Errores de medida.
- Técnicas de corrección de las desviaciones del proceso.
- Corrección de las desviaciones de las piezas mecanizadas (tolerancias dimensionales geométricas y superficiales).
- Identificación y resolución de problemas.
- Normativa de prevención de riesgos laborales aplicables al mecanizado en máquinas de alto rendimiento basadas en fresadora.
- Normativa de protección medioambiental aplicable al mecanizado en máquinas de alto rendimiento basadas en fresadora.

## UNIDAD FORMATIVA 3

**Denominación:** MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO EN TORNO MULTITAREA

**Código:** UF2049

**Duración:** 40 horas

**Referente de competencia:** Esta unidad formativa se corresponde con la RP1, RP2, RP3 y RP4, en lo referido a mecanizar a alto rendimiento en torno multitarea.

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Analizar el funcionamiento de las máquinas herramienta empleadas para la producción de piezas por mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitarea basadas en torneado relacionándolo con los elementos que las componen.

CE1.1 Explicar las prestaciones y el funcionamiento de las máquinas y describir los equipos auxiliares e instalaciones (transporte y posicionamiento, refrigeración, lubricación, control, entre otros) que intervienen en la producción de piezas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento.

CE1.2 Describir los distintos elementos y bloques funcionales que componen las máquinas y equipos empleados:

- Elementos estructurales.
- Cadenas cinemáticas.
- Elementos de control y medición de las máquinas.
- Mantenimiento y sistemas automáticos para el mismo en las máquinas y equipos.
- Dispositivos de seguridad y medidas a adoptar durante el proceso.

CE1.3 Exponer las características de los distintos sistemas y dispositivos de amarre, centrado y toma de referencias de las máquinas y equipos.

CE1.4 Identificar los errores más comunes que se dan en los sistemas de posicionamiento, alineación, centrado y sujeción.

CE1.5 Explicar las normas de uso, prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente, aplicables en las máquinas y equipos utilizados en la producción de piezas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento.

C2: Realizar operaciones de preparación y puesta a punto de máquinas herramienta para el mecanizado en máquinas multitarea de alto rendimiento basadas en torno utilizando los equipos y medios necesarios y a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE2.1 Describir los procesos de preparación de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.

CE2.2 Identificar las diferencias entre la preparación de herramientas para el mecanizado convencional y el de alta velocidad.

CE2.3 Describir los sistemas de amarre de herramientas para alta velocidad.

CE2.4 En un caso práctico de puesta a punto de máquinas para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento, a partir de la orden de fabricación y del proceso:

- Cargar/transferir el programa de CNC a la máquina mediante los sistemas determinados.
- Seleccionar las herramientas apropiadas, procediendo a su prerreglaje en los dispositivos específicos, al montaje en los soportes adecuados y a su regulación de acuerdo con la secuencia de operaciones programada (programa CNC).
- Ajustar las máquinas y equipos con los parámetros establecidos para cada operación, y mantener actualizada la tabla de herramientas con sus decalajes.

- Realizar las pruebas y comprobaciones previas (alineaciones, fijaciones, dispositivos de seguridad, colocación/sujeción de las herramientas, refrigeración y engrase, entre otras).
- Efectuar las pruebas en vacío (situación de los ceros/ejes, recorridos del cabezal, de las herramientas: ataque, retirada y cambio; paradas, entre otras) necesarias para la comprobación del programa y verificando que no existen colisiones.
- Detallar la documentación técnica necesaria referida a las máquinas y equipos que intervienen en el proceso para realizar el mantenimiento a nivel de usuario.
- Identificar los componentes a mantener de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C3: Realizar operaciones de montaje y puesta a punto de los accesorios, dispositivos y utillajes necesarios para el mecanizado de alto rendimiento en máquinas multitareas basadas en torno, utilizando los equipos y medios necesarios y a partir de documentación y especificaciones técnicas.

CE3.1 Interpretar la información técnica y describir los procesos de montaje y puesta a punto de los utillajes en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.

CE3.2 Seleccionar los accesorios, portaherramientas, dispositivos y utillajes según las características de la pieza y lo establecido en el proceso, contemplando: rapidez de amarre, centrado, alineado, equilibrado y estabilidad, y referenciado automático.

CE3.3 En un caso práctico de montaje y puesta a punto de accesorios, dispositivos y utillajes para el mecanizado de alto rendimiento, a partir de la orden de fabricación y del proceso:

- Determinar los elementos de transporte, elevación y posicionamiento necesarios según las características del utillaje.
- Determinar los elementos de transporte, elevación y posicionamiento necesarios según las características de la pieza a transportar.
- Proceder al montaje y regulación del utillaje contemplando las referencias de posicionamiento, alineaciones y fijaciones necesarias.
- Montar la pieza sobre el utillaje, según especificaciones, de forma rígida y estable, evitando su deformación y empleando las herramientas y útiles requeridos.
- Dirigir los dispositivos de refrigeración hacia la zona de arranque de material y fijar su posición, cumpliendo con las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.
- Detallar la documentación técnica necesaria referida a los accesorios/dispositivos/utillajes montados en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso para realizar el mantenimiento a nivel de usuario.
- Identificar los elementos y componentes a mantener de los accesorios/dispositivos/utillajes montados en las máquinas y equipos que intervienen en el proceso.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C4: Operar máquinas-herramienta multitarea basadas en torno para el mecanizado de alto rendimiento, cumpliendo las especificaciones del proceso, obteniendo la calidad requerida y observando las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

CE4.1 Explicar las actuaciones que se deberían llevar a cabo en caso de fallo en el proceso de mecanizado por causa de: la avería de la máquina, utillaje o herramienta defectuosa, parámetros incorrectos, entre otros.

CE4.2 Explicar la repercusión que tiene la deficiente preparación y mantenimiento de la máquina e instalaciones sobre el proceso de mecanizado (calidad, rendimiento, costes, entre otros).

CE4.3 A partir de un supuesto de fabricación, conocidas las instalaciones, máquinas, equipos y utillajes, y herramientas que intervienen, elaborar el plan de supervisión del estado (desgastes, rotura, vida de elementos críticos, entre otros) y mantenimiento (engrases, extracción de viruta, estado y nivel del refrigerante, entre otros) de los mismos.

CE4.4 En un caso práctico de mecanizado de alto rendimiento basado en torneado y fresado, a partir de la orden de fabricación y del proceso, obtener la pieza mediante la ejecución de las diferentes operaciones, consiguiendo la calidad requerida y en condiciones de seguridad:

- Realizar las maniobras de puesta en marcha siguiendo la secuencia especificada en el manual de instrucciones de la máquina/equipo.
- Aplicar las normas de seguridad y uso durante las diferentes operaciones (protecciones colocadas, puertas cerradas, entre otras) para garantizar la seguridad personal y la integridad de máquinas y equipos.
- Ajustar los parámetros del proceso ( $V_c$ ,  $f_n$ ,  $a_p$ , entre otros) a la situación real.
- Comprobar que se desarrollan todas las operaciones en la secuencia estipulada y sin incidencias.
- Realizar las correcciones y modificaciones adecuadas en función de las irregularidades observadas.
- Sustituir, en función del desgaste admitido o por rotura, las herramientas que lo precisen.
- Actualizar los decalajes en la tabla de herramientas después de las sustituciones.
- Mantener instalaciones, herramientas y equipos.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

C5: Aplicar técnicas de verificación de piezas en máquinas multitarea basadas en torno, siguiendo las pautas de control establecidas, indicando las contingencias y desviaciones observadas, así como las causas que las provocan, con el fin de asegurar la calidad de las mismas.

CE5.1 Describir los instrumentos, dispositivos de control y máquinas utilizados en la verificación de las piezas obtenidas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento.

CE5.2 Describir las técnicas metrológicas empleadas en el control dimensional, superficial y geométrico (in-out), indicando, cuando proceda, los cálculos aplicables a las mismas.

CE5.3 Describir los errores de medida y técnicas de cálculo de incertidumbre de medida, incluyendo los conceptos de calibración y trazabilidad.

CE5.4 En un caso práctico, partiendo de las especificaciones de las piezas producidas, pautas de control y normativa vigente, aplicar las técnicas metrológicas que permitan la correcta verificación de las mismas:

- Identificar las acciones a realizar.
- Determinar las técnicas de control adecuadas a los parámetros que hay que verificar.
- Determinar los instrumentos, dispositivos y máquinas que deben emplearse en cada técnica.
- Comprobar que los instrumentos, dispositivos y máquinas a utilizar están calibrados.
- Comprobar que las piezas se encuentran libres de rebabas, suciedad y están estabilizadas térmicamente.

- Aplicar las técnicas metrológicas conforme a los procedimientos establecidos en las pautas y normas.
- Registrar los resultados y compararlos con los especificados.
- Relacionar las desviaciones con las causas que pueden haberlas provocado.
- Proponer posibles soluciones.
- Mantener instalaciones, herramientas y equipos.
- Realizar las distintas operaciones cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y medioambientales.

## Contenidos

### 1. Preparación de máquinas multitarea basadas en torno

- Máquinas alto rendimiento fresado-torneado:
  - Prestaciones y funcionamiento.
  - Elementos y componentes característicos.
- Equipos auxiliares:
  - Lubricación. Refrigeración.
  - Extracción: de viruta, atmósfera del mecanizado, etc.
  - Transporte y posicionamiento.
- Mantenimiento de máquinas y equipos:
- Engrases, niveles de líquidos y liberación de residuos.
  - Técnicas y procedimientos para la sustitución de elementos.
  - Sustitución de elementos.
  - Plan de mantenimiento y documentos de registro.
- Manejo y uso de controles numéricos multicanal.
- Elementos y mandos de las máquinas de alto rendimiento.
- Modos operativos de las máquinas de alto rendimiento.
- Referencias de máquina y pieza.
- Herramientas, utillajes y accesorios de las máquinas con CNC.
- Prerreglaje de herramientas.
- Amarrado de piezas y herramientas: Centrado y toma de referencias.
- Manuales de la máquina.
- Normativa de prevención de riesgos laborales aplicables a la preparación de máquinas de alto rendimiento basadas en torno.
- Normativa de protección medioambiental aplicable a la preparación de máquinas de alto rendimiento basadas en torno.

### 2. Ejecución del mecanizado en máquinas multitarea basadas en torno

- Ejecución de operaciones de mecanizados en máquinas herramientas de alto rendimiento.
- Útiles de verificación y control.
- Procedimientos de verificación dimensional.
- Procedimientos de verificación superficial.
- Procedimientos de verificación geométrica.
- Medición en máquina. Sondas de medición.
- Comprobación del estado de calibración de los instrumentos de medida.
- Errores de medida.
- Técnicas de corrección de las desviaciones del proceso.
- Corrección de las desviaciones de las piezas mecanizadas (tolerancias dimensionales geométricas y superficiales).
- Identificación y resolución de problemas.
- Normativa de prevención de riesgos laborales aplicables al mecanizado en máquinas de alto rendimiento basadas en torno.
- Normativa de protección medioambiental aplicable al mecanizado en máquinas de alto rendimiento basadas en torno.

## Criterios de acceso para los alumnos

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

## MÓDULO DE PRÁCTICAS PROFESIONALES NO LABORALES DE FABRICACIÓN POR MECANIZADO A ALTA VELOCIDAD Y ALTO RENDIMIENTO

**Código:** MP0432

**Duración:** 40 horas

### Capacidades y criterios de evaluación

C1: Generar, con aplicaciones informáticas de diseño asistido por ordenador (CAD), la geometría de la pieza adaptada al mecanizado y los planos para fabricación a alta velocidad o alto rendimiento.

- CE1.1 Definir la adecuación de las geometrías a mecanizar en función de la arquitectura de la máquina y la disponibilidad de herramientas.
- CE1.2 Analizar interferencias geométricas.
- CE1.3 Crear refuerzos para evitar la deformación de la pieza en el amarre.
- CE1.4 Dibujar en tres dimensiones las superficies auxiliares para el mecanizado.
- CE1.5 Generar la documentación técnica para su utilización en CAM.
- CE1.6 Dibujar el plano de fabricación para mecanizar y verificar la pieza según normas de representación gráfica.

C2: Elaborar programas CAM para la obtención de piezas por mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento a partir del proceso de fabricación e información técnica, o de un archivo informático que contenga la información gráfica de la pieza.

- CE2.1 Determinar el proceso de mecanizado a partir del plano de fabricación.
- CE2.2 Establecer las estrategias de corte en cada operación en función de la geometría a mecanizar.
- CE2.3 Generar el programa CAM a partir del proceso y estrategias de mecanizado.
- CE2.4 Simular el mecanizado optimizando las operaciones del proceso.
- CE2.5 Generar el programa CNC a transferir a la máquina.

C3: Realizar operaciones de preparación y puesta a punto de máquinas herramienta para el mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento, utilizando los equipos y medios necesarios y a partir de documentación y especificaciones técnicas.

- CE3.1 Cargar/transferir el programa de CNC a la máquina mediante los sistemas determinados.
- CE3.2 Montar herramientas en la máquina cargando los datos de la misma en el fichero de herramientas.
- CE3.3 Montar los útiles de sujeción de la pieza en la máquina procediendo a su alineación.
- CE3.4 Montar la pieza a mecanizar en el útil de amarre.
- CE3.5 Introducir en el programa las referencias de posicionamiento de la pieza.
- CE3.6 Seleccionar en el panel de control de la máquina las condiciones de mecanizado.

C4: Operar máquinas-herramienta para el mecanizado a alta velocidad o alto rendimiento, cumpliendo las especificaciones del proceso, obteniendo la calidad requerida y observando las normas de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente.

- CE4.1 Poner en marcha la máquina según la secuencia determinada por el fabricante.



- CE4.2 Corregir los parámetros de corte en función de la estabilidad de proceso.
- CE4.3 Vigilar el desarrollo del proceso interviniendo en él en caso de contingencias no previstas.
- CE4.4 Sustituir las herramientas cuando su desgaste haya llegado al límite establecido o la calidad del mecanizado se vea alterada.
- CE4.5 Actualizar los decalajes en la tabla de herramientas tras su sustitución o desgaste.
- CE4.6 Mantener las instalaciones, herramientas y equipos con los estándares de la empresa.

C5: Aplicar técnicas de verificación de piezas, siguiendo las pautas de control establecidas, indicando las contingencias y desviaciones observadas, así como las causas que las provocan, con el fin de asegurar la calidad de las mismas.

- CE5.1 Seleccionar los instrumentos, dispositivos y máquinas que deben emplearse en cada técnica.
- CE5.2 Comprobar que los instrumentos, dispositivos y máquinas a utilizar están calibrados.
- CE5.3 Comprobar que las piezas se encuentran libres de rebabas, suciedad y están estabilizadas térmicamente.
- CE5.4 Verificar la pieza mecanizado conforme a los procedimientos establecidos en las pautas y normas.
- CE5.5 Relacionar las desviaciones con las causas que pueden haberlas provocado.
- CE5.6 Proponer soluciones a las desviaciones detectadas.

C6: Participar en los procesos de trabajo de la empresa, siguiendo las normas e instrucciones establecidas en el centro de trabajo.

- CE6.1 Comportarse responsablemente tanto en las relaciones humanas como en los trabajos a realizar.
- CE6.2 Respetar los procedimientos y normas del centro de trabajo.
- CE6.3 Empezar con diligencia las tareas según las instrucciones recibidas, tratando de que se adecuen al ritmo de trabajo de la empresa.
- CE6.4 Integrarse en los procesos de producción del centro de trabajo.
- CE6.5 Utilizar los canales de comunicación establecidos.
- CE6.6 Respetar en todo momento las medidas de prevención de riesgos, salud laboral y protección del medio ambiente.

## Contenidos

### 1. Adaptación de la geometría de la pieza para el mecanizado en el fichero de CAD

- Identificación de las interferencias geométricas.
- Creación de superficies auxiliares para el mecanizado.
- Creación CAD de estructuras de refuerzo auxiliares.
- Edición de planos de fabricación en CAD.

### 2. Programación CAM

- Definición del proceso de mecanizado.
- Estrategias de mecanizado.
- Programación CAM.
- Simulación del mecanizado.
- Posprocesado del programa CAM.

### 3. Preparación de máquinas herramientas de alta velocidad y alto rendimiento

- Carga de programas CNC.

- Montaje de herramientas.
- Introducción de datos de herramienta en el CNC.
- Montaje de utillajes de amarre.
- Montaje de pieza.
- Toma de referencias de posicionado de pieza.
- Ajuste de condiciones de mecanizado en el panel de control de la máquina.

#### 4. Ejecución del mecanizado en máquinas multitarea basadas en torno

- Puesta en marcha de la máquina.
- Adaptación de parámetros de corte durante el mecanizado.
- Vigilancia del mecanizado e intervención en el proceso.
- Verificación del desgaste de herramienta.
- Sustitución de herramientas.
- Actualización de decalajes de herramienta.
- Mantenimiento de usuario.
- Prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

#### 5. Verificación de pieza mecanizada a alta velocidad o alto rendimiento

- Comprobación de la calibración de los instrumentos de verificación.
- Adecuación de la pieza para realizar su verificación.
- Procesos de medición y verificación.
- Soluciones a los defectos en las piezas mecanizadas.

#### 6. Integración y comunicación en el centro de trabajo

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

### IV. PRESCRIPCIONES DE LOS FORMADORES

Módulos Formativos	Acreditación requerida	Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia
MF2164_3: Adaptación de planos de fabricación para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año
MF2165_3: Diseño de utillajes de amarre de pieza para el mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año
MF2166_3: Planificación del mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>• Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año

Módulos Formativos	Acreditación requerida	Experiencia profesional requerida en el ámbito de la unidad de competencia
MF2167_3: Mecanizado a alta velocidad y alto rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> <li>Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.</li> </ul>	1 año

## V. REQUISITOS MÍNIMOS DE ESPACIOS, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO

Espacio Formativo	Superficie m <sup>2</sup> 15 alumnos	Superficie m <sup>2</sup> 25 alumnos
Aula de gestión	45	60
Taller de mecanizado alto rendimiento	200	250
Almacén de mecanizado alto rendimiento	40	40

Espacio Formativo	M1	M2	M3	M4
Aula de gestión	X	X	X	X
Taller de mecanizado alto rendimiento				X
Almacén de mecanizado alto rendimiento				X

Espacio Formativo	Equipamiento
Aula de gestión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipos audiovisuales</li> <li>PCs instalados en red, cañón de proyección e internet</li> <li>Software específico de la especialidad</li> <li>Pizarras para escribir con rotulador</li> <li>Rotafolios</li> <li>Material de aula</li> <li>Mesa y silla para formador</li> <li>Mesas y sillas para alumnos</li> </ul>
Taller mecanizado alto rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centro de mecanizado de alta velocidad</li> <li>Máquina multitarea de alto rendimiento de torneado y fresado</li> <li>Máquina multitarea de alto rendimiento de fresado y torneado</li> <li>Utillajes de amarre de pieza</li> <li>Herramientas de corte</li> <li>Instrumentos de verificación y control</li> <li>Equipos de protección individual</li> </ul>
Almacén de mecanizado alto rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Armarios metálicos para herramientas.</li> <li>Estanterías.</li> <li>Maquinaria de transporte apropiada para el desplazamiento de elementos</li> <li>Materiales</li> <li>Contenedores para el reciclado</li> </ul>

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

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

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

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

## ANEXO III

### I. IDENTIFICACIÓN DEL CERTIFICADO DE PROFESIONALIDAD

**Denominación:** Fabricación de troqueles para la producción de piezas de chapa metálica

**Código:** FMEM0311

**Familia profesional:** Fabricación Mecánica

**Área profesional:** Producción mecánica

**Nivel de cualificación profesional:** 3

**Cualificación profesional de referencia:**

FME644\_3 Fabricación de troqueles para la producción de piezas de chapa metálica (RD 1032/2011 de 15 de julio)

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

UC2155\_3: Diseñar troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica

UC2156\_3: Planificar la fabricación de troqueles para la obtención de piezas chapa metálica

UC2157\_3: Elaborar componentes de troqueles para la obtención de piezas de chapa metálica

UC2158\_3: Ajustar, montar y verificar la funcionalidad y los componentes de troqueles

**Competencia general:**

Diseñar y fabricar troqueles para la producción de piezas de chapa metálica, así como ajustar, montar y verificar su funcionalidad, elaborando sus componentes, a partir de especificaciones técnicas del elemento a conseguir, planificando la producción, controlando los procesos y productos fabricados, consiguiendo los criterios de calidad, cumpliendo los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa, y la normativa de aplicación vigente.

**Entorno Profesional:**

Ámbito profesional:

Desarrolla su actividad profesional en las áreas de planificación y producción de grandes, medianas o pequeñas empresas, públicas y privadas, tanto por cuenta propia