

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

## Máster en Ingeniería Avanzada de Fabricación

### Trabajo Fin de Máster

**TÍTULO** Análisis crítico de los currículos de ESO, Bachillerato y Formación Profesional y diseño de material didáctico adaptado a la Ingeniería de Fabricación

**AUTOR** Jose Manuel Martín Ramón

**TUTORAS** Eva María Rubio Alvir  
Marta María Marín Martín

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería de Construcción y Fabricación

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA



Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación

*Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Fabricación*

## **Análisis crítico de los currículos de ESO, Bachillerato y Formación Profesional y diseño de material didáctico adaptado a la Ingeniería de Fabricación**

*Autor*

Jose Manuel Martín Ramón

*Tutoras*

Eva María Rubio Alvir

Marta María Marín Martín

Curso 2021 - 2022

(A rellenar por la Comisión Evaluadora)

COMISIÓN EVALUADORA

PRESIDENTE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

VOCAL \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

SECRETARIO \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FECHA DEFENSA \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

CALIFICACIÓN \_\_\_\_\_

Vocal

Presidente

Secretario

Fdo.: \_\_\_\_\_ Fdo.: \_\_\_\_\_ Fdo.: \_\_\_\_\_

CÓDIGOS UNESCO

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

## Lista de siglas y abreviaturas

---

ABS	Acrilonitrilo butadieno estireno
ACBP	Aprendizaje Colaborativo Basado en Proyectos
AM	Additive Manufacturing
CAD	Computer Aided Desing
CAM	Computer Aided Manufacturing
CCAA	Comunidades Autónomas
CNC	Numerical Control Simulation
FC	Final de carrera
FP	Formación Profesional
FUP	Lenguaje gráfico de funciones lógicas
GM	Grado Medio
KOP	Lenguaje gráfico de contactos
LO	Ley Orgánica
LOE	Ley Orgánica de Educación
NC	Normalmente cerrado
PAS	Polímeros de alto rendimiento
PET	Tereftalato de polietileno
PETG	Poliéster glicolizado
PLA	Ácido poliláctico
PP	Polipropileno
RD	Real Decreto
TFM	Trabajo Fin de Máster

## Lista de figuras

---

Figura 1. Instalaciones anuales de robots industriales, en miles de unidades, entre 2015-2020 y previsión entre 2021-2024 (Fuente: IFR, 2020). .....	9
Figura 2. Porcentaje de participación en la encuesta dividido por sectores. ....	10
Figura 3. Respuestas a la pregunta 1 del modelo industrial.....	10
Figura 4. Respuestas a la pregunta 2 del modelo industrial.....	10
Figura 5. Respuestas a la pregunta 3 del modelo industrial.....	11
Figura 6. Respuestas a la pregunta 4 del modelo industrial.....	11
Figura 7. Respuestas a la pregunta 1 del modelo educativo. ....	12
Figura 8. Respuestas a la pregunta 2 del modelo educativo. ....	12
Figura 9. Respuestas a la pregunta 3 del modelo educativo. ....	13
Figura 10. Respuestas a la pregunta 4 del modelo educativo. ....	13
Figura 11. Respuestas a la pregunta 5 del modelo industrial.....	14
Figura 12. Respuestas a la pregunta 5 del modelo educativo. ....	14
Figura 13. Comparativa del tiempo de formación y porcentaje de oferta en FP Dual frente a la FP tradicional (Fuente: El País, 2019). ....	15
Figura 14. Tasa de desempleo juvenil en porcentaje (Fuente: EL País, 2019). ....	15
Figura 15. Familias profesionales de la FP (Fuente: TodoFP, s.f.).....	32
Figura 16. Ciclo de desarrollo del ACBP. ....	40
Figura 17. Prototipado (Impresión3D, 2019). ....	41
Figura 18. Fases en la elaboración de un prototipo. ....	42
Figura 19. Partes de un pie de rey Mauser. ....	43
Figura 20. Pie de rey Mauser. ....	43
Figura 21. Pie de rey de tornero. ....	43
Figura 22. Pie de rey con reloj comparador. ....	43
Figura 23. Pie de rey escalonado. ....	44
Figura 24. Pie de rey para ranuras. ....	44
Figura 25. Pie de rey para espesores de tubo. ....	44
Figura 26. Sonda de profundidades. ....	44
Figura 27. Partes de un goniómetro. ....	45
Figura 28. Goniómetro simple. ....	45
Figura 29. Goniómetro universal. ....	46
Figura 30. Goniómetro digital. ....	46
Figura 31. Goniómetros imantados. ....	46
Figura 32. Ejemplo de un plano de conjunto (Fuente: Ikastaroak, 2020).....	49
Figura 33. Ejemplo de plano de fabricación Fuente: Ikastaroak, 2020).....	50
Figura 34. Comparativa de propiedades de filamentos 3D (Fuente: Of3lia, s.f.).....	51
Figura 35. Detalles del proceso de impresión. ....	52
Figura 36. Relación de los planes de estudio de algunas Ingenierías con los contenidos de la asignatura de Tecnología Industrial II. ....	54
Figura 37. Ejemplo de programa KOP. ....	56
Figura 38. Operación AND (Fuente: Festo Didactic, 1999). ....	56
Figura 39. Operación OR (Fuente: Festo Didactic, 1999). ....	56
Figura 40. Unión de entradas mediante AND (Fuente: Festo Didactic, 1999). ....	56

Figura 41. Unión de entradas mediante OR (Fuente: Festo Didactic, 1999). .....	56
Figura 42. Operaciones con marcas (Fuente: Festo Didactic, 1999).....	57
Figura 43. Operaciones SET RESET (Fuente: Festo Didactic, 1999).....	57
Figura 44. Lay-out actual del proceso. ....	59
Figura 45. Nuevo lay-out del proceso. ....	60
Figura 46. Selector de tapones diseñado. ....	61
Figura 47. Esquema neumático del selector de tapones.....	62
Figura 48. Programación KOP de la secuencia de movimientos.....	63
Figura 49. Cuadro de comandos de Inventor CAM (Fuente: Autodesk). ....	66
Figura 50. Pestaña de la ficha de herramienta en operaciones de vaciado. ....	67
Figura 51. Pestaña de condiciones geométricas en operaciones de vaciado. ....	68
Figura 52. Pestaña de alturas de mecanizado en operaciones de vaciado.....	68
Figura 53. Pestaña de selección de condiciones de pasada en operaciones de vaciado. ....	69
Figura 54. Simulación 3D de la placa de anclaje mediante Autodesk Inventor. ....	70
Figura 55. Especificaciones geométricas de la transformación del material en bruto a la pieza mecanizada.....	71
Figura 56. Operaciones de mecanizado extraídas de la simulación CAM.....	72
Figura 57. Operación de planeado con fresa. ....	92
Figura 58. Vaciado 2D de desbaste con fresa D16. ....	92
Figura 59. Vaciado 2D de acabado con fresa D6. ....	93
Figura 60. Fresado de acabado de cajoneras con fresa D4. ....	93
Figura 61. Punteado con broca D10.....	94
Figura 62. Taladrado con broca D5. ....	94

## Lista de tablas

---

Tabla 1. Ranking de documentos elaborados en base a palabras clave sobre la Ingeniería de Fabricación.....	7
Tabla 2. Contenidos y criterios de evaluación de la asignatura de Tecnología en el 1º ciclo de ESO. ....	18
Tabla 3. Selección de contenidos y criterios de evaluación de la asignatura de Metrología y Ensayos, del GM en Mecanizado. ....	21
Tabla 4. Contenidos y criterios de evaluación de Tecnología de 4º de ESO. ....	22
Tabla 5. Contenidos y criterios de evaluación de Tecnología Industrial I. ....	25
Tabla 6. Contenidos y criterios de evaluación de Tecnología Industrial II. ....	28
Tabla 7. Selección de los contenidos y criterios de evaluación relacionados con el desarrollo de documentación gráfica en Ingeniería.....	31
Tabla 8. Resumen de las titulaciones y asignaturas asociadas a la Fabricación Mecánica. ....	32
Tabla 9. Contenidos y criterios de evaluación del módulo de Fabricación asistida por ordenador. ....	36
Tabla 10. Propuesta de actividad - Prototipado en 3º ESO. ....	53
Tabla 11. Referencia en programación. ....	55
Tabla 12. Simbología del lenguaje de contactos. ....	55
Tabla 13. Simbología básica de automatización neumática.....	57
Tabla 14. Direccionamiento de la estación selectora de tapones. ....	62
Tabla 15. Propuesta de actividad - Automatizado en 2º de Bachillerato. ....	64
Tabla 16. Propuesta de actividad – CAM en FP.....	73
Tabla 17. Propuesta de evaluación para futuras modificaciones de la utilidad del TFM.....	74
Tabla 18. Resumen de los planes de estudio consultados para el análisis de los currículos. ....	82

# Índice

---

1. Introducción.....	1
1.1. Contexto .....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodología .....	2
1.4. Antecedentes.....	3
2. Análisis del estado del arte en la industria .....	7
2.1. La fabricación a través del repositorio .....	7
2.2. El futuro profesional, a examen .....	9
3. Análisis del marco legislativo en relación con la Ingeniería de Fabricación.....	17
3.1. Currículo de la ESO.....	18
3.2. Currículo de Bachillerato.....	25
3.2.1. Tecnología Industrial I.....	25
3.2.2. Tecnología Industrial II.....	28
3.3. Currículos de Formación Profesional .....	32
3.3.1. Fabricación asistida por ordenador (CAM).....	36
4. Diseño y desarrollo de las unidades de trabajo.....	39
4.1. Actividad 1: Prototipado de soportes para Smartphone.....	40
4.1.1. Justificación de la propuesta.....	40
4.1.2. Desarrollo teórico .....	41
4.1.2.1. Desarrollo de prototipos.....	41
4.1.2.2. Instrumentos de medida.....	42
4.1.2.3. Materiales plásticos en la impresión 3D .....	47
4.1.2.4. Elaboración de planos.....	48
4.1.3. Caso práctico de contextualización.....	50
4.1.4. Aplicación práctica.....	53
4.2. Actividad 2: Automatización de un proceso productivo .....	54
4.2.1. Justificación de la propuesta.....	54
4.2.2. Desarrollo teórico .....	55
4.2.2.1. Lenguaje básico de programación .....	55
4.2.2.2. Automatización neumática .....	57
4.2.2.3. Sistemas y mecanismos de producción industrial.....	58
4.2.3. Caso práctico de contextualización.....	59
4.2.4. Aplicación práctica.....	64
4.3. Actividad 3: Mecanizado de anclajes para servomotor.....	65
4.3.1. Justificación de la propuesta.....	65
4.3.2. Desarrollo teórico .....	65
4.3.2.1. Introducción .....	65
4.3.2.2. Creación de trayectorias.....	66
4.3.2.3. Configuración e información de herramientas .....	66
4.3.2.4. Estrategias de trayectoria y el Navegador de CAM.....	66
4.3.2.5. Cuadros de diálogo de trayectoria .....	67



4.3.2.6. Simulación del material .....	69
4.3.2.7. Procesamiento posterior .....	70
4.3.3. Caso práctico de contextualización .....	70
4.3.4. Aplicación práctica.....	73
4.4. Evaluación del índice de logro .....	74
5. Conclusiones y desarrollos futuros.....	75
5.1. Conclusiones .....	75
5.2. Desarrollos futuros .....	76
6. Bibliografía .....	77
Anexo I - Planes de estudios consultado.....	81
Anexo II – Planos de la actividad 1.....	83
Anexo III – Planos actividad 2 .....	87
Anexo IV – Planos actividad 3 .....	89
Anexo V – Simulación CAM del mecanizado de la actividad 3 .....	91

## 1. Introducción

---

### 1.1. Contexto

“El principal logro de la educación en las escuelas debe ser crear hombres y mujeres que sean capaces de hacer cosas nuevas, no simplemente repetir lo que las generaciones anteriores lograron” (Piaget, 1996). Con esta cita celebre de uno de los pioneros en la psicología educativa se lanza la principal premisa sobre la que va a tratar el Trabajo Fin de Máster (TFM): realizar un análisis de si la educación está progresando a la par que la sociedad.

En pleno siglo XXI en el mundo tecnológico se están produciendo constantes avances que afectan al sector de la telefonía, de la sanidad, de la alimentación, etc. El caso que ocupa al TFM es el que relaciona estos avances tecnológicos con el sector industrial, en concreto con la Ingeniería de Fabricación. Ya que esos avances están mejorando los procesos productivos actuales o, incluso, los están modificando por completo.

Atendiendo al entorno educativo, existe una visión sobre el sistema en la que los alumnos aprenden globalmente y no hay diferencia entre lo que aprenden dentro de las aulas y fuera. Las empresas exigen de los profesionales no ya que desarrollen saberes técnicos, si no de otro tipo (Sánchez, 2018). Esto podría entenderse como un problema de mala praxis en la forma de actuar de los docentes, pero el problema no sólo viene de lo que el alumnado aprende, sino de lo que el profesorado sabe y la metodología con la que lo enseña.

Según Decajú (2012) un profesor o profesora de Formación Profesional se encuentra con que tiene que estudiar unos contenidos de hace 16 años, en los que no se contempla ninguno de los avances tecnológicos de la última década, esenciales para formar a los futuros profesionales que se monten un taller, trabajen en una empresa o lo hagan por cuenta propia.

En referencia a la metodología, el modelo de enseñanza tradicional está obsoleto ya que, si se utiliza durante todas las clases en todo momento, termina generando el desinterés de los estudiantes precisamente debido a la falta de protagonismo (Romero, 2017). El profesorado debe actuar más como mentor en este proceso para conseguir que el estudiante trabaje a través de proyectos, buscando desarrollar una solución para poder aprender. Esto demuestra que la teoría y la práctica relacionadas son claves para crear un equilibrio.

Se pretende, por ende, hacer un análisis del marco legislativo en relación con la Ingeniería de Fabricación y buscar una relación con las necesidades que tienen las empresas o las etapas educativas sucesivas a día de hoy. Como existe cierta discordancia entre los contenidos y los requisitos que se piden, es oportuno revertir esta situación y generar un material que pueda servir para acercar los contenidos teórico-prácticos al entorno laboral. Se debe tener en cuenta el entorno educativo como cuna de los futuros profesionales que van a incorporarse en un futuro más o menos próximo al mercado laboral.

## 1.2. Objetivos

Contextualizado el problema, se debe hablar de los objetivos buscados con la redacción del Trabajo de Fin de Máster. En este, se pretende estudiar la relación existente entre los contenidos que se imparten en los centros educativos y las necesidades que demandan las empresas. Se aborda, para ello, su confección con doble finalidad:

- a) Aportar información sobre el estado de la Ingeniería de Fabricación en cuestión, que servirá como pautas en la detección de los mayores problemas.
- b) Elaborar una buena práctica educativa enmarcada dentro de los atributos que, según el MEC (s.f.), deben caracterizar a toda buena práctica: que sea innovadora, efectiva, sostenible y replicable.

Los objetivos que se persiguen con la elaboración de este trabajo son:

- a) Analizar la viabilidad de la propuesta en el ámbito legislativo y como propuesta innovadora que no haya sido trabajada hasta ahora.
- b) Conectar los contenidos trabajados durante el desarrollo del Máster con el TFM.
- c) Conocer el estado del arte de la industria de fabricación actual. Recopilando información de diferentes fuentes científicas y artículos de investigación.
- d) Conocer la metodología curricular que se utiliza en la actualidad para la enseñanza de los contenidos relacionados con la Ingeniería de Fabricación en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional.
- e) Conectar las necesidades de las empresas con las oportunidades del alumnado. Se busca, así, romper con el paradigma heurístico, que plantea Lucio (2015) sobre la automatización de los estudiantes a la hora de resolver los problemas sin comprenderlos, a través de una propuesta amoldada a las necesidades actuales.

## 1.3. Metodología

Para la elaboración del Trabajo Fin de Máster se han de seguir una serie de pasos que garanticen la confección de una buena práctica lo más adaptada posible al caso de estudio que se va a plantear.

Inicialmente es inapelable la necesidad de investigar sobre una problemática latente en el actual sistema educativo y comprobar si existe una justificación para la actuación a través de la buena práctica.

A continuación, hay que recabar toda la información disponible referente al tema en cuestión o similar, puesto que si se trata de un tema con un amplio bagaje en el ámbito escolar carece de interés volver a trabajar sobre un tema ya trabajado. Será, por esta razón, necesaria una investigación de las propuestas actuales vinculadas al estado del arte de la Ingeniería de Fabricación en el entorno educativo. Para este apartado será importante revisar las fuentes primarias, entendiéndose por información primaria la incluida en documentos originales que aportan datos veraces y contrastados; tales como libros, ponencias, artículos de revistas, trabajos fin de máster, tesis doctorales, etc. En caso de que se trate de una propuesta innovadora se deberá prestar especial atención a que se cumplan los objetivos marcados para este trabajo y será necesaria una revisión completa de los currículos y en la legislación vigente, ya que de no ser así perdería toda su validez.

Una vez que se tiene definido el tema y se ha comprobado que sea una propuesta no tratada en trabajos de esta índole hasta el momento se deberá contextualizar la buena práctica en el entorno empresarial y académico, entendiéndose, por este último, el grupo al que va a ir destinada, para, así, marcar unas líneas de actuación detalladas y establecer tareas, trabajos y ejemplos enfocados a un sector industrial en concreto.

Enmarcado el tema que ocupa el TFM, tanto legislativa como laboralmente, se procederá a la introducción y desarrollo de todas las unidades de trabajo. Se trata del grueso más importante del TFM y debe cumplir con unos objetivos, una justificación curricular y una adaptación a lo que demanda la Ingeniería de Fabricación. Es en este apartado donde no se puede dejar nada a la improvisación ya que del grado de detalle de todas las actuaciones depende en gran parte el éxito del trabajo.

Tras desarrollar la propuesta será el momento de realizar un análisis de los resultados obtenidos y comparar con los resultados que se esperan. En este caso, se trata de una propuesta que todavía no ha tenido margen de puesta en práctica, por lo que se realizará una evaluación de los índices de logro.

Para concluir, y no menos importante, se debe ser crítico con las conclusiones que se extraen de todo el proceso. Una reflexión profunda y una correcta correlación entre las experiencias vividas y lo esperado pueden ser el punto de inflexión entre un diseño de material con margen de mejora y un conjunto de actividades abocadas a mantenerse igual.

## 1.4. Antecedentes

Como aspecto importante, y ya mencionado en el punto anterior, está la búsqueda de trabajos relacionados con el tema que se va a desarrollar. Con esto, lo que se pretende es escapar del plagio y la poca originalidad y poder ofrecer un material novedoso y útil para su puesta en práctica en el entorno escolar.

Existen numerosas alusiones en revistas o artículos web sobre la falta de idoneidad de los actuales currículos educativos y el entorno laboral. Pudiéndose mencionar:

- a) Formación profesional. Problemas de una articulación entre economía y currículo (Díaz, 1990). Se trata de un artículo en el que se menciona el problema existente entre el sistema educativo y el sistema económico. En él se hace un recorrido a lo largo de la historia de la educación y su relación con el sistema productivo, se menciona que la educación va cambiando hacia donde lo necesita la industria, pero sin establecerse las herramientas para que este cambio sea viable, y se atribuye los mayores inconvenientes de estos problemas a la educación universitaria. Se puede apreciar que, si bien se trata someramente el tema de estudio en el TFM, no se profundiza en las necesidades que el sector económico demanda a los currículos ni qué medidas podrían proponerse para subsanar los problemas.
- b) Análisis curricular de la Formación Profesional (FP) (Solar *et al.*, 2000). Donde los autores llevan a examen el sistema educativo de FP en cuanto a las nuevas tecnologías

utilizadas, los mercados en los que se enfoca y las formas de trabajo que se realizan. Además, hace una distinción interesante entre formación generalista, donde se necesita un capital humano dotado de una amplia variedad de destrezas sin profundizar en ninguna de ellas, y una formación profesional especialista, enfocada a áreas técnicas y profesionales que exigen conocimientos muy específicos y el aprendizaje autodidacta o la improvisación no son aceptables.

Aun así, se trata de un trabajo que está eminentemente enfocado, de nuevo, a la formación superior y donde únicamente se establecen medidas genéricas tales como: fomentar la creatividad, trabajar por proyectos o establecer contenidos más prácticos.

- c) Utilización de nuevas tecnologías Soft para satisfacer futuras demandas del desempeño profesional (Pérez, 2000). Que ofrece un análisis sobre las metodologías que se puede emplear en la educación para adaptarse a las nuevas demandas laborales, apoyándose en la aplicación y uso de las nuevas tecnologías. Se centra en corrientes educativas como la neurolingüística, el aprendizaje organizacional o la Calidad Total en la educación y deja de lado el enfoque más práctico y la oferta de soluciones tangibles y concretas. En definitiva, es un trabajo entendido más como un análisis puramente teórico de cómo debe ser el modelo de educación motivador, inclusivo y colaborativo.

Para hacer un análisis de otro tipo de publicaciones con un trasfondo más aplicado es necesario llevar a cabo una búsqueda en repositorios digitales universitarios. Al igual que en el caso anterior, se pueden destacar:

- a) Propuesta metodológica y aplicaciones en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior para la enseñanza de materias tecnológicas basada en Normas y aplicada a los estudios de Grado en Ingenierías de la rama Industrial (García, 2011). Se fundamenta en una propuesta metodológica basada en la utilización de una terminología, unificada mediante normativa, en la rama industrial que pretende mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos aspectos técnicos a través de la homogeneización de los contenidos conceptuales en todos los Grados de Ingenierías.  
Se trata, probablemente, del trabajo encontrado más afín a la temática de este TFM ya que hace una elaboración de contenido adecuado para el alumnado, el desarrollo de una base de datos y la puesta en práctica. Pero es una tesis enfocada, únicamente, a la Ingeniería Electrónica, y poca relación tiene con el sector de la Ingeniería de Fabricación.
- b) "Bridge the Gap: photovoltaic" an educational proposal (Enríquez, 2017). Es una propuesta en la que se desarrolla material para la enseñanza de sistemas fotovoltaicos dentro del proyecto europeo ECoVEM. En su exposición plantea diferentes alternativas para la explicación de los contenidos, algo similar a lo que se pretende realizar en el presente trabajo, pero no termina de llevar la misma corriente de trabajo al estar fuera de cualquier regulación curricular. No se trata de un análisis, crítica y adaptación de material didáctico, sino que se crea el contenido libremente.
- c) Antecedentes, análisis y prospectiva de la enseñanza universitaria española en Fabricación Aditiva (Puerto, 2018). La Fabricación Aditiva está en pleno desarrollo y es

necesario conocer no sólo cómo será la Fabricación Aditiva en el futuro, sino también cuál es la formación que reciben los estudiantes de ingeniería en la materia de fabricación.

La tesis demuestra que la formación en este grupo de tecnologías se está impartiendo pese a que prácticamente no hay cambios oficiales en los planes de estudio, y que el profesorado de fabricación considera importante la formación en tecnologías de AM, porque además aporta competencias adicionales a las propias de fabricación. En ella, además, se deduce la conveniencia de una revisión de los Planes de Estudio del Grado en Ingeniería Mecánica que incluya la formación en temas de AM.

Ofrece una idea interesante para el comienzo del TFM, pero no llega a adaptarse a la estructura buscada, puesto que se centra únicamente en el recorrido de la AM en las Ingenierías Mecánicas de diferentes universidades.

Se puede concluir que, el encontrarse una información tan escasa al respecto o que no tiene una relación estrecha con el tema del TFM, más allá de estar enfocado al propio sistema educativo, existen unas garantías de originalidad necesarias para un trabajo de esta índole.



## 2. Análisis del estado del arte en la industria

Una vez introducido el tema que ocupará el TFM se tiene que analizar cuáles son las debilidades y fortalezas que tiene la educación actual sobre las futuras necesidades en el sector de la Ingeniería de Fabricación. Un correcto análisis de este apartado facilitará en gran medida la dirección que tomará el análisis de los currículos de cada una de las etapas educativas, por lo que se ha de emplear todo el tiempo y recursos necesarios para desarrollar al máximo este apartado.

Este trabajo de investigación se ha comenzado con una búsqueda bibliográfica de artículos, opiniones, noticias, entradas en blogs, etc. sobre el horizonte hacia el que avanza la fabricación industrial. La finalidad de realizar primeramente este trabajo de revisión es la de poder estrechar el campo de actuación de la segunda parte del análisis del estado del arte.

Con la información ya ordenada y acotada se comenzará con la elaboración de un cuestionario que pretende reunir información de una muestra poblacional de diferentes campos y sectores relacionados con el mundo industrial.

### 2.1. La fabricación a través del repositorio

Para comenzar con este apartado se va a utilizar el repositorio digital de la Biblioteca UNED, que cuenta con trabajos, artículos, bases de datos, actas de congresos, tesis, libros, etc. Con la búsqueda de información en una fuente verificada se intentan analizar las tendencias actuales sobre las que se está investigando. Para ello, se deberá cribar la información, ya que de lo contrario se puede caer en el abismo de información de uno de los repositorios más extensos de España.

Puesto que se intentan recopilar las líneas de investigación más recientes en las sucesivas búsquedas se va a acotar el rango de publicaciones entre 2020 y la actualidad. Para establecer un punto de partida del que ir relacionando conceptos se utilizarán palabras clave como #manufacture, #manufacturingengineering, #advancedmanufacture, #machining, #advancedmachining, #productivesystem, #manufacturingtechnologies, #machiningprocess, #materialsengineering, #specialmachining, #cuttingmachining.

La labor de recopilación de los términos más utilizados en los artículos en base a los criterios de búsqueda planteados se ha plasmado en la tabla 1. Esto no quiere decir que sean los únicos y es posible que haya alguno que no aparece en el listado y tiene una gran relevancia en la actualidad, pero atendiendo a la búsqueda realizada el orden de mayor a menor número de menciones es:

Tabla 1. Ranking de documentos elaborados en base a palabras clave sobre la Ingeniería de Fabricación.

Término	N.º de resultados encontrados
Industry 4.0	3.710.929
Artificial intelligence	941.136
Composite Manufacture	813.333
Advanced manufacture control	766.832



Polymers	732.167
CAD/CAM	568.617
Industrial Automation	458.798
Prototype	309.327
Additive manufacturing	178.737
Computer Numerical Control	177.054
Lean manufacturing	170.585
Milling machines	37.871

---

Viendo los términos que en la tabla aparecen se puede deducir que las investigaciones y trabajos bibliográficos tienen las nuevas corrientes de fabricación como eje central de sus estudios. Que todos sean muy citados no quiere decir que se vayan a trabajar en su totalidad, ya que para eso habrá que analizar los currículos y ver cuáles aparecen y/o sobre cuáles se quiere profundizar posteriormente.

Evitando hacer un análisis farragoso de los documentos en los que aparecen los términos se ofrece una lectura más liviana a través de pequeñas píldoras de información.

Los robots toman las fábricas mientras se agrava la escasez de mano de obra humana: Nissan prevé implantar en todo el mundo sus plantas automatizadas (Francisco, 2021).

El ingeniero 4.0 debe poseer unas características básicas: conocimientos especializados básicos en una disciplina de ingeniería, habilidades metodológicas, especialmente el pensamiento sistémico y relacionado con los procesos, conocimientos interdisciplinarios tales como ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica y ciencia de datos, conocimiento de condiciones, requisitos y perspectivas en otras áreas y habilidades interdisciplinarias (Lleón, 2019).

La fabricación aditiva ha venido para quedarse, pero no eliminará las tecnologías tradicionales, simplemente será una tecnología más. El futuro será híbrido, capaz de combinar lo mejor de cada tecnología para obtener productos personalizados, en menos tiempo, y mejores. Hay que implantar la tecnología en las escuelas. Los nativos digitales, han de tenerlas integradas como algo normal, sin ese halo de ciencia ficción (Sánchez, 2021).

La automatización a través de robots está expandiéndose a nuevas industrias, que encuentran en estas máquinas una excelente forma de optimizar sus operaciones, personalizar productos y facilitar su entrega. También se cree que la escasez de mano de obra llevará a muchas empresas a reconsiderar la automatización (Tendencias en robótica industrial para 2022, 2022)



Figura 1. Instalaciones anuales de robots industriales, en miles de unidades, entre 2015-2020 y previsión entre 2021-2024 (Fuente: IFR, 2020).

La industria, hoy en día, realiza procesos cada vez más complejos y en estos procesos la tecnología está cada vez más presente. Para el diseño de nuestros productos y la fabricación de piezas es necesaria la automatización industrial. Para que la automatización industrial tenga sentido es necesario que haya ciertos programas o software que facilite la labor del diseño de nuevos modelos y prototipos. Uno de los programas de software más empleados en la industria es el CAD/CAM (La importancia del software en la industria. Sistemas CAD/CAM, 2022)

## 2.2. El futuro profesional, a examen

Con toda la información recabada en el punto anterior ya se tienen unos bloques generales sobre los que preguntar al grupo. Para conocer sus opiniones sobre el grado de adquisición que tiene o debería de tener el alumnado respecto a estos temas se ha preparado una encuesta breve que será enviada por correo electrónico para su respuesta.

Serán encuestadas personas con estrecha relación con la fabricación a nivel profesional y también docentes que se encargan de impartir contenidos relacionados con la misma. Además, se intenta recabar información de diferentes zonas geográficas, no siendo posible recabar información de todas las Comunidades Autónomas (CCAA) por falta de conexiones. Esta doble vertiente de información busca, como fin último, tener una información lo más heterogénea posible del rendimiento que tiene el alumnado actualmente y el que se espera de ellos en un futuro.

Explicado el procedimiento de selección y recopiladas las respuestas lo que resta para dar por concluido este capítulo es analizar las impresiones.

De las personas encuestadas, la mayoría son del sector educativo, por lo que sus respuestas pueden servir para establecer un punto de partida de cómo está la educación actualmente.

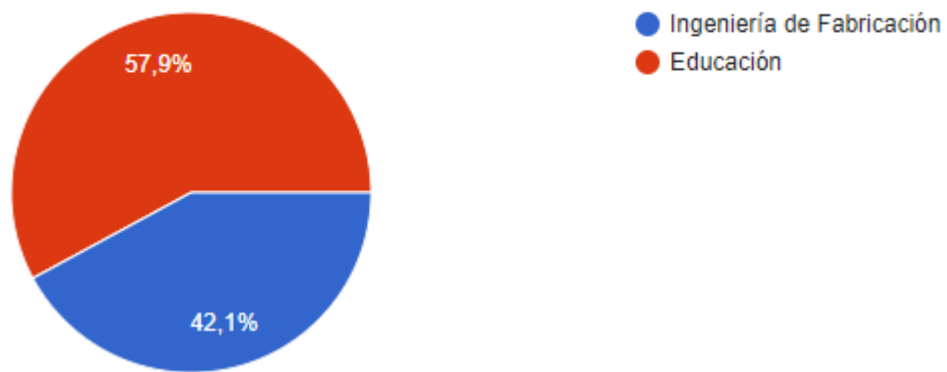


Figura 2. Porcentaje de participación en la encuesta dividido por sectores.

**Respuestas del sector industrial:**

1. ¿Considera que es necesario diversificar esfuerzos para que los profesionales se formen en las nuevas técnicas de fabricación, en detrimento de la formación en las técnicas clásicas?

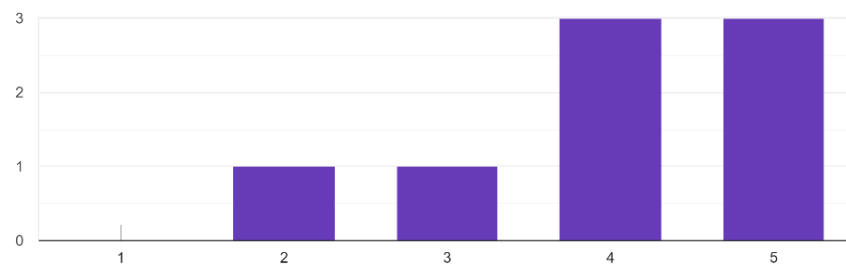


Figura 3. Respuestas a la pregunta 1 del modelo industrial.

La primera de las preguntas tiene un balance bastante claro hacia la modernización de procesos.

2. ¿Cree que a día de hoy las empresas españolas disponen medios suficientes para implementar la industria 4.0?

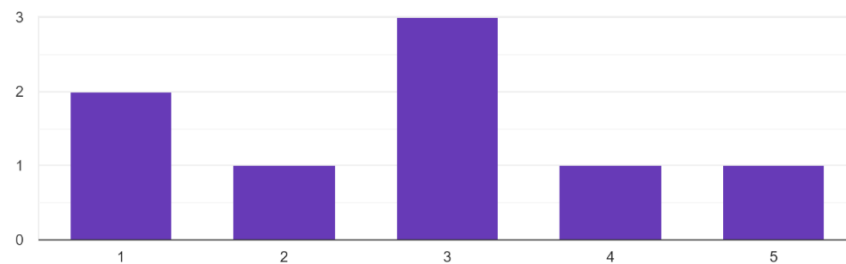


Figura 4. Respuestas a la pregunta 2 del modelo industrial.

En la segunda pregunta se ve una disparidad. La mayor parte de los encuestados cree que las instalaciones tienen un nivel aceptable, pero hay otra parte importante que cree que son inadecuadas. Esta es simplemente una pregunta para conocer cómo perciben los trabajadores la situación industrial, ya que en el TFM poco se puede hacer ante este problema.

3. ¿Cree que el balance de contenidos teórico-prácticos con los que llegan los trabajadores a la empresa es equilibrado?

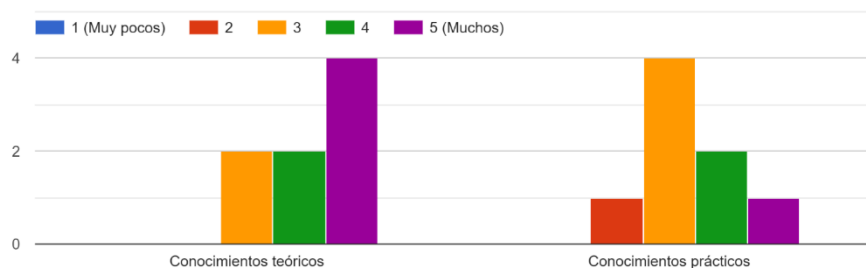


Figura 5. Respuestas a la pregunta 3 del modelo industrial.

En cuanto a la cantidad de contenidos teóricos frente a la parte práctica con la que el alumnado llega a las empresas se ve que claramente se tiene una idea de que tienen mucha base conceptual, pero no lo saben llevar a la práctica de la misma manera.

4. ¿Considera que las nuevas incorporaciones al mercado laboral tienen una visión global de todas las funciones que pueden realizar?

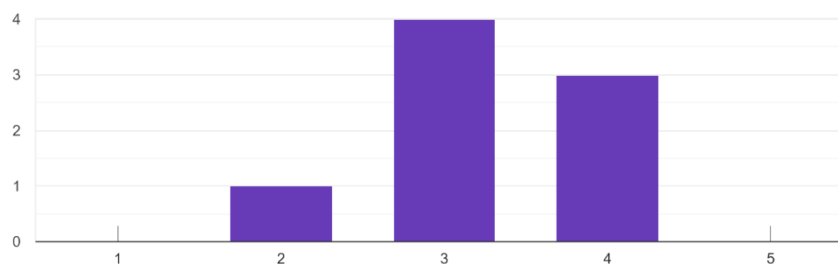


Figura 6. Respuestas a la pregunta 4 del modelo industrial.

A la cuarta pregunta ha tenido un resultado bastante más neutro de lo esperado. Según el porcentaje de respuestas se concibe que los nuevos trabajadores no conocen perfectamente todas sus salidas laborales, pero tampoco se limitan a ser operarios de línea.

En el caso de las respuestas a la última pregunta se ha decidido hacer un análisis de las respuestas de manera conjunta, por lo que los resultados y conclusiones aparecen más adelante.

**Respuestas del sector educativo:**

1. ¿Considera que los alumnos tienen una visión transversal de las asignaturas que se imparten?

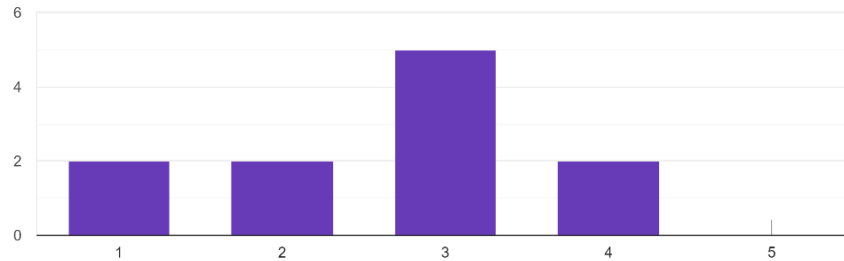


Figura 7. Respuestas a la pregunta 1 del modelo educativo.

Esta pregunta fue elaborada para conocer si existía una discordancia entre la percepción global que tienen las empresas sobre los perfiles de los estudiantes con la imagen que tienen los profesores. Curiosamente ocurre algo parecido en ambas encuestas, concentrándose la mayor parte de las respuestas en el punto medio. En cambio, sí que, en este caso, se aprecia contestaciones muy negativas, algo que en la otra encuesta no ocurría.

2. ¿Cuál o cuáles de las siguientes funciones naturales del alumando en la rama tecnológica representan mayor dificultad?

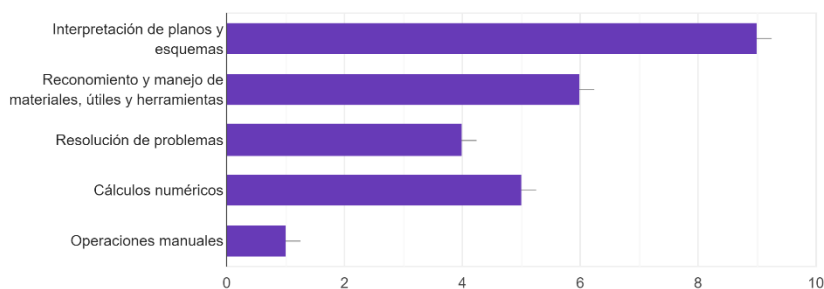


Figura 8. Respuestas a la pregunta 2 del modelo educativo.

En el desarrollo del cuestionario esta era una de las preguntas a la que mayor importancia se le había dado ya que muestra las carencias que tiene el alumando y sirve de partida para focalizarse en las propuestas didácticas en unas u otras competencias. Lógicamente, la respuesta que mejor puntuación ha tenido es la realización de operaciones manuales, al ser algo mecánico. En cambio, la interpretación de documentación de proyectos es la que, a priori, mayor complejidad presenta.

3. ¿Considera que el currículo y las instalaciones de los centros están actualizados y adaptados a las necesidades actuales?

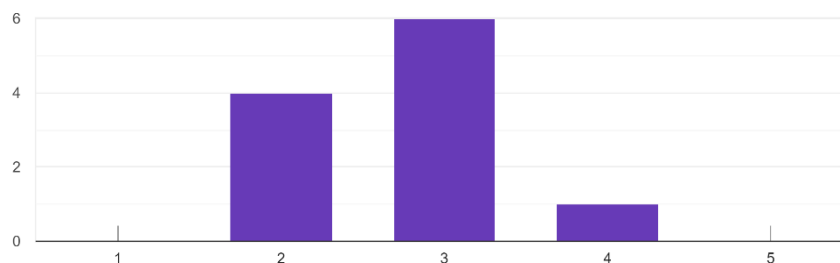


Figura 9. Respuestas a la pregunta 3 del modelo educativo.

Al igual que ocurría con la adaptación de las empresas a la industria 4.0, las respuestas a esta pregunta servirán únicamente para tener una idea sobre las condiciones tecnológicas con las que se encuentran los centros escolares. Resultaría muy fácil desarrollar todo tipo de actividades si se contase con infinidad de medios y, por el contrario, los recursos más limitados obligan a plantear actividades igual de retadoras, pero más definidas.

4. ¿Cree que la cantidad de contenidos teóricos y prácticos planteados en el currículo está balanceado?

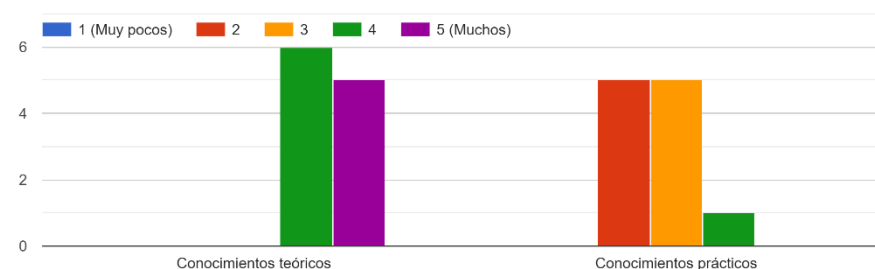


Figura 10. Respuestas a la pregunta 4 del modelo educativo.

La penúltima de las preguntas tiene unos resultados bastante similares a los obtenidos en la otra encuesta. Se sigue teniendo la percepción de que hay una desigualdad entre la carga teórica frente a la práctica. El trabajar sobre proyectos o planteando ya casos resueltos puede ayudar a revertir esta situación. Si la teoría se imparte trabajándola junto con ejercicios se crea una dinámica más práctica.

5. ¿Es partidario de la Formación Dual como herramienta de una mejor profesionalización?

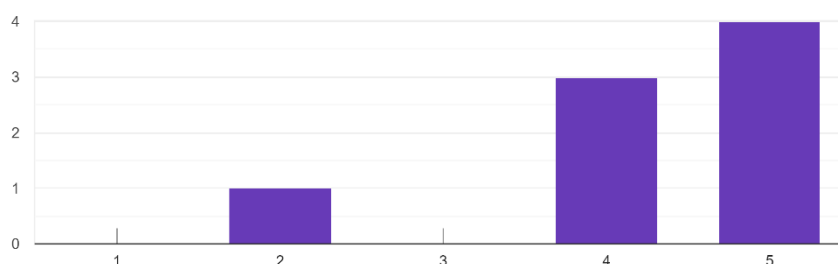


Figura 11. Respuestas a la pregunta 5 del modelo industrial.

5. ¿Es partidario de la Formación Dual como herramienta de una mejor profesionalización?

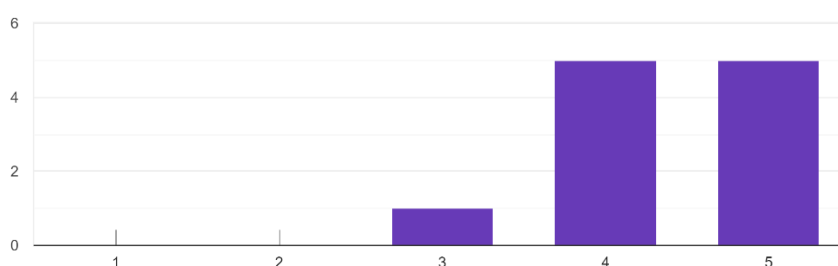


Figura 12. Respuestas a la pregunta 5 del modelo educativo.

Para hacer un mejor análisis de esta pregunta primero hay que hacer una introducción de lo que es la Formación Profesional Dual (FP Dual). Mientras que la Formación Profesional tradicional se imparte casi en su totalidad en los centros educativos (sólo se realizan entre 340 y 360 horas de prácticas en las empresas) la FP Dual es un modelo híbrido que combina la asistencia a los centros y a las empresas a lo largo de la semana, sumando, como mínimo, un total de entre 530 y 800 horas. Otra de las características de este modelo de formación es que la evaluación no depende solo del centro educativo, tal y como ocurre en la formación profesional tradicional, sino que el alumno será evaluado por el centro formativo y por la empresa donde está trabajando. La evaluación de conocimientos teóricos la realizará del centro, mediante una calificación numérica en función de los criterios de evaluación, y la valoración de las prácticas será realizada por el personal de la empresa donde hayan tenido lugar las mismas y recoge aspectos sobre cómo se ha realizado una determinada actividad formativa en términos de Deficiente, Aceptable, Regular, Bien y Óptimo (LO 3/2022).

Teniendo esto en cuenta se puede entender la buena predisposición tanto de las empresas como del profesorado al uso de la FP Dual. Se ha visto con anterioridad que el sector industrial comprende innumerables avances en procesos, técnicas o tecnologías que muchas veces escapan a la capacidad de adaptación de los centros educativos ya que la inversión en Educación es limitada y los centros educativos no pueden hacer grandes desembolsos debido a que no tienen un retorno económico de la inversión. Es en estos casos donde cobran un papel muy importante las instalaciones de las empresas. Resultando beneficioso para el alumno en su

formación con herramientas y proyectos reales y para la empresa por tener la oportunidad de preparar al alumno según sus dinámicas de trabajo.

Como conclusión al éxito de este modelo de formación se exponen datos sobre sus buenos resultados de la aplicación de la FP Dual.

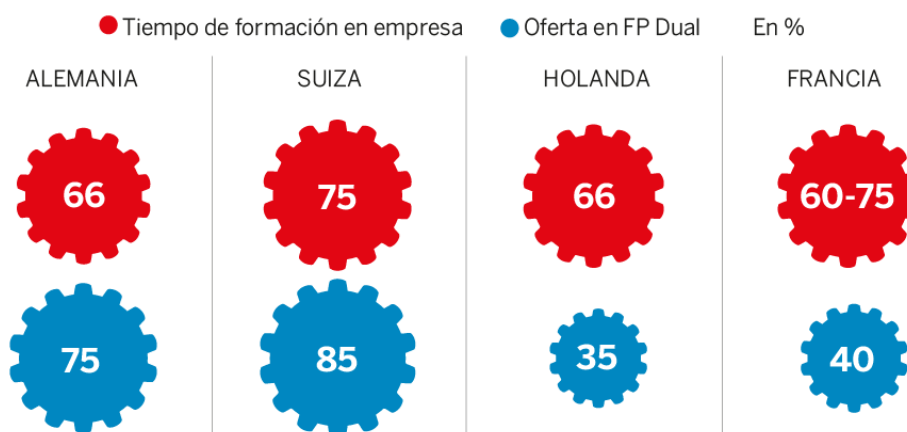


Figura 13. Comparativa del tiempo de formación y porcentaje de oferta en FP Dual frente a la FP tradicional (Fuente: El País, 2019).

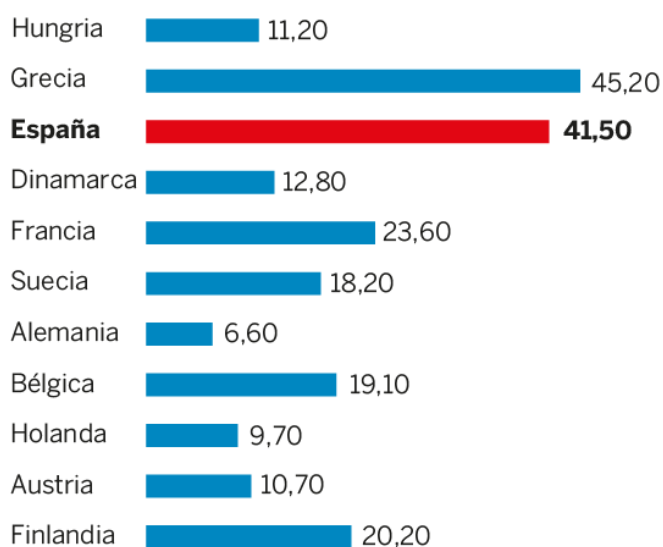


Figura 14. Tasa de desempleo juvenil en porcentaje (Fuente: EL País, 2019).





### 3. Análisis del marco legislativo en relación con la Ingeniería de Fabricación

---

Una vez realizado el sondeo de las mayores problemáticas existentes en relación con la fabricación mecánica, y previo al diseño de las actividades pertinentes, es necesario establecer el marco legislativo por el que se rige la educación. Se intenta, así, analizar cuáles son los posibles puntos de mejora o la relación existente entre diferentes niveles educativos que haga posible que el proceso de aprendizaje del alumnado sea lo más continuo posible, es decir, no se trata de que el aprendizaje sea algo puntual, sino que forme parte de un proceso a lo largo de todas las etapas. Para lograr esto se deberá atender a unos objetivos, contenidos y unos estándares de aprendizaje.

En el primer nivel de concreción, y como algo inherente a todas las etapas educativas y actividades que posteriormente se planteen, la Unión Europea insiste en el desarrollo de las competencias clave como un requisito indispensable para el desarrollo personal, social y profesional de cada individuo. En consecuencia, la Orden ECD/65/2015 establece la relación entre las competencias y los elementos anteriormente citados y, por tanto, cobra una gran importancia que las actividades que se planteen atiendan a cada una de esas competencias clave en la medida de lo posible.

En segundo lugar, y no menos importante, resulta interesante destacar la inclusión en el Real Decreto 217/2022 y el Real Decreto 243/2022 de una serie de principios pedagógicos. Esto contribuirá a un diseño de la propuesta influenciado por los principios que se detallan en el artículo 6 de cada RD:

- a) Se prestará una atención especial a la adquisición y el desarrollo de las competencias establecidas en el perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza y se fomentará la correcta expresión oral y escrita y el uso de las matemáticas.
- b) Para fomentar la integración de las competencias trabajadas, se dedicará un tiempo del horario lectivo a la realización de proyectos significativos y relevantes y a la resolución colaborativa de problemas, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad.
- c) La metodología didáctica será fundamentalmente activa y participativa, favoreciendo el trabajo individual y cooperativo del alumnado, así como el logro de los objetivos y competencias correspondientes.
- d) Asimismo, arbitrarán métodos que tengan en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado, favorezcan la capacidad de aprender por sí mismos y promuevan el trabajo en equipo.
- e) La integración y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula se promoverá como recurso metodológico eficaz para llevar a cabo las tareas de enseñanza y aprendizaje.

### 3.1. Currículo de la ESO

Tanto el RD 1105/2014 como las CCAA establecen el currículo de Educación Secundaria, uno a nivel nacional y otro con carácter autonómico. Se hará alusión, en la medida de lo posible, al RD 1105/2014 para dotar a la propuesta de un carácter más globalizador ya que a pesar de tener un mismo punto de partida la estructura y organización de los Decretos curriculares es diferente en cada Comunidad Autónoma.

En este caso, el Real Decreto establece los siguientes contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje:

Tabla 2. Contenidos y criterios de evaluación de la asignatura de Tecnología en el 1º ciclo de ESO.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Bloque 1: Proceso de resolución de problemas</b>	
1. Ciclo de vida de un producto y proceso de mejora. 2. Distribución y promoción de productos. 3. Las fases del proceso de resolución de problemas tecnológicos. 4. Documentación técnica del proceso de resolución de problemas. 5. Utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación como instrumento para la elaboración, publicación y difusión del proyecto técnico o de contenidos de la materia. 6. Diseño, planificación y construcción de prototipos o maquetas utilizando adecuadamente materiales, herramientas y técnicas.	a) Identificar las etapas necesarias para la creación de un producto tecnológico desde su origen hasta su comercialización describiendo cada una de ellas, investigando su influencia en la sociedad y proponiendo mejoras tanto desde el punto de vista de su utilidad como de su posible impacto social. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diseña un prototipo que da solución a un problema técnico, mediante el proceso de resolución de problemas tecnológicos.</li> </ul> b) Realizar las operaciones técnicas previstas en un plan de trabajo utilizando los recursos materiales y organizativos con criterios de economía, seguridad y respeto al medio ambiente y valorando las condiciones del entorno de trabajo. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elabora la documentación necesaria para la planificación y construcción del prototipo.</li> </ul>
<b>Bloque 2: Expresión y comunicación técnica</b>	
1. Escalas y sus tipos. 2. Dibujo técnico: alzado, planta y perfil. 3. Diseño gráfico en 2D. 4. Planos acotados.	a) Representa mediante vistas y perspectivas objetos y sistemas técnicos, mediante croquis y empleando criterios normalizados de acotación y escala. b) Interpreta croquis y bocetos como elementos de información de productos tecnológicos. c) Explicar mediante documentación técnica las distintas fases de un producto desde su diseño hasta su comercialización.

Bloque 3: Materiales de uso técnico	
<p>1. Materiales metálicos, plásticos y cerámicos y pétreos: propiedades, aplicaciones, herramientas y operaciones básicas de conformación y unión.</p> <p>2. Madera: clasificación general y propiedades.</p> <p>3. Materiales de construcción: clasificación y ejemplos característicos.</p> <p>4. Manejo correcto de herramientas y máquinas.</p>	<p>a) Analizar las propiedades de los materiales utilizados en la construcción de objetos tecnológicos reconociendo su estructura interna y relacionándola con las propiedades que presentan y las modificaciones que se puedan producir.</p> <p>b) Manipular y mecanizar materiales convencionales asociando la documentación técnica al proceso de producción de un objeto, respetando sus características y empleando técnicas y herramientas adecuadas con especial atención a las normas de seguridad y salud.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identifica y manipula las herramientas del taller en operaciones básicas de conformado de los materiales de uso técnico.</li> <li>○ Elabora un plan de trabajo en el taller con especial atención a las normas de seguridad y salud.</li> </ul>
Bloque 4: Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas	
<p>1. Mecanismos y máquinas: poleas y polipastos, leyes de los mecanismos de transmisión, mecanismos de transformación de movimientos y máquinas térmicas: combustión interna y externa.</p> <p>2. La corriente eléctrica. Magnitudes básicas.</p> <p>3. Efectos, transformaciones y aplicaciones de la corriente eléctrica.</p> <p>4. Circuito eléctrico: Elementos, funcionamiento y simbología.</p> <p>5. Representación esquemática de circuitos eléctricos básicos.</p> <p>6. Utilización de simuladores para comprobar el funcionamiento de diferentes circuitos eléctricos.</p> <p>7. Realización de montajes de circuitos eléctricos.</p> <p>8. Utilización del polímetro para la medida de las magnitudes eléctricas básicas.</p> <p>9. Normas de seguridad en el manejo de circuitos eléctricos.</p>	<p>a) Analizar y describir los esfuerzos a los que están sometidas las estructuras experimentando en prototipos.</p> <p>b) Observar y manejar operadores mecánicos responsables de transformar y transmitir movimientos, en máquinas y sistemas, integrados en una estructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Calcula la relación de transmisión de distintos elementos mecánicos como las poleas y los engranajes.</li> <li>○ Explica la función de los elementos que configuran una máquina o sistema desde el punto de vista estructural y mecánico.</li> <li>○ Simula mediante software específico y mediante simbología normalizada circuitos mecánicos.</li> </ul> <p>c) Relacionar los efectos de la energía eléctrica y su capacidad de conversión en otras manifestaciones energéticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Explica los principales efectos de la corriente eléctrica y su conversión.</li> </ul>

<p>10. Desarrollo sostenible y uso racional de la energía eléctrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utiliza las magnitudes eléctricas básicas.</li> <li>○ Diseña utilizando software específico y simbología adecuada circuitos eléctricos básicos y experimenta con los elementos que lo configuran.</li> <li>d) Experimentar con instrumentos de medida y obtener las magnitudes eléctricas básicas.</li> <li>e) Diseñar y simular circuitos con simbología adecuada y montar circuitos con operadores elementales.</li> </ul>
<p><b>Bloque 5: Tecnologías de la Información y la Comunicación</b></p>	
<p>1. Ordenador y sus periféricos: distinción entre hardware y software. Tipos de periféricos y sus conexiones. 2. Instalación y desinstalación de software básico. 3. La hoja de cálculo y su utilización como herramienta para la resolución de problemas y para la representación de gráficas. 4. Utilización de redes locales, espacios web, plataformas y otros sistemas de intercambio de información. Acceso a recursos compartidos en redes locales y puesta a disposición de los mismos. 5. Riesgos derivados del uso de sistemas de intercambio de información 6. Normas de seguridad para la manipulación del ordenador y de sus componentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Distinguir las partes operativas de un equipo informático.</li> <li>b) Utilizar de forma segura sistemas de intercambio de información.</li> <li>c) Utilizar un equipo informático para elaborar y comunicar proyectos técnicos.</li> <li>d) Elabora proyectos técnicos con equipos informáticos, y es capaz de presentarlos y difundirlos.</li> </ul>

Como se ha podido ver en el capítulo anterior, uno de los mayores problemas que existe para la empresa o para las etapas educativas siguientes es la comprensión de la documentación técnica, los materiales empleados en la fabricación mecánica y la instrumentación más habitual en el taller.

Si se analizan las tablas 2 se puede concluir:

Sin seguir un orden numeral, se comienza por el bloque 3 al ser el que va a articular las actuaciones que se van a llevar a cabo en la actividad para esta etapa. Ya que al finalizar la Educación Secundaria Obligatoria el alumnado tiene la posibilidad de acceder a la Formación Profesional de Grado Medio (FP GM) se demanda desde ésta una soltura con la instrumentación típica del taller. Esta importancia en los instrumentos de medida nace de la necesidad de verificación de las tareas en las operaciones de mecanizado. Si analizamos la información incluida en la Orden ESD/3390/2008 (currículo de FP GM en Mecanizado) o en la Orden EDU/1561/2011 (currículo de FP GM en Conformado por Moldeo de Metales y Polímeros) se puede ver, tal y como

se expone en la tabla 3, que no se encuentran unos contenidos y criterios de evaluación extensos referentes a los instrumentos de medición hasta el segundo curso.

Tabla 3. Selección de contenidos y criterios de evaluación de la asignatura de Metrología y Ensayos, del GM en Mecanizado.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Bloque 1: Preparación de piezas y medios para la verificación</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparación de piezas para su medición, verificación o ensayo.</li> <li>2. Condiciones para realizar las mediciones y ensayos.</li> <li>3. Calibración.</li> <li>4. Rigor en la preparación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Se han descrito las condiciones de temperatura, humedad y limpieza que deben cumplir las piezas a medir y los equipos de medición para proceder a su control.</li> <li>b) Se ha comprobado que la temperatura, humedad y limpieza de los equipos, instalaciones y piezas cumplen con los requerimientos establecidos en el procedimiento de verificación.</li> <li>c) Se ha comprobado que el instrumento de medida está calibrado.</li> <li>d) Se han descrito las características constructivas y los principios de funcionamiento de los equipos.</li> <li>e) Se ha valorado la necesidad de un trabajo ordenado y metódico en la preparación de los equipos.</li> <li>f) Se han realizado las operaciones de limpieza y mantenimiento necesarias para su correcto funcionamiento.</li> </ol>
<b>Bloque 2: Verificación dimensional</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medición dimensional, geométrica y superficial.</li> <li>2. Metrología.</li> <li>3. Instrumentación metrológica.</li> <li>4. Errores típicos en la medición.</li> <li>5. Registro de medidas.</li> <li>6. Fichas de toma de datos.</li> <li>7. Rigor en la obtención de valores.</li> <li>8. Medición trigonométrica.</li> <li>9. Medición de piezas de fabricación mecánica.</li> <li>10. Ajustes y tolerancias.</li> <li>11. Medición geométrica.</li> <li>12. Medición de calidad superficial.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Se han identificado los instrumentos de medida, indicando la magnitud que controlan, su campo de aplicación y precisión.</li> <li>b) Se ha seleccionado el instrumento de medición o verificación en función de la comprobación que se quiere realizar.</li> <li>c) Se han descrito las técnicas de medición utilizadas en mediciones dimensionales, geométricas y superficiales.</li> <li>d) Se han descrito el funcionamiento de los útiles de medición.</li> <li>e) Se han identificado los tipos de errores que influyen en una medida.</li> <li>f) Se han montado las piezas a verificar según procedimiento establecido.</li> </ol>

	<p>g) Se han aplicado técnicas y procedimientos de medición de parámetros dimensionales geométricos y superficiales.</p> <p>h) Se han registrado las medidas obtenidas en las fichas de toma de datos o en el gráfico de control.</p> <p>i) Se han identificado los valores de referencia y sus tolerancias.</p>
--	--

Si bien es cierto que en algunas asignaturas prácticas de taller se hace alusión dentro de los contenidos a la necesidad del uso de las herramientas de medición no existen criterios que puedan evaluar que su utilización sea correcta o no, por lo que cobra mayor importancia la necesidad de una correcta planificación de este bloque en Tecnología de 3º de la ESO.

Ahora bien, buscando la transversalidad se puede también apoyar el trabajo de este bloque curricular en los bloques 1 y 2. Aunque en la definición de la actividad se va a describir con mayor detalle la decisión de trabajar estos tres bloques de manera conjunta, aquí se puede enunciar que esta idea nace de la necesidad que tiene el entorno laboral de encontrar personal resolutivo.

Llevando a cabo un proyecto en el que el alumnado diseñe los pasos de un prototipo, compruebe la idoneidad de lo creado y lo pueda llevar a plano se intenta conectar conceptos que de otra forma se podrían llegar a entender como independientes.

El cuarto bloque no se considera como el más importante en cuanto a actuaciones puesto que se encuentra en una etapa educativa con una doble vertiente:

- a) El alumnado que continúe sus estudios hacia Bachillerato volverá a trabajarlo en mayor profundidad.
- b) El alumnado que opte por acceder Grado Medio profundizará en los ciclos en los que se vuelvan a repetir los contenidos, pues no en todos están incluidos, como es el caso del Grado Medio en Mecanizado.

Por último, el bloque 5 está más enfocado a lo que podrían ser contenidos de Ingeniería Informática que de Ingeniería de Fabricación.

Adicionalmente, se puede ratificar esta necesidad de elaborar una actividad o proyecto en esta etapa educativa se puede analizar el currículo de 4º de ESO de la tabla 4.

Tabla 4. Contenidos y criterios de evaluación de Tecnología de 4º de ESO.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Bloque 1. Tecnologías de la información y de la comunicación</b>	
<p>1. Elementos y dispositivos de comunicación alámbrica e inalámbrica.</p> <p>2. Tipología de redes.</p> <p>3. Publicación e intercambio de información en medios digitales.</p>	<p>a) Analizar los elementos y sistemas que configuran la comunicación alámbrica e inalámbrica.</p>

<p>4. Conceptos básicos e introducción a los lenguajes de programación.</p> <p>5. Uso de ordenadores y otros sistemas de intercambio de información.</p>	<p>b) Acceder a servicios de intercambio y publicación de información digital con criterios de seguridad y uso responsable.</p> <p>c) Elaborar sencillos programas informáticos.</p> <p>d) Utilizar equipos informáticos.</p>
<p><b>Bloque 2. Instalaciones en viviendas</b></p>	
<p>1. Instalaciones características: Instalación eléctrica, Instalación agua sanitaria, Instalación de saneamiento.</p> <p>2. Otras instalaciones: calefacción, gas, aire acondicionado, domótica.</p> <p>3. Normativa, simbología, análisis y montaje de instalaciones básicas.</p> <p>4. Ahorro energético en una vivienda. Arquitectura bioclimática.</p>	<p>a) Describir los elementos que componen las distintas instalaciones de una vivienda y las normas que regulan su diseño y utilización.</p> <p>b) Realizar diseños sencillos empleando la simbología adecuada.</p> <p>c) Experimentar con el montaje de circuitos básicos y valorar las condiciones que contribuyen al ahorro energético.</p> <p>d) Evaluar la contribución de la arquitectura de la vivienda, sus instalaciones y de los hábitos de consumo al ahorro energético.</p>
<p><b>Bloque 3. Electrónica</b></p>	
<p>1. Electrónica analógica.</p> <p>2. Componentes básicos.</p> <p>3. Simbología y análisis de circuitos elementales.</p> <p>4. Montaje de circuitos sencillos.</p> <p>5. Electrónica digital.</p> <p>6. Aplicación del álgebra de Boole a problemas tecnológicos básicos.</p> <p>7. Puertas lógicas.</p> <p>8. Uso de simuladores para analizar el comportamiento de los circuitos electrónicos.</p>	<p>a) Analizar y describir el funcionamiento y la aplicación de un circuito electrónico y sus componentes elementales.</p> <p>b) Emplear simuladores que faciliten el diseño y permitan la práctica con la simbología normalizada.</p> <p>c) Experimentar con el montaje de circuitos elementales y aplicarlos en el proceso tecnológico.</p> <p>d) Realizar operaciones lógicas empleando el álgebra de Boole en la resolución de problemas tecnológicos sencillos.</p> <p>e) Resolver mediante puertas lógicas problemas tecnológicos sencillos.</p> <p>f) Analizar sistemas automáticos, describir sus componentes.</p> <p>g) Montar circuitos sencillos.</p>
<p><b>Bloque 4. Control y robótica</b></p>	
<p>1. Sistemas automáticos, componentes característicos de dispositivos de control.</p> <p>2. Diseño y construcción de robots.</p> <p>3. Grados de libertad. Características técnicas.</p> <p>4. El ordenador como elemento de programación y control.</p>	<p>a) Analizar sistemas automáticos, describir sus componentes.</p> <p>b) Montar automatismos sencillos.</p> <p>c) Desarrollar un programa para controlar un sistema automático o un robot y su funcionamiento de forma autónoma.</p>



5. Lenguajes básicos de programación. 6. Aplicación de tarjetas controladoras en la experimentación con prototipos diseñados.	
<b>Bloque 5. Neumática e hidráulica</b>	
1. Análisis de sistemas hidráulicos y neumáticos. 2. Componentes. 3. Simbología. 4. Principios físicos de funcionamiento 5. Uso de simuladores en el diseño de circuitos básicos. Aplicación en sistemas industriales.	a) Conocer las principales aplicaciones de las tecnologías hidráulica y neumática. b) Identificar y describir las características y funcionamiento de este tipo de sistemas. c) Conocer y manejar con soltura la simbología necesaria para representar circuitos. d) Experimentar con dispositivos neumáticos y simuladores informáticos.
<b>Bloque 6. Tecnología y sociedad</b>	
1. El desarrollo tecnológico a lo largo de la historia. 2. Análisis de la evolución de objetos técnicos y tecnológicos importancia de la normalización en los productos industriales. 3. Aprovechamiento de materias primas y recursos naturales 4. Adquisición de hábitos que potencien el desarrollo sostenible.	a) Conocer la evolución tecnológica a lo largo de la historia. b) Analizar objetos técnicos y tecnológicos mediante el análisis de objetos. c) Valorar la repercusión de la tecnología en el día a día.

En este caso se puede ver que los dos primeros bloques tienen poco que ver con la Ingeniería de Fabricación. Mientras el primero de ellos está más enfocado hacia tecnologías de la comunicación y un primer acercamiento al lenguaje de programación, el segundo se centra en lo que sería la rama de instalaciones y mantenimiento.

Si que se aprecia que existe un hilo conductor entre los cursos cuando se llega al tercer bloque, que puede entenderse como una continuación de los contenidos en electricidad y electrónica que ya se vieron en el currículo del 1º ciclo.

En el bloque 4 se introduce el conocimiento del lenguaje de programación y la robótica. Como se ha podido ver en el capítulo anterior, se trata de herramientas de enorme ayuda en la ingeniería de manufactura, hasta tal punto que el empuje de la Industria 4.0 está llevando a que las empresas realicen importantes inversiones en automatizar sus procesos. Aunque es un bloque importante en este currículo se ha optado por trabajar este tipo de contenidos en las actividades para Bachillerato, donde se ha preparado una conexión entre asignaturas más atractiva para el alumno que en esta etapa, donde se encuentra menos interconectada con el resto.

El caso del quinto bloque resulta interesante, ya que en las corrientes tecnológicas actuales la automatización está ganando mucha fuerza y se entiende como un conocimiento imprescindible en la mayoría de los estudios relacionados con la industria. En mayor o menor medida el futuro profesional debe tener unas nociones básicas de neumática e hidráulica. Se podría echar en falta, tal vez, unas primeras pinceladas sobre la electroneumática o electrohidráulica que permitiese así establecer una conexión entre el bloque de electrónica con el de neumática e hidráulica.

En líneas generales se puede ver que el currículo de este curso está más enfocado a la rama electrónica, de automatización y al mantenimiento que a la fabricación mecánica.

### 3.2. Currículo de Bachillerato

El RD 1105/2014 comprende el currículo relacionado con la Tecnología dividido en Tecnología Industrial I y II, una para cada uno de los cursos de esta etapa educativa. Al igual que en el punto anterior se debe hacer un análisis somero de que contenidos y criterios están especificados en cada una de las asignaturas para luego decidir en qué curso y bloques se puede hacer una propuesta de actuación.

#### 3.2.1. Tecnología Industrial I

Tabla 5. Contenidos y criterios de evaluación de Tecnología Industrial I.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Bloque 1. Productos tecnológicos: diseño, producción y comercialización.</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bases del diseño de productos.</li> <li>2. Sistemas y mecanismos de producción industrial.</li> <li>3. Proceso de distribución y comercialización de productos finales.</li> <li>4. Etapas del proceso de fabricación de productos tecnológicos.</li> <li>5. Origen y comercialización de materias primas.</li> <li>6. Impacto social y mejoras de la producción industrial.</li> <li>7. Modelos de excelencia.</li> <li>8. sistema de gestión de la calidad.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar las etapas necesarias para la creación de un producto tecnológico desde su origen hasta su comercialización describiendo cada una de ellas, investigando su influencia en la sociedad y proponiendo mejoras tanto desde el punto de vista de su utilidad como de su posible impacto social.</li> <li>b) Diseña una propuesta de un nuevo producto tomando como base una idea dada, explicando el objetivo de cada una de las etapas significativas necesarias para lanzar el producto al mercado.</li> <li>c) Explicar las diferencias y similitudes entre un modelo de excelencia y un sistema de gestión de la calidad identificando los principales actores que intervienen, valorando críticamente la repercusión que su implantación puede tener sobre los productos desarrollados y exponiéndolo de forma oral con el soporte de una presentación.</li> </ol>

<b>Bloque 2. Introducción a la ciencia de los materiales</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propiedades de los materiales que componen los objetos tecnológicos.</li> <li>2. Características de estructura interna de los materiales.</li> <li>3. Relación entre las propiedades y la estructura de materiales.</li> <li>4. Modificaciones para la mejora del rendimiento en la producción industrial.</li> <li>5. Estudio de la relación entre productos tecnológicos actuales y los materiales que los componen.</li> <li>6. Impacto social de la extracción y producción de materias primas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Analizar las propiedades de los materiales utilizados en la construcción de objetos tecnológicos reconociendo su estructura interna y relacionándola con las propiedades que presentan y las modificaciones que se puedan producir.</li> <li>b) Relacionar productos tecnológicos actuales/novedosos con los materiales que posibilitan su producción asociando las características de estos con los productos fabricados, utilizando ejemplos concretos y analizando el impacto social producido en los países productores.</li> </ol>
<b>Bloque 3. Máquinas y sistemas</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudio de unidades constitutivas de sistemas y/o máquinas.</li> <li>2. Relación entre elementos de los sistemas.</li> <li>3. Ejemplos característicos de circuitos eléctrico-electrónicos, neumáticos e hidráulicos característicos.</li> <li>4. Interpretación de esquemas.</li> <li>5. Valoración de resultados.</li> <li>6. Montajes y simulaciones.</li> <li>7. Uso de esquemas de circuitos eléctrico-electrónicos.</li> <li>8. Uso de esquemas de circuitos neumáticos.</li> <li>9. Uso de esquemas de hidráulicos.</li> <li>10. Cálculo y resolución de problemas de circuitos.</li> <li>11. Diseño asistido y cálculo de parámetros principales.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Analizar los bloques constitutivos de sistemas y/o máquinas interpretando su interrelación y describiendo los principales elementos que los componen utilizando el vocabulario relacionado con el tema.</li> <li>b) Verificar el funcionamiento de circuitos eléctrico-electrónicos, neumáticos e hidráulicos característicos, interpretando sus esquemas, utilizando los aparatos y equipos de medida adecuados, interpretando y valorando los resultados obtenidos apoyándose en el montaje o simulación física de los mismos.</li> <li>c) Realizar esquemas de circuitos que dan solución a problemas técnicos mediante circuitos eléctrico-electrónicos, neumáticos o hidráulicos con ayuda de programas de diseño asistido y calcular los parámetros característicos de los mismos.</li> </ol>
<b>Bloque 4. Procedimientos de fabricación</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principales técnicas y procesos de fabricación.</li> <li>2. Impacto medioambiental de la producción industrial.</li> <li>3. Condiciones de seguridad en el uso de máquinas y herramientas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Explica las principales técnicas utilizadas en el proceso de fabricación de un producto dado.</li> <li>b) Conoce el impacto medioambiental que pueden producir las técnicas utilizadas.</li> <li>c) Describe las principales condiciones de seguridad que se deben de aplicar en un</li> </ol>

	determinado entorno de producción tanto desde el punto de vista del espacio como de la seguridad personal.
<b>Bloque 5. Recursos energéticos</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impacto de los recursos energéticos en la sociedad actual.</li> <li>2. Formas de producción de energía.</li> <li>3. Mecanismos de reducción del consumo energético.</li> <li>4. Herramientas de control de consumo.</li> <li>5. Sistemas de optimización.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Analizar la importancia que los recursos energéticos tienen en la sociedad actual describiendo las formas de producción de cada una de ellas, así como sus debilidades y fortalezas en el desarrollo de una sociedad sostenible.</li> <li>b) Realizar propuestas de reducción de consumo energético para viviendas o locales con la ayuda de programas informáticos y la información de consumo de los mismos.</li> </ol>

Como se ha podido ver en el capítulo anterior, la dinámica de las empresas va hacia los procesos cada vez más automatizados. Con la búsqueda de poder satisfacer estas necesidades se va a hacer un análisis del currículo en busca de focos donde más evidente sea la relación con la automatización de procesos.

Con estas consideraciones, analizando la tabla 5 se puede mencionar:

En el primero de los bloques se habla de los términos “sistemas y mecanismos de producción industrial”. Se trata de una mención interesante de resaltar ya que tiene una estrecha relación con la asignatura de Sistemas Productivos Industriales del Máster en Ingeniería Avanzada de Fabricación, pero revisando los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje o bibliografía al respecto se puede ver que se hace una descripción muy escueta de los sistemas. Resultaría interesante hacer una ampliación de estos contenidos en la actividad planteada ya que forman parte esencial de la estructura de cualquier proceso.

El tercero de los bloques es el más afín a la automatización de procesos. En él se puede ver que se centra fundamentalmente en el análisis y verificación y no tanto en la ejecución. Se entiende, por ende, que es un bloque introductorio al sector de la automatización para que pueda seguir desarrollándose en Tecnología Industrial II.

El cuarto de los bloques recuerda a las asignaturas de Ingeniería de Procesos de Mecanizado o Análisis de Procesos de Deformación Plástica de los Materiales. Si se analizan los contenidos que aparecen en el currículo y se desarrollan los capítulos de los libros de referencia para este curso se ve que tratan en apenas 5 páginas la fabricación con pérdida de material y la conformación sin pérdida de material (Edebé, 2009) (Silva, 2008). Aunque el currículo trata someramente el tema no son contenidos muy relacionados con la automatización por lo que no entran en el campo de actuación de la actividad a realizar.

### 3.2.2. Tecnología Industrial II

Al igual que en el punto anterior, se comienza elaborando la tabla 6 con los aspectos más importantes.

Tabla 6. Contenidos y criterios de evaluación de Tecnología Industrial II.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Bloque 1. Materiales</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Características de los materiales y aplicaciones.</li> <li>2. Propiedades intrínsecas y factores técnicos relacionados con la estructura interna.</li> <li>3. Uso de materiales no convencionales.</li> <li>4. Modificación de las propiedades mediante aleaciones y tratamientos.</li> <li>5. Oxidación y corrosión.</li> <li>6. Tratamientos superficiales.</li> <li>7. Procedimientos de ensayo y medida.</li> <li>8. Residuos. Recogida y transporte.</li> <li>9. Incidencia medioambiental.</li> <li>10. Procedimientos de reciclaje.</li> <li>11. Normas de precaución y seguridad en su manejo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar las características de los materiales para una aplicación concreta teniendo en cuenta sus propiedades intrínsecas y los factores técnicos relacionados con su estructura interna, así como la posibilidad de utilizar materiales no convencionales para su desarrollo obteniendo información por medio de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>b) Determinar y cuantificar las propiedades mecánicas de materiales.</li> <li>c) Conocer las técnicas de modificación de las propiedades de materiales.</li> </ol>
<b>Bloque 2. Principios de máquinas</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Máquinas.</li> <li>2. Máquinas térmicas. Termodinámica: Concepto, magnitudes y transformaciones.</li> <li>3. Principios termodinámicos y diagramas aplicados a máquinas térmicas. Ciclo de Carnot. Rendimientos.</li> <li>4. Clasificación de las máquinas o motores térmicos.</li> <li>5. Máquinas de combustión externa e interna. Elementos y aplicaciones.</li> <li>6. Máquinas frigoríficas. Elementos y aplicaciones. Eficiencia</li> <li>7. Circuitos y máquinas de corriente alterna.</li> <li>8. Magnitudes en los circuitos de corriente alterna.</li> <li>9. Elementos lineales: R, L, C. Reactancia. Impedancia. Ángulos de fase relativa. Representación gráfica.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Definir y exponer las condiciones nominales de una maquina o instalación a partir de sus características de uso, presentándolas con el soporte de medios informáticos.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Define las características y función de los elementos de una máquina interpretando planos de máquinas dadas.</li> </ul> </li> <li>b) Dibuja croquis de máquinas utilizando programas de diseño CAD y explicando la función de cada uno de ellos en el conjunto.</li> <li>c) Describir las partes de motores térmicos y eléctricos y analizar sus principios de funcionamiento.</li> <li>d) Exponer en público la composición de una máquina o sistema automático identificando los elementos de mando,</li> </ol>

<p>10. Circuitos en serie, en paralelo y mixto. Cálculo de circuitos. Resonancia en serie y en paralelo.</p> <p>11. Potencia activa, reactiva y aparente. Triángulo de potencias. Factor de potencia. Corrección del factor de potencia.</p> <p>12. Máquinas eléctricas de corriente alterna.</p> <p>13. Neumática y oleohidráulica. Propiedades y magnitudes básicas de fluidos. Principios y leyes.</p> <p>14. Elementos de un circuito neumático: compresores, unidad de mantenimiento, válvulas y actuadores.</p> <p>15. Circuitos neumáticos característicos: simbología, funcionamiento y aplicaciones.</p> <p>16. Elementos de un circuito hidráulico: bombas, válvulas y actuadores.</p> <p>17. Circuitos hidráulicos: simbología, funcionamiento y aplicaciones</p>	<p>control y potencia y explicando la relación entre las partes que los componen.</p> <p>e) Representar gráficamente mediante programas de diseño la composición de una máquina, circuito o sistema tecnológico concreto.</p>
<p><b>Bloque 3. Sistemas automáticos</b></p>	
<p>1. Principios de termodinámica.</p> <p>2. Fluidos: propiedades, conceptos, teoremas, magnitudes.</p> <p>3. Elementos básicos de un circuito neumático.</p> <p>4. Generadores de aire comprimido.</p> <p>5. Sistemas de tratamiento del aire.</p> <p>6. Actuadores.</p> <p>7. Funcionamiento y uso de válvulas.</p> <p>8. Principios básicos y aplicaciones de temporizadores.</p> <p>9. Elementos básicos de un circuito hidráulico.</p> <p>10. Equipos de accionamiento.</p> <p>11. Sistemas de distribución.</p> <p>12. Mecanismos de regulación y control.</p> <p>13. Uso y control de válvulas.</p>	<p>a) Implementar físicamente circuitos eléctricos o neumáticos a partir de planos o esquemas de aplicaciones características.</p> <p>b) Verificar el funcionamiento de sistemas automáticos mediante simuladores reales o virtuales, interpretando esquemas e identificando las señales de entrada/salida en cada bloque del mismo.</p>
<p><b>Bloque 4. Circuitos y sistemas lógicos</b></p>	
<p>1. Diseño mediante puertas lógicas.</p> <p>2. Automatismos de control.</p> <p>3. Aplicación de procedimientos de simplificación de circuitos lógicos</p>	<p>a) Diseñar mediante puertas lógicas, sencillos automatismos de control aplicando procedimientos de simplificación de circuitos lógicos.</p>

<p>4. Funcionamiento de sistemas lógicos secuenciales digitales</p> <p>5. Características y aplicaciones de los bloques constitutivos</p>	<p>b) Analizar el funcionamiento de sistemas lógicos secuenciales digitales describiendo las características y aplicaciones de los bloques constitutivos.</p>
<p><b>Bloque 5. Control y programación de sistemas automáticos</b></p>	
<p>1. Análisis y creación de cronogramas de circuitos secuenciales</p> <p>2. Relaciones entre elementos y visualización gráfica en programas de simulación.</p> <p>3. Diseño de circuitos secuenciales sencillos.</p> <p>4. Análisis de las características de los elementos del sistema y su respuesta en el tiempo</p> <p>5. Tipos y características de microprocesadores utilizados en ordenadores de uso doméstico</p>	<p>a) Analizar y realizar cronogramas de circuitos secuenciales identificando la relación de los elementos entre sí y visualizándolos gráficamente mediante el equipo más adecuado o programas de simulación.</p> <p>b) Diseñar circuitos secuenciales sencillos analizando las características de los elementos que los conforman y su respuesta en el tiempo.</p> <p>c) Relacionar los tipos de microprocesadores utilizados en ordenadores de uso doméstico buscando la información en internet y describiendo las principales prestaciones de los mismos.</p>

En este caso, salvo el primer bloque, que tiene un carácter amplificador de los conocimientos que el alumnado adquiere sobre el conocimiento de los materiales en el curso anterior, el resto de los bloques están claramente influenciados por el mundo de la automatización.

El segundo de los bloques trata la automatización desde un punto de vista, tal vez, algo más teórico. Este es un acercamiento que resulta obvio ya que en 4º curso se dieron unas pinceladas sobre la simbología de componentes, actuadores y su funcionamiento y en Tecnología Industrial I el currículo se centra más en la interpretación de los esquemas. Es este curso el seleccionado para unir esos dos trabajos y que el alumnado sea capaz de discernir sobre qué elementos utilizar y llevarlos a un esquema de elaboración propia.

Los tres bloques restantes tienen un hilo conductor en común: la automatización de procesos a través de los elementos, los lenguajes o la simulación.

Las conclusiones sacadas de este punto reflejan la necesidad de realizar una propuesta en la que el alumnado tenga que diseñar un proceso productivo y automatizarlo. Razonamiento que puede verse apoyado en su ejecución por el primer bloque de Tecnología Industrial I, de donde se puede deducir que el alumnado debe ser capaz de diseñar la propuesta de un nuevo producto tomando como base una idea dada, explicando el objetivo de cada una de las etapas significativas necesarias para lanzar el producto al mercado.

Adicionalmente, y como algo intrínseco a la ingeniería, se puede relacionar esta actividad con el currículo de Dibujo Técnico II con la intención de que se potencie el aprendizaje por proyectos transversalmente. Para poder justificar la utilidad de esta relación se extrae en la tabla 7 la parte del currículo que ampliará el resultado de aprendizaje del bloque 2 en el que se menciona que el alumnado deberá dibujar croquis de máquinas utilizando programas de diseño CAD y explicando la función de cada uno de ellos en el conjunto (RD 1105/2014).

Tabla 7. Selección de los contenidos y criterios de evaluación relacionados con el desarrollo de documentación gráfica en Ingeniería.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Bloque 1. Materiales</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboración de bocetos, croquis y planos.</li> <li>2. El proceso de diseño/fabricación: perspectiva histórica y situación actual.</li> <li>3. El proyecto: tipos y elementos.</li> <li>4. Planificación de proyectos.</li> <li>5. Identificación de las fases de un proyecto. Programación de tareas.</li> <li>6. Elaboración de las primeras ideas.</li> <li>7. Dibujo de bocetos a mano alzada y esquemas.</li> <li>8. Elaboración de dibujos acotados.</li> <li>9. Elaboración de croquis de piezas y conjuntos.</li> <li>10. Tipos de planos. Planos de situación, de conjunto, de montaje, de instalación, de detalle, de fabricación o de construcción.</li> <li>11. Presentación de proyectos.</li> <li>12. Elaboración de la documentación gráfica de un proyecto gráfico, industrial o arquitectónico sencillo.</li> <li>13. Posibilidades de las Tecnologías de la Información y la Comunicación aplicadas al diseño, edición, archivo y presentación de proyectos.</li> <li>14. Dibujo vectorial 2D. Dibujo y edición de entidades. Creación de bloques. Visibilidad de capas.</li> <li>15. Dibujo vectorial 3D. Inserción y edición de sólidos. Galerías y bibliotecas de modelos. Incorporación de texturas.</li> <li>16. Selección del encuadre, la iluminación y el punto de vista.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar las características de los materiales para una aplicación concreta teniendo en cuenta sus propiedades intrínsecas y los factores técnicos relacionados con su estructura interna, así como la posibilidad de utilizar materiales no convencionales para su desarrollo obteniendo información por medio de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>b) Determinar y cuantificar las propiedades mecánicas de materiales.</li> <li>c) Conocer las técnicas de modificación de las propiedades de materiales.</li> </ol>



### 3.3. Currículos de Formación Profesional

El análisis de la legislación sobre FP no resulta tan directo como en el caso de la ESO y Bachillerato ya que se trata de una etapa educativa en la que el grado de especialización de los estudios es mucho mayor. Resulta, por ende, necesario primero hacer una selección de la familia o familias profesionales donde se va a centrar el estudio. Actualmente, los títulos LOE tienen en cuenta las familias profesionales que se presentan en la figura 15, de las cuáles, lógicamente, interesa la familia de Fabricación Mecánica.



Figura 15. Familias profesionales de la FP (Fuente: TodoFP, s.f.).

Teniendo clara la rama en la que se debe centrar el TFM, lo siguiente será hacer una lectura de todas las titulaciones, por niveles educativos, comprendidas dentro de la Fabricación Mecánica. A través de la tabla 8 se pretende unificar toda la información de una manera clara y que permita poder tener una visión global de los puntos a trabajar en cada título.

Tabla 8. Resumen de las titulaciones y asignaturas asociadas a la Fabricación Mecánica.

Nivel	Titulación	Asignaturas
Formación profesional básica	Título Profesional Básico en Fabricación de Elementos Metálicos	Equipos eléctricos y electrónicos. Operaciones básicas de fabricación. Soldadura y carpintería metálica. Carpintería de aluminio y PVC.

		Operaciones básicas de calderería ligera. Ciencias aplicadas I. Ciencias aplicadas II. Comunicación y sociedad I. Comunicación y sociedad II. Formación en centros de trabajo.
	Título Profesional Básico en Fabricación y Montaje	Operaciones básicas de fabricación. Soldadura y carpintería metálica. Carpintería de aluminio y PVC. Redes de evacuación. Fontanería y calefacción básica. Montaje de equipos de climatización. Ciencias aplicadas I. Ciencias aplicadas II. Comunicación y sociedad I. Comunicación y sociedad II. Formación en centros de trabajo.
	Título Profesional Básico en Instalaciones Electrotécnicas y Mecánica	Instalaciones eléctricas y domóticas. Instalaciones de telecomunicaciones. Operaciones básicas de fabricación. Soldadura y carpintería metálica. Carpintería de aluminio y PVC. Ciencias aplicadas I. Ciencias aplicadas II. Comunicación y sociedad I. Comunicación y sociedad II. Formación en centros de trabajo
Formación Profesional de Grado Medio	Técnico en Conformado por Moldeo de Metales y Polímeros	Interpretación gráfica. Preparación de máquinas e instalaciones de procesos automáticos. Elaboración de moldes y modelos. Conformado por moldeo cerrado. Conformado por moldeo abierto. Preparación de materias primas. Metrología y ensayos Formación y orientación laboral. Empresa e iniciativa emprendedora. Formación en centros de trabajo.
	Técnico en Mecanizado	Procesos de mecanizado. Mecanizado por control numérico. Fabricación por abrasión, electroerosión, corte y conformado y por procesos especiales. Fabricación por arranque de viruta. Sistemas automatizados. Metrología y ensayos.

		<p>Interpretación gráfica.                  Formación y Orientación Laboral.                  Empresa e iniciativa emprendedora.                  Formación en centros de trabajo.</p>
	<p>Técnico en Montaje de Estructuras e Instalación de Sistemas Aeronáuticos</p>	<p>Mecanizado básico.                  Montaje estructural aeronáutico.                  Instalaciones eléctricas y electrónicas.                  Preparación y sellado de superficies.                  Sistemas mecánicos y de fluidos.                  Protección y pintado de aeronaves.                  Sistemas de distribución de corriente, telecomunicaciones y aviónica.                  Sistemas de mandos de vuelo, trenes de aterrizaje y de propulsión.                  Empresa e iniciativa emprendedora.                  Formación y orientación laboral.                  Formación en centros de trabajo.</p>
	<p>Técnico en Soldadura y Calderería</p>	<p>Interpretación gráfica.                  Trazado, corte y conformado.                  Mecanizado.                  Soldadura en atmósfera natural.                  Soldadura en atmósfera protegida.                  Montaje.                  Metrología y ensayos.                  Formación y orientación laboral.                  Empresa e iniciativa emprendedora.                  Formación en centros de trabajo.</p>
<p>Formación Profesional de Grado Superior</p>	<p>Técnico Superior en Construcciones Metálicas</p>	<p>Representación gráfica en fabricación mecánica.                  Diseño de construcciones metálicas.                  Definición de procesos de construcciones metálicas.                  Programación de sistemas automáticos de fabricación mecánica.                  Programación de la producción.                  Procesos de mecanizado, corte y conformado en construcciones metálicas.                  Procesos de unión y montaje en construcciones metálicas.                  Gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.                  Proyecto de construcciones metálicas.                  Formación y orientación laboral.                  Empresa e iniciativa emprendedora.                  Formación en centros de trabajo.</p>

<p>Técnico Superior en                  Diseño en                  Fabricación                  Mecánica</p>	<p>Representación gráfica en fabricación mecánica.                  Diseño de productos mecánicos.                  Diseño de útiles de procesado de chapa y estampación.                  Diseño de moldes y modelos de fundición.                  Diseño de moldes para productos poliméricos.                  Automatización de la fabricación.                  Técnicas de fabricación mecánica.                  Proyecto de diseño de productos mecánicos.                  Formación y orientación laboral.                  Empresa e iniciativa emprendedora.                  Formación en centros de trabajo.</p>
<p>Técnico Superior en                  Programación de la                  Producción en                  Fabricación                  Mecánica</p>	<p>Interpretación gráfica.                  Definición de procesos de mecanizado, conformado y montaje.                  Mecanizado por control numérico.                  Fabricación asistida por ordenador.                  Programación de sistemas automáticos de fabricación mecánica.                  Programación de la producción.                  Ejecución de procesos de fabricación.                  Gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.                  Verificación de productos.                  Proyecto de fabricación de productos mecánicos.                  Formación y orientación laboral.                  Empresa e iniciativa emprendedora.                  Formación en centros de trabajo.</p>
<p>Técnico Superior en                  Programación de la                  Producción en                  Moldeo de Metales                  y Polímeros</p>	<p>Interpretación gráfica.                  Caracterización de materiales.                  Moldeo cerrado.                  Moldeo abierto.                  Programación de sistemas automáticos de fabricación mecánica.                  Programación de la producción.                  Gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales y protección ambiental.                  Verificación de productos conformados.                  Proyecto de programación de la producción en moldeo de metales y polímeros                  Formación y orientación laboral.                  Empresa e iniciativa emprendedora.                  Formación en centros de trabajo.</p>

Teniendo esta tabla resulta mucho más sencillo realizar una búsqueda de los datos que faciliten hacer una selección del currículo motivo de estudio. Si se vuelve a revisar la tabla 1 se puede ver que, en los cinco primeros puestos del ranking de trabajos realizados al respecto, aparecen la Industria 4.0 y la fabricación mediante materiales plásticos y polímeros. El siguiente término más replicado es la utilización de las técnicas CAD y CAM, por lo que la manera de hacer una selección de la titulación a analizar será en base a esta técnica.

Es dentro del título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica donde se encuentra una clara referencia a este tipo de tecnología de fabricación, en concreto, en la asignatura de Fabricación asistida por ordenador. Por lo que el análisis se hará sobre este título y, en particular, sobre esta asignatura.

### 3.3.1. Fabricación asistida por ordenador (CAM)

Para la elaboración de la tabla se ha hecho un estudio de la Orden EDU/2212/2009 y del DECRETO FORAL 48/2009. Nótese que el análisis de los dos documentos en conjunto viene motivado por la falta de criterios de evaluación en la Orden. Debido a esto, se completa con lo incluido en el Decreto.

Tabla 9. Contenidos y criterios de evaluación del módulo de Fabricación asistida por ordenador.

Contenidos	Criterios de evaluación
<b>Bloque 1. Modificación de geometrías</b>	
1. Sistemas de representación en 2D. 2. Sistemas de representación en 3D. 3. Creación de entidades gráficas. 4. Manipulación de entidades gráficas. 5. Formatos de intercambio gráfico.	a) Se ha importado la geometría de la pieza a modificar en un formato de intercambio adecuado al software de CAD que se va a emplear. b) Se han identificado las superficies a mecanizar especificadas en el proceso. c) Se ha realizado la manipulación de las superficies para asegurar el mecanizado (orientación, partición, división). d) Se han empleado las herramientas de manipulación de superficies y sólidos más adecuadas a la operación a realizar. e) Se ha dibujado la geometría auxiliar necesaria para programar las operaciones CAM. f) Se han organizado las nuevas geometrías generadas en capas o niveles de trabajo.
<b>Bloque 2. Programación asistida por ordenador CAM:</b>	
1. Selección del proceso de mecanizado. Operaciones y herramientas. 2. Definición de herramientas. 3. Generación de trayectorias. 4. Configuración de las operaciones de mecanizado.	a) Se ha configurado el entorno CAM en función a la máquina que se va a emplear. b) Se ha situado correctamente la pieza a mecanizar según los ejes y sistemas de referencia.

<p>5. Estrategias de mecanizado 2 ½ ejes y 3 ejes.</p> <p>6. Simulación del mecanizado. Mecanizado virtual.</p> <p>7. Generación del código CNC.</p>	<p>c) Se han descrito las diferentes estrategias de mecanizado de las operaciones CAM.</p> <p>d) Se han introducido los datos de las herramientas.</p> <p>e) Se ha verificado el programa simulando el mecanizado en el ordenador.</p> <p>f) Se han corregido los errores detectados en la simulación.</p> <p>g) Se ha realizado el postprocesado del programa CAM para el control numérico que se va a utilizar.</p> <p>h) Se ha guardado el programa en el soporte adecuado.</p> <p>i) Se ha mostrado una actitud responsable e interés por la mejora del proceso.</p>
<p><b>Bloque 3. Organización del trabajo</b></p>	
<p>1. Interpretación del proceso.</p> <p>2. Relación del proceso con los medios y máquinas.</p> <p>3. Distribución de cargas de trabajo.</p> <p>4. Medidas de prevención y de tratamiento de residuos.</p> <p>5. Calidad, normativas y catálogos.</p> <p>6. Planificación de las tareas.</p> <p>7. Valoración del orden y limpieza durante las fases del proceso.</p> <p>8. Reconocimiento y valoración de las técnicas de organización.</p>	<p>a) Se ha identificado la secuencia de operaciones de preparación de las máquinas en función de las características del proceso a realizar.</p> <p>b) Se han identificado las herramientas, útiles y soporte de fijación de piezas.</p> <p>c) Se han relacionado las necesidades de materiales y recursos necesarios en cada etapa.</p> <p>d) Se han establecido las medidas de seguridad en cada etapa.</p> <p>e) Se ha determinado la recogida selectiva de residuos.</p> <p>f) Se han enumerado los equipos de protección individual para cada actividad.</p> <p>g) Se han obtenido los indicadores de calidad a tener en cuenta en cada operación.</p>
<p><b>Bloque 4. Ajuste de la programación</b></p>	
<p>1. Ejecución de operaciones de mecanizado en máquinas herramientas de control numérico.</p> <p>2. Ejecución de operaciones de conformado en máquinas herramientas de control numérico.</p> <p>3. Empleo de útiles de verificación y control.</p> <p>4. Corrección de las desviaciones de las piezas mecanizadas (tolerancias dimensionales, geométricas y superficiales).</p>	<p>a) Se ha transferido el programa CAM a la máquina de CNC según el procedimiento establecido.</p> <p>b) Se ha comprobado que las trayectorias de las herramientas no generan colisiones con la pieza o con los órganos de la máquina en la simulación en vacío.</p> <p>c) Se ha ajustado el programa de control numérico a pie de máquina para eliminar los errores detectados.</p>

5. Identificación y resolución de problemas.	d) Se ha verificado la pieza y comprobado sus características. e) Se han compensado los datos de las herramientas o de las trayectorias para corregir las desviaciones observadas en la verificación de la pieza. f) Se han aplicado las normas de prevención de riesgos laborales y protección ambiental requeridas. g) Se ha mantenido una actitud de respeto a las normas y procedimientos de seguridad y calidad.
--	--

Dentro de los requisitos básicos que debe alcanzar el alumnado, se observa que el tercero de los bloques versa, principalmente, sobre las medidas de seguridad y organización en el trabajo. Aunque se trate de unos contenidos imprescindibles para el CAM no se va a profundizar más en él para la elaboración del material didáctico por considerarse un resultado de aprendizaje imprescindible en cualquier tarea realizada en el entorno industrial.

En lo referente a los otros tres bloques resulta difícil hacer una separación entre ellos de cara a realizar un análisis. En la crítica de los anteriores currículos resultaba más sencilla la partición por ser bloques algo heterogéneos, pero, en el caso de una asignatura tan concreta, la información se mezcla en torno a la finalidad de simular procesos de mecanizado. Que exista una asignatura que se centra exclusivamente en la simulación CAM evidencia la importancia que tiene este tipo de tecnologías en la industria actual y futura.

Cabe destacar que, la inclusión de estos contenidos en el currículo no busca que el alumnado se olvide de la programación de las operaciones de mecanizado; ya que existe una asignatura específica para el mecanizado con control numérico, sino que se debe ver como una herramienta que complementa a la misma. Buscando este aprendizaje interconectado, se pretende diseñar una actividad en la que el alumnado cree una pieza 3D, simule el proceso de mecanizado y genere el programa y lo lleve a cabo en un centro de mecanizado.



## 4. Diseño y desarrollo de las unidades de trabajo

---

Todos los alegatos y datos aportados hasta ahora en el trabajo muestran una inequívoca situación de dificultad por parte del alumnado para interiorizar ciertos conocimientos que se consideran importantes para el futuro laboral o estudiantil. Ya sea porque el currículo no está planteado para dedicarle tanto tiempo a estos contenidos emergentes o porque la industria cada vez demanda más especialización en esos campos.

Tradicionalmente, la figura del alumnado era la de un elemento pasivo del aprendizaje donde el profesorado exponía mediante una clase magistral los conocimientos y, ellos, sólo escuchaban. Este, como se pudo ver en la introducción, es un modelo de aprendizaje que no aprovecha todo el potencial de la persona, y más en un mundo en el que la autonomía en el trabajo tiene mucho valor. Para solventar esta problemática se va a tratar el desarrollo de las unidades de trabajo como una propuesta que elimine esa pasividad del alumnado y lo convierta en un actor protagonista de su aprendizaje. Es decir, se van a proponer actividades que se alejen del antiguo modelo de enseñanza-aprendizaje y se acerque a nuevas propuestas que generen un impacto positivo en la educación y socialización del alumno preparándolo para vida del futuro. Para salvar solventar esta situación se propone la estructura o metodología para las unidades de trabajo que se describe a continuación:

- a) Fase de exposición: Explicaciones de los contenidos. Al alumnado se le entregará el material teórico previamente a su exposición en el aula por parte del profesorado. Se busca así que no se enfrenten a él como algo totalmente nuevo cuando se presente en el aula y se involucren mediante su participación activa.  
Una vez finalizada la explicación de los bloques del tema o temas que el profesorado entienda estrechamente relacionados entre sí e indivisibles en su comprensión, el alumnado realizará, individualmente o por parejas, y con ayuda del profesorado, un esquema, mapa mental o diagrama con los contenidos principales de esa parte a fin de consolidarlos y facilitar su repaso.
- b) Caso práctico de contextualización: Tras la finalización de la exposición teórica de los contenidos se procederá a realizar un caso práctico como herramienta integradora. Este tipo de actividades buscarán una doble función: por un lado, que se afiance en mayor medida todo lo trabajado con anterioridad ya que para la realización se debe consultar toda la información disponible; y, por otro, captar la atención gracias al carácter aplicativo de las prácticas a la vida laboral. Para conseguir, por ende, esta última parte será necesario tener un conocimiento actualizado del entorno laboral al que se dirigen. En cuanto a la secuenciación, inicialmente se planteará un caso similar al que se deberá desarrollar posteriormente, se darán las pautas y justificaciones necesarias para que se puedan utilizar como guía y se preparará todo el proceso como si de un caso real se tratase.
- c) Desarrollo del aprendizaje colaborativo basado en proyectos (ACBP): Se trata de una actividad de aprendizaje en la que el alumnado adquiere un rol activo y se favorece la motivación académica. Como exponen López (2016), Arias (2016) o Pliego (2011), se trata de una metodología que estimula el trabajo en equipo y la responsabilidad grupal.



Se plantearán proyectos transversales a varios bloques de contenidos de la misma materia o a varias asignaturas y versará sobre el mundo real; se busca enfrentar, de manera colaborativa, al alumnado a problemas que puedan encontrar en su vida laboral.

Se transformará el tema en un desafío a través de un escenario y una pregunta retadora. El alumnado deberá investigar las posibles soluciones y desarrollar la opción escogida. Por último, se deberá exponer el resultado final a través de una presentación, que aumentará el compromiso del alumnado con la tarea y con la calidad del resultado.



Figura 16. Ciclo de desarrollo del ACBP.

- d) Evaluación: Realización de un cuestionario para evaluar el nivel de adquisición de los objetivos marcados.

## 4.1. Actividad 1: Prototipado de soportes para Smartphone

### 4.1.1. Justificación de la propuesta

Dentro del sector de la Ingeniería de Fabricación hay tareas o procesos que tienen una mayor o menor repetibilidad a lo largo de un turno de trabajo. Sin duda, unas de las tareas que más se repiten son la interpretación de los planos de fabricación y el control de calidad de las piezas fabricadas.

El tercer curso de la ESO es el último momento en el que el alumno puede ver aglutinados estos conceptos de manera conjunta de manera previa a la incorporación al Bachillerato o a la Formación Profesional. En el caso de que accedan a la FP ya desde el inicio se comienza a requerir un manejo de planos, máquinas-herramienta y elementos de medición para su trabajo. Si se refuerzan estos contenidos en etapas tempranas se podrá emplear una mayor carga lectiva al

grueso principal de las asignaturas de transformación de material por arranque de viruta o por conformado. Esto se traducirá en un mejor manejo de los procesos industriales en el futuro puesto de trabajo.

La necesidad de preparar material para este bloque queda reflejada en las opiniones lanzadas por los profesores encuestados, donde la mayoría ha manifestado que parte del alumnado termina los estudios de GM sin un pleno entendimiento de los planos y la instrumentación de trabajo.

## 4.1.2. Desarrollo teórico

### 4.1.2.1. Desarrollo de prototipos

Un prototipo es una simulación de un artículo final que se pretende comercializar. Consiste en un primer modelo que permitirá comprobar que el producto cumple con unas características concretas, se podrá probar en su contexto real y en base a los resultados obtenidos, se podrá definir qué puntos para mejorar la calidad final del producto.



Figura 17. Prototipado (Impresión3D, 2019).

Para la elaboración de un prototipo que llegue a cumplir con unas solicitudes dadas por el cliente final se debe seguir un proceso secuencial hasta lograr la solución que mejor se adapte a las necesidades, con el coste más bajo y el menor impacto medioambiental.

Las fases necesarias de este proceso que se deben seguir son:

1. Necesidad: lo primero es identificar la necesidad que se quiere atender y si tiene unas condiciones fijas o se trata de un diseño libre.
2. Búsqueda de información: para ello, se debe buscar información sobre necesidades o problemas similares, así, se puede tener un punto de parte para el diseño de soluciones.
3. Planteamiento de ideas: donde se debe hacer una lluvia de ideas para atender a todos los aspectos que entren en juego en el diseño y construcción (material, forma, dimensiones, proceso de fabricación, color, textura, etc.).
4. Desarrollo de la solución óptima: cuando se haya decidido la mejor idea entre todas las alternativas barajadas se tiene que llevar a cabo el documento del prototipo, que en líneas generales contendrá:
  - a. Unos planos de diseño (croquis, planos de despiece y plano de conjunto).
  - b. Una planificación de las etapas para su ejecución.
  - c. Un presupuesto.

5. Construcción: partiendo del diseño y planificación fabricaremos el prototipo.
6. Verificación: que consistirá en la comprobación de que se ha cumplido con los requisitos de diseño en cuanto a forma, funcionalidad, dimensiones, resistencia, etc. En caso de que existan condiciones que no se han cumplido se deberá volver a la fase de elección de ideas para hacer las modificaciones necesarias y volver a elegir la que se considere la mejor opción.
7. Presentación: cuando el prototipo sea válido se terminará de cumplimentar toda la información y se lanzará.

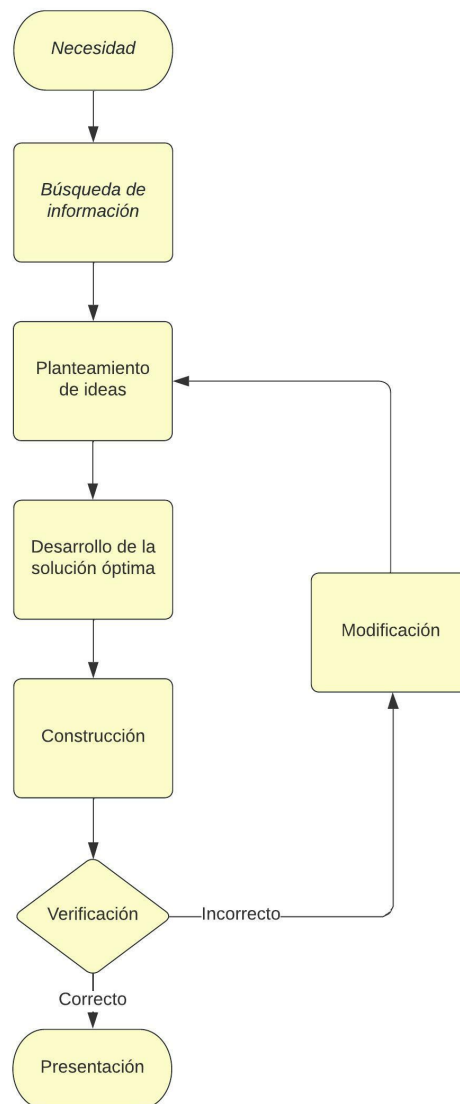


Figura 18. Fases en la elaboración de un prototipo.

#### 4.1.2.2. Instrumentos de medida

##### ***Pie de rey***

Se trata de un instrumento de medida que consta de:

- a) Una parte fija, que consiste en una regla prismática graduada en milímetros por una arista y en pulgadas por otra.

- b) Una parte móvil, formada por una corredera con una escala graduada que constituye el nonio. Suele tener adherida una varilla prismática llamada sonda de profundidad.

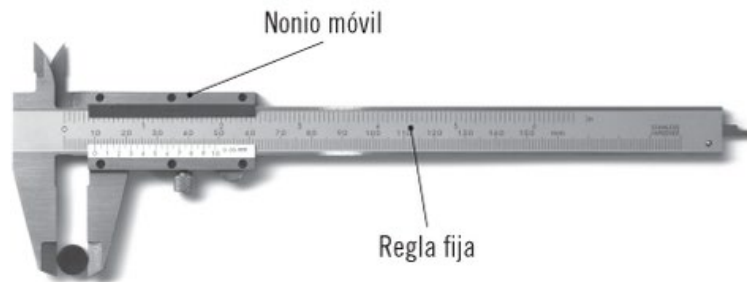


Figura 19. Partes de un pie de rey Mauser.

En general, está fabricado con acero inoxidable y un cromado mate para evitar los reflejos. Las zonas que contactan con la pieza que se desea medir se templean para aumentar la resistencia y dureza y, así, evitar su deformación y desgaste.

#### Clasificación de los pies de rey

Dentro de la clasificación de los pies de rey se encuentran:

- a) Pie de rey Mauser: para medir interiores, exteriores y profundidades.



Figura 20. Pie de rey Mauser.

- b) Pie de tornero: habitualmente empleado únicamente para medir exteriores.



Figura 21. Pie de rey de tornero.

- c) Pie de rey con reloj comparador: Este calibre se despoja del nonio, lo que hace más rápida la lectura.



Figura 22. Pie de rey con reloj comparador.

d) Pie de rey para medir taladros: para la medición de taladros y agujeros escalonados.

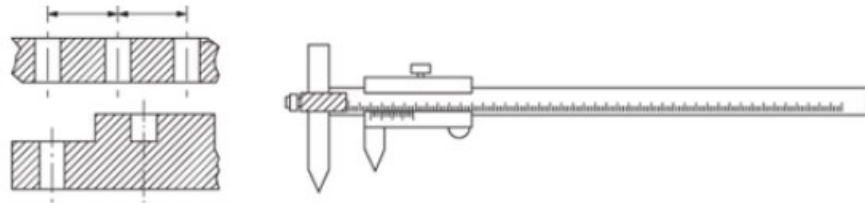


Figura 23. Pie de rey escalonado.

e) Pie de rey para medir ranuras.

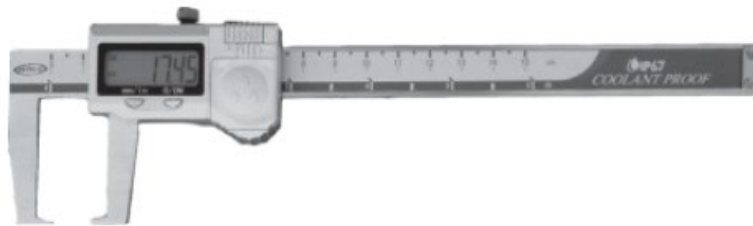


Figura 24. Pie de rey para ranuras.

f) Pie de rey para medir espesores de tubo.



Figura 25. Pie de rey para espesores de tubo.

g) Pie de sonda: que se emplea en la medición de la profundidad de una entalladura o un agujero ciego.



Figura 26. Sonda de profundidades.

#### Funcionamiento del pie de rey

Aunque existen muchos modelos, el funcionamiento es, en líneas generales, similar ya que se debe desplazar la corredera hasta que las superficies de referencia de las patas o sonda hagan el contacto adecuado con la superficie de la pieza que se quiere medir. La lectura de la medida

se realizará mediante la coincidencia de una marca del nonio de la corredera sobre la escala de la parte fija.

Para la lectura de esta medida se mueve el nonio sobre la regla fija hasta que:

- El cero del nonio coincida exactamente con alguna división de la regla, por lo que la lectura es inmediata.
- El cero del nonio se sitúe en algún punto intermedio entre dos divisiones de la regla. En este caso, la medida depende de la apreciación que proporciona el nonio. Siendo:

$$a = \frac{\text{Valor de la menor división de la regla fija}}{n^{\circ} \text{ de divisiones del nonio}} \quad (1)$$

### Goniómetro

Un goniómetro es un instrumento de medición que es utilizado en diferentes campos por su practicidad y simpleza. Consta de:

- Cuerpo: su diseño es de fácil reconocimiento por su similitud a un transportador tradicional. Hay de 180 y 360°.
- Brazo fijo: ligado al cuerpo del goniómetro, su movimiento no es independiente.
- Brazo móvil: por lo general, este brazo móvil se puede fijar en una posición con un elemento semejante a un tornillo. Aun así, su principal característica es que su movimiento es independiente del cuerpo del goniómetro.

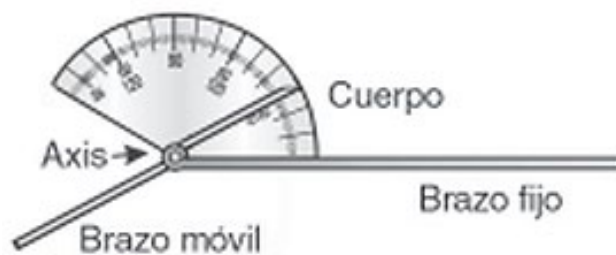


Figura 27. Partes de un goniómetro.

### Clasificación de los goniómetros

- Goniómetro simple: sirve para obtener el valor de ángulos sencillos, ya que alcanza hasta 180°.



Figura 28. Goniómetro simple.

- b) Goniómetro universal: sirve para obtener el valor de ángulos complejos, especialmente en la industria.



Figura 29. Goniómetro universal.

- c) Goniómetro digital: cumple el rol del universal, pero sus resultados son mucho más exactos.

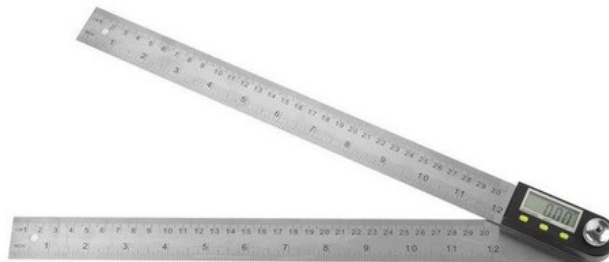


Figura 30. Goniómetro digital.

- d) Goniómetros imantados: Utilizado para indicar el ajuste de los tornillos en ángulos. Estar imantado permite que la medición sea más precisa, ya que la/s pieza/s no se mueven.



Figura 31. Goniómetros imantados.

### Funcionamiento del goniómetro

Para hacer la medición se coloca la regla apoyada con el extremo que se adapte mejor al ángulo que se desea medir. Luego se apoya el soporte del goniómetro en el ángulo adyacente de éste.

Para leer el goniómetro correctamente, es preciso conocer el uso de la escala nonio, la cual establece una segunda escala para que el lector pueda identificar con mayor precisión el resultado. El cero indica el valor de la escala principal (que es en grados) y se debe encontrar otra línea que coincida con el segundo valor (que es en minutos). De la combinación de ambos se obtendrá el resultado numérico.

La apreciación en los nonios angulares cumple con la expresión:

$$a = \frac{\text{Valor de la menor división del cuerpo}}{n^{\circ} \text{ de divisiones del nonio}} \quad (2)$$

#### 4.1.2.3. Materiales plásticos en la impresión 3D

Un plástico es un material hecho de compuestos sintéticos o semisintéticos que tiene la propiedad de ser maleable (capaz de cambiar su forma). La mayoría de los plásticos en el mercado son completamente sintéticos, comúnmente derivados de productos petroquímicos. Sin embargo, dada la creciente preocupación ambiental, los plásticos derivados de materiales renovables como el ácido poliláctico (PLA) también son populares en el mercado. Debido a su bajo coste, facilidad de fabricación, versatilidad y resistencia al agua, los plásticos se utilizan en una multitud de productos y sectores, y la impresión 3D de prototipos no es la excepción (Susana, 2020).

Los factores principales a considerar al elegir un material para su uso en fabricación aditiva son la resistencia mecánica, el comportamiento físico, su comportamiento frente a diferentes temperaturas y el acabado visual que se quiere lograr. Para poder saber qué material plástico es más adecuado para las características y usos de cada prototipo se debe hacer una clasificación general de los más utilizados:

- a) Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS): se trata de un termoplástico que contiene una base de elastómeros a base de polibutadieno, lo que lo hace más flexible y resistente a los golpes y puede soportar fácilmente temperaturas de -20°C a 80°C y requiere de entre 220°C y 240°C para su impresión. Además de su alta resistencia, es un material reutilizable y que se puede soldar con procesos químicos. Sin embargo, no es biodegradable y se contrae en contacto con el aire, por lo que requiere una plataforma de impresión caliente. El ABS también se puede encontrar en forma de polvo para procesos de lecho de polvo como SLS, y en forma líquida para las tecnologías SLA y PolyJet.
- b) Ácido poliláctico (PLA): es un material que se fabrica con materias primas renovables como el almidón de maíz, por lo que tiene la ventaja de ser biodegradable, pero la desventaja de deteriorarse en contacto con el agua. Es uno de los materiales más fáciles de imprimir, pero tiene a contraerse después de la impresión. El PLA imprime a una temperatura de entre 200°C y 215°C.
- c) Tereftalato de polietileno (PET): es el filamento ideal para cualquier pieza destinada al contacto con alimentos, al no liberar olores y ser 100% reciclable. Es un material bastante rígido y tiene buena resistencia química. Resulta interesante su bajo rango de temperaturas de fabricación, entre 75°C y 90°C.
- d) Poliéster glicolizado (PETG): es un termoplástico ampliamente utilizado para la fabricación aditiva al combinar propiedades del PLA y la resistencia del ABS. Requiere una temperatura de extrusión de entre 230°C y 250°C y tiene la misma composición



química que el PET, pero con un agregado de glicol para reducir su fragilidad y aportarle mayor resistencia.

- e) Polímeros de alto rendimiento: se trata de una gama de filamentos de alto rendimiento con características mecánicas similares a las de los metales. Dentro de estos polímeros se encuentran las poliariletercetonas (PAES) o las polieterimidias (PEI). Ambos son filamentos con una alta resistencia mecánica y térmica y una baja densidad que los hace más ligeros que algunos metales. Por el contrario, requieren de una placa calefactora que alcance los 230°C, una temperatura de extrusión de 350°C y un trabajo en cámara cerrada.
- f) Polipropileno (PP): el PP es conocido por su resistencia a la abrasión y su capacidad para absorber golpes, así como su relativa rigidez y flexibilidad. Sin embargo, el polipropileno tiene algunos inconvenientes ya que es un material altamente inflamable, sensible a los rayos UV y a la oxidación y que tiene un alto coeficiente de expansión térmica que limita sus aplicaciones a altas temperaturas.
- g) Composites: son muy beneficiosos cuando se requieren piezas ligeras pero fuertes, ya que las fibras agregan resistencia sin agregar peso. Hay dos tipos de refuerzos, la fibra corta, que se mezclan en termoplásticos tradicionales en pequeños segmentos, y la fibra continua, que utilizan la fibra de carbono o el Kevlar para recubrir todo el termoplástico.

#### 4.1.2.4. Elaboración de planos

En este caso, y siguiendo las recomendaciones que se dan en el currículo de ESO se entiende que en el curso final del primer ciclo de Tecnología el alumnado ya tiene las nociones básicas para una correcta acotación, por lo que esta píldora de contenido se va a centrar en los diferentes tipos de planos que pueden necesitarse para confeccionar la documentación del proyecto:

De acuerdo con la Norma UNE 1-166-1:1996 equivalente a la ISO 10209-1:1992, Documentación Técnica de Producto. Vocabulario. Parte 1: Términos relacionados con el Dibujo Técnico: Generalidades y Tipos de Dibujos.

Los planos se pueden clasificar en:

- a) Planos de diseño.
- b) Planos de conjunto o ensamblaje.
- d) Planos de despiece o fabricación.
- e) Planos de perspectiva explosiva.
- f) Planos para catálogos.

De entre estos planos, los necesarios para este nivel educativo son:

- a) Planos de diseño.

Antes de acometer el diseño más detallado de un plano, en la oficina técnica, se recogen toda la información detallada o conocida para preparar un plano provisional, el dibujo puede ser realizado a escala o bien simplemente en esquema a mano alzada (croquis). Estos sirven para discutir propuestas o para realizar cálculos hasta llegar a la idea definitiva del

objeto a fabricar. No se pretende con ello, representar todos los detalles que componen dicho mecanismo.

b) Planos de conjunto o ensamblaje

El dibujo de conjunto representa una máquina o mecanismo en su totalidad e ilustra las posiciones relativas de cada uno de sus componentes. Se emplea para dar a conocer la información precisa para el montaje de un determinado conjunto. Debe primar la visión de la situación de las distintas piezas sobre la representación de los detalles. Este debe de contener:

- Relación de cada una de las piezas con respecto al resto.
- Lista numerada de todas las piezas que componen el conjunto.

Un dibujo de conjunto se puede representar por sus vistas exteriores o bien en sección, evitando las líneas ocultas o de trazos. Deben de verse todas las piezas del conjunto para referenciarlas, con el menor número de vistas. El conjunto se dibujará en la posición de trabajo.

Cada pieza del conjunto llevará una marca encerrada en un círculo para diferenciarla del resto de los elementos.

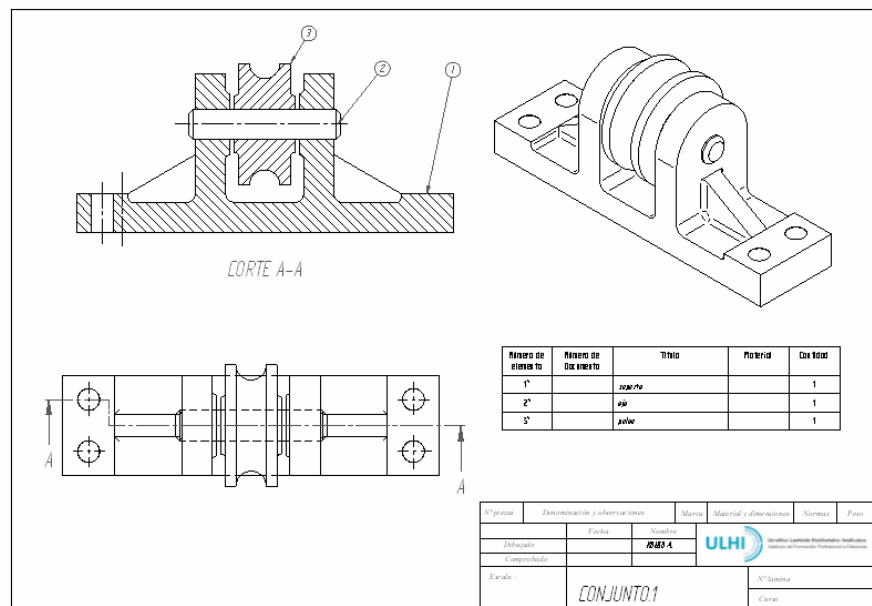


Figura 32. Ejemplo de un plano de conjunto (Fuente: Ikastaroak, 2020).

c) Planos de despiece o fabricación

En este tipo de planos hay que indicar todos los detalles para su fabricación. Tales como: dimensiones, signos superficiales y tratamientos especiales, tolerancias, etc.

Si el despiece es muy complejo, y deben de intervenir distintos operarios con distintas máquinas, entonces se recurrirá a varios planos. Estos nos proporcionan al igual que el tipo anterior, la información necesaria para su fabricación. Cada plano deberá de contener una sola pieza.

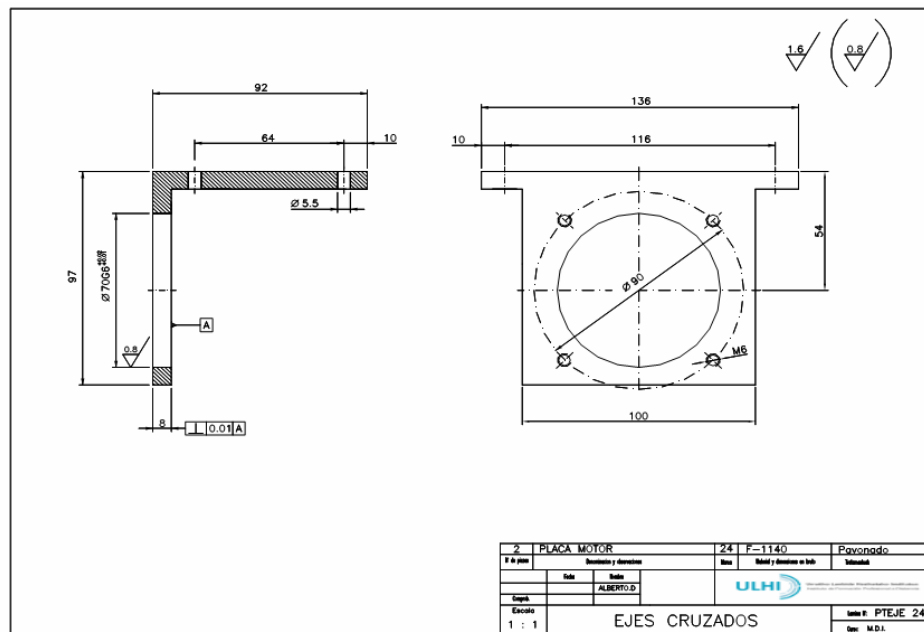


Figura 33. Ejemplo de plano de fabricación Fuente: Ikastaroak, (2020).

#### 4.1.3. Caso práctico de contextualización

Se pretende diseñar el prototipo de un soporte y expositor para relojes de muñeca. Para ello, debe cumplir con una serie de condiciones establecidas por el cliente:

- Debe poder ajustarse a anchos de muñeca de entre 50 y 60mm con saltos de 5mm.
- El peso de los relojes a soportar ronda los 250 gramos.
- El expositor tendrá que cumplir con un ángulo de presentación de los relojes de 30° con el plano horizontal.
- La base, para soportar el peso deberá tener unas medidas de 60 x 60mm.
- La altura total del soporte no podrá exceder los 150mm (por limitaciones de la impresora 3D).

#### **Resolución:**

Inicialmente se proponen varias alternativas al problema que se plantea:

- Diseñar un mecanismo en el que el ajuste entre las diferentes medidas se realice con un mecanismo de piñón cremallera.
- Realizar un diseño fijo de la base y un juego de piezas intercambiables que materialicen un ancho de entre 50 y 60mm con intervalos de 5mm.
- Fabricar un prototipo escalonado en el que las diferencias de medidas se puedan realizar en un mismo modelo.

Analizando las tres alternativas se opta por la ejecución de un prototipo basándose en la tercera de las opciones. Esto es debido a que se considera que el diseño de la primera de las ideas requiere del cálculo de relaciones de transmisión que complican el trabajo y se necesita el diseño de un mayor número de elementos. Por otra parte, la segunda de las alternativas se considera menos ventajosa que la solución adoptada por la necesidad de fabricar un total de 3 piezas intercambiables para poder cumplir con los saltos de medida que se requieren y sus respectivos sistemas de anclaje.

Sabiendo que el prototipo requiere de un mecanismo escalonado, con 3 posibles medidas comprendidas entre los 50 y los 60mm y un ángulo de plataforma de 30º se procede a realizar un diseño.

Haciendo los cálculos necesarios se plantean los planos del Anexo II para su construcción. Nótese que se cumplen con todas las condiciones planteadas en el enunciado:

- a) La base tiene las medidas necesarias.
- b) La altura de la pieza es de 78mm, menor que los 150mm límites.
- c) La inclinación del expositor cumple con los 30º.
- d) Con el espaciado entre muescas de 5mm se pueden dar las distancias de 50, 55 y 60mm.

Ahora, para su construcción se debe decidir entre los materiales más comunes en la fabricación 3D presentados. Se puede ver que por el peso de los relojes su resistencia no va a ser un valor determinante. Se puede hacer un primer descarte del tereftalato de polietileno, los polímeros de alto rendimiento y el polipropileno, por tener unas características que en este caso son irrelevantes. Haciendo un análisis del resto de alternativas se llega al valorar la decisión de qué filamento utilizar en base a los datos aportados por la figura 34.

PROPIEDAD	PLA	ABS	PETG
<b>Precio</b>	20€ - 25€	20€ - 25€	25€ - 30€
<b>Tª fusión</b>	200-215°C	220-240°C	230-250°C
<b>Tª cama caliente</b>	0-40°C	90-110°C	60-90°C
<b>Ventilador de capa</b>	100%	0%	30-50%
<b>Densidad [g/cm³]</b>	1,24	1,07	1,27
<b>Facilidad de impresión</b>	Muy Alta	Muy baja	Alta
<b>Calidad de impresión</b>	Muy alta	Media	Alta
<b>Resistencia</b>	Alta	Media	Media-Baja
<b>Rigidez</b>	Muy alta	Media	Baja
<b>Resistencia al impacto</b>	Muy baja	Muy alta	Media
<b>Resistencia térmica</b>	Muy baja (30°C)	Muy alta (<100°C)	Alta (80°C)
<b>Adhesión entre capas</b>	Media	Baja	Alta
<b>Olor</b>	Nada	Mucho	Poco

Figura 34. Comparativa de propiedades de filamentos 3D (Fuente: Of3lia, s.f.).

De esta comparativa se puede extraer que el material más adecuado es el PLA. Para apoyar esta decisión se aportan una serie de conclusiones:

- a) Se trata un material de un precio moderado, por lo que económicamente no supone un gran desembolso.
- b) Las temperaturas de fusión y plataforma son menores que para los otros filamentos, lo que ahorra tiempo de calentamiento y supone un ahorro energético.
- c) Al ser un material que va a estar de cara al público tiene que tener un acabado adecuado, siendo el PLA el que mejores resultados presenta de los tres.
- d) Las temperaturas a las que va a estar sometido no superan la temperatura ambiente, por lo que, aunque este es uno de los hándicaps del PLA en este caso no presenta una problemática.
- e) A priori, no tendrá contacto con el agua, por lo que sus propiedades no se ven comprometidas.

Una vez se ha desarrollado la solución óptima llega el momento de imprimirlo. En este caso será el profesorado el que diseñe el modelo en 3D de los planos aportados por el alumnado y lo lleve a la impresora. Para hacer la transferencia del archivo a la impresora se va a utilizar el programa Ultimaker Cura.

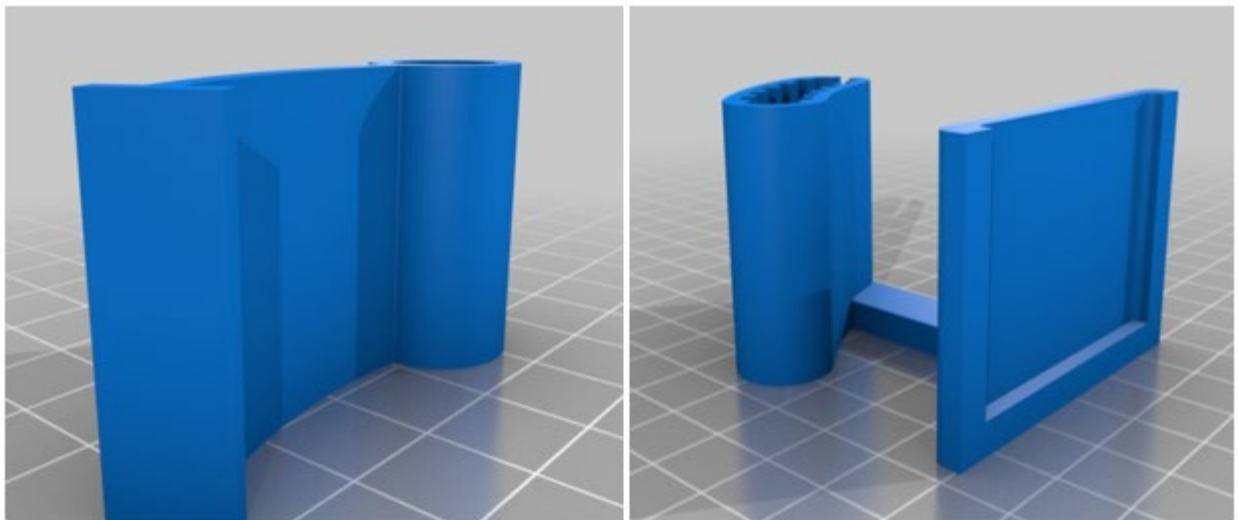


Figura 35. Detalles del proceso de impresión.

Finalmente, quedaría hacer una comprobación metrológica de que los elementos fabricados y el ensamblaje cumplen con las medidas que están marcadas en los planos. Este es un paso imprescindible en el proceso de prototipado:

- a) Si existen discordancias entre las medidas o el ensamblaje no funciona correctamente se deberán hacer modificaciones sobre la idea o volver a lanzar nuevas ideas.
- b) Si cumple con las dimensiones y el funcionamiento es correcto se puede dar por concluido el prototipado.

#### 4.1.4. Aplicación práctica

Se pretende que el alumno mejore sus competencias transversales y afiance los contenidos expuestos en la primera parte de la actividad. Para ello se planteará una necesidad sobre la que se deberá discutir cual es la alternativa de prototipo más adecuada (focalizándose en el paso del producto y el impacto medioambiental que tenga). Una vez que se haya tomado una decisión se deberán entregar al profesorado toda la documentación necesaria para su fabricación en una impresora 3D Prusa i3 MK3S.

Tabla 10. Propuesta de actividad - Prototipado en 3º ESO.

Ingeniería de Fabricación adaptada a Tecnología de 3º de ESO	
Nombre del proyecto	Prototipado de un soporte para smartphone
Miembros	
Profesor	Jose Manuel Martín Ramón
Curso	2021 - 2022
Necesidad	Se desea diseñar y construir un soporte de sobremesa para smartphone. Para ello, el alumnado deberá emplear sus conocimientos y habilidades de diseño tridimensional para poder imprimirlo en la impresora 3D.
Requisitos	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) El diseño se hará para el modelo de teléfono tipo, del que se deberán tomar medidas con los instrumentos que se consideren oportunos.</li> <li>b) Deberá ser un prototipo que pueda posicionarse con tres ángulos diferentes de 10º, 30º y 45º respecto a la vertical.</li> <li>c) Se prestará especial interés a que el prototipo sea lo más liviano posible, teniendo un peso máximo de 160 gramos.</li> <li>d) Se requerirá también que sea lo más respetuoso posible con el medioambiente.</li> <li>e) Se utilizará una impresora Prusa i3 MK3S, con un volumen de impresión de 250 × 210 × 210mm.</li> </ol>
Fases de desarrollo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El grupo deberá diseñar dos propuestas y decidirse por una, justificando los motivos.</li> <li>2. Se deberá elaborar toda la documentación necesaria para que se pueda materializar el diseño de su prototipo. Que constará de:                     <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Portada.</li> <li>b) Índice.</li> <li>c) Alternativas valoradas.</li> <li>d) Especificaciones técnicas de alternativa escogida.</li> <li>e) Croquis de la solución adoptada.</li> <li>f) Planos.</li> </ol> </li> <li>3. Finalmente, se hará una verificación tanto dimensional como funcional de que se cumple con los requisitos marcados.</li> </ol>

## 4.2. Actividad 2: Automatización de un proceso productivo

### 4.2.1. Justificación de la propuesta

Buscando cubrir no solo las necesidades de formación ya expuestas en el capítulo 2 del TFM, sino también las necesidades de formación en futuras etapas, se quiere desarrollar una propuesta educativa que establezca una conexión de estos contenidos a tres niveles:

- Por un lado, ampliando la parte teórica de sistemas productivos que el alumno ya trabajó en el bloque 1 de Tecnología Industrial I.
- Por otro lado, unificando los bloques 3, 4 y 5 de Tecnología Industrial II para tener una visión más globalizada de todos los aspectos que afectan a un proceso automatizado.
- Por último, haciendo proyecto transversal entre asignaturas. Al ser el Dibujo Técnico II una asignatura afín a la actividad que se pretende plantear serán contenidos de ésta los que se refuercen aquí.

La idea principal de elaborar un material didáctico con este grado de concreción resulta principalmente de hacer un análisis de los planes de estudios de varias Ingenierías en la Universidad (Anexo I). A través de la figura 36 se puede ver cómo son varias las Ingenierías que tienen asignaturas estrechamente relacionadas con parte o la totalidad de los contenidos que en esta propuesta se plasman. Si bien, la realización de una propuesta de material didáctico ya ha quedado evidenciada con un análisis del sector industrial, la repercusión que estos conocimientos tienen en la universidad la hacen todavía más necesaria.

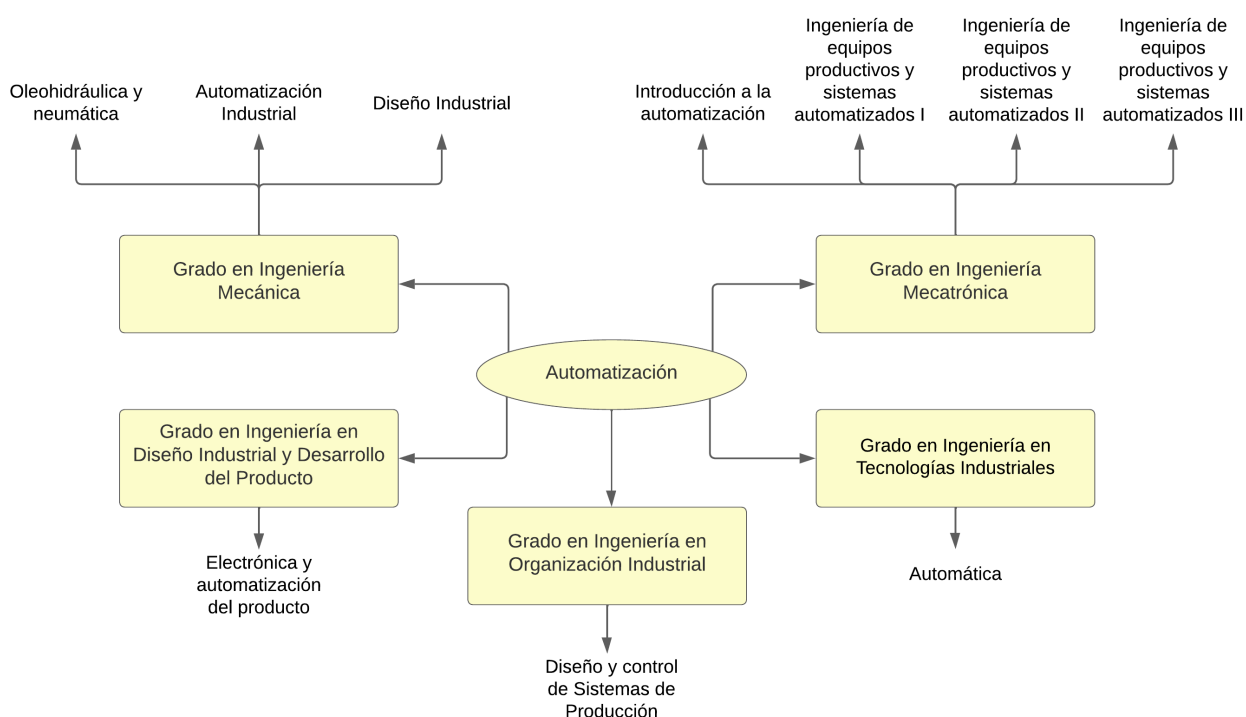


Figura 36. Relación de los planes de estudio de algunas Ingenierías con los contenidos de la asignatura de Tecnología Industrial II.

## 4.2.2. Desarrollo teórico

### 4.2.2.1. Lenguaje básico de programación

El lenguaje de programación servirá para entender el funcionamiento que tienen los esquemas neumáticos, eléctricos o hidráulicos cuando entran en juego elementos automáticos. Si el accionamiento es puramente manual, normalmente con el esquema es suficiente para su comprensión, pero, cuando entran en juego otras variables, es necesario materializar gráficamente cuáles son las posibilidades y condiciones que se deben dar para que un paso o fase se produzca. Existiendo principalmente dos lenguajes de programación gráfica, de contactos (KOP) y de funciones lógicas (FUP), por razones de simplificación se va a trabajar únicamente con KOP.



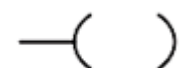
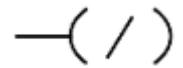
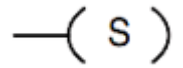
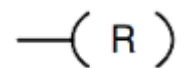
El punto de partida es conocer cuál es la nomenclatura utilizada para realizar una programación.

Tabla 11. Referencia en programación.

Zonas de memoria	Identificador	Funciones que procesan
Entradas	I o E	Entradas físicas
Salidas	Q o A	Salidas físicas
Marcas	M	Variables de procesamiento interno
Temporizadores	T	Valores de tiempo
Contactores	C	Valores de cómputo

### Simbología

Tabla 12. Simbología del lenguaje de contactos.

Símbolo	Función que procesan	Utilidad
	Contacto abierto	Se trata de un contacto que se activa cuando recibe señal (1)
	Contacto cerrado	Contacto que está desactivado mientras está recibiendo señal, solo se activa cuando deja de recibirla (0)
	Bobina directa	Será un elemento que funcionará cuando recibe señal (1)
	Bobina inversa	Será un elemento que funcionará cuando no recibe señal, es decir la señal es (0)
	Bobina de activación	Elemento que una vez activo se mantiene en esa posición hasta que recibe la función RESET
	Bobina de desactivación	Permite desactivar una bobina SET previamente activada



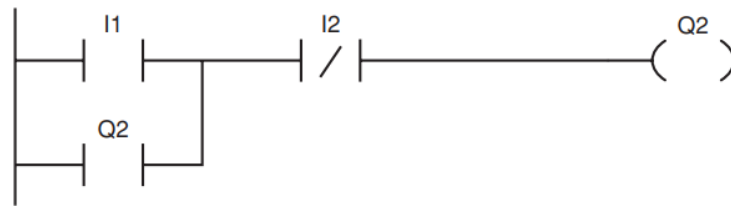


Figura 37. Ejemplo de programa KOP.

**Operaciones lógicas en lenguaje de contactos**

a) AND

Para que la bobina se active se tienen que cumplir las dos condiciones.

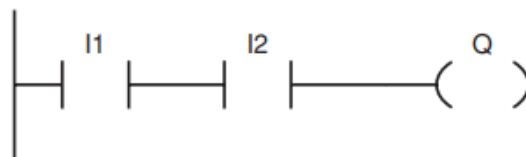


Figura 38. Operación AND (Fuente: Festo Didactic, 1999).

b) OR

Para que la bobina se active basta con que se cumpla una de las dos condiciones.

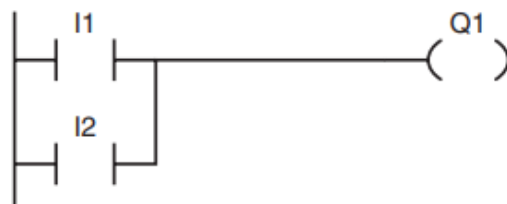


Figura 39. Operación OR (Fuente: Festo Didactic, 1999).

c) Agrupaciones de contactos

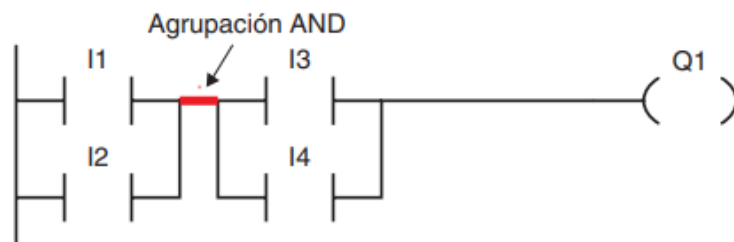


Figura 40. Unión de entradas mediante AND (Fuente: Festo Didactic, 1999).

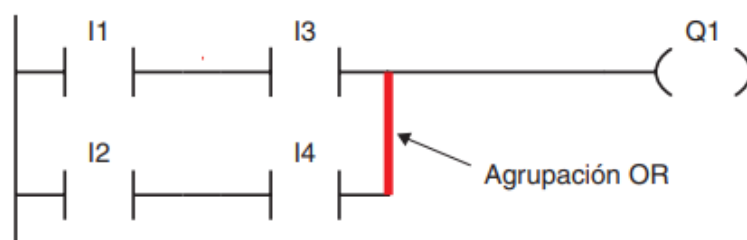


Figura 41. Unión de entradas mediante OR (Fuente: Festo Didactic, 1999).

d) Marcas internas

Funcionan como memorias internas. Guardan la información de una serie de entradas y las transforman en un marcador que facilita los gráficos.

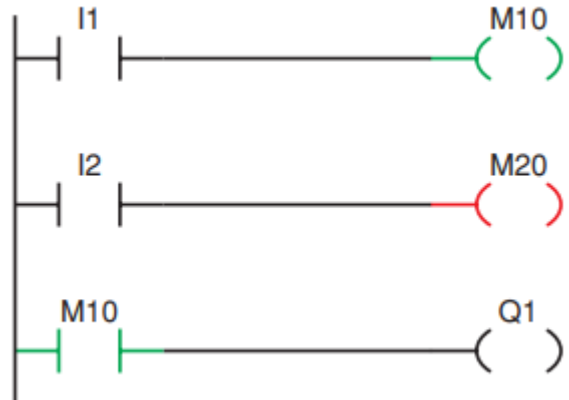


Figura 42. Operaciones con marcas (Fuente: Festo Didactic, 1999).

e) Operaciones de memoria SET – RESET

Utilizando las bobinas de enganche —( S ) y desenganche —( R ) descritas anteriormente. Al escribir sobre la bobina S el operando asociado se pone a «1» y se mantiene hasta que se realiza la escritura sobre la bobina R que lo pone a «0».

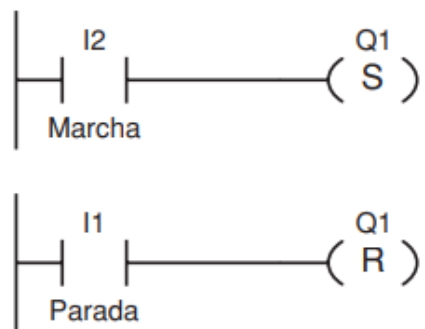




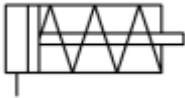
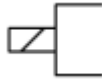

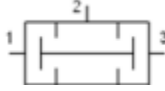
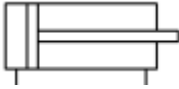
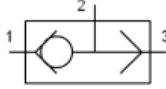
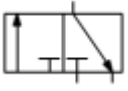




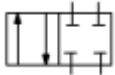
Figura 43. Operaciones SET RESET (Fuente: Festo Didactic, 1999).

4.2.2.2. Automatización neumática

Como los conocimientos básicos sobre la automatización neumática ya han sido trabajados durante los dos cursos anteriores se puede simplificar la información que se incluya en este apartado. Se procederá a hacer un resumen de los elementos más habituales que se utilizan, entendiéndose que ya se conoce el funcionamiento de cada uno.

Tabla 13. Simbología básica de automatización neumática.

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Unidad de mantenimiento: filtro regulador, lubricador		Pulsador general

	Cilindro de simple efecto normalmente, retroceso por resorte		Mando electromagnético con una bobina.
	Cilindro de simple efecto normalmente, carrera por resorte		Válvula AND
	Cilindro de doble efecto		Válvula OR
	Válvula 3/2 normalmente cerrada (NC)		Regulador de presión
	Válvula 3/2 normalmente abierta (NA)		Sensor capacitivo: detecta todo tipo de piezas
	Válvula 4/2		
	Válvula 4/2 normalmente cerrada (NC)		

#### 4.2.2.3. Sistemas y mecanismos de producción industrial.

Una línea de producción se puede clasificar según muchos criterios. Además, entre ellos no son excluyentes, es decir, una línea puede poder ser clasificada de varias formas según el criterio por el que se valore. Apoyándose en los apuntes de Domingo y Álvarez (s.f.) se destacan:

##### **Según el grado de automatización:**

- a) Líneas manuales: constituidas por un conjunto de estaciones de trabajo donde las operaciones son ejecutadas por operarios.
- b) Líneas automatizadas: donde las operaciones se realizan de forma automática.

##### **Según la arquitectura de la línea:**

- a) Líneas en serie: se tienen estaciones simples colocadas consecutivamente. En ellas las tareas pasan consecutivamente de una estación a otra.
- b) Líneas con estaciones en paralelo: se trata de una variación de las líneas en serie. Donde se permite tener dos o más estaciones idénticas que realizan en paralelo la misma tarea, por lo que los equipos requeridos deben replicarse.
- c) Líneas tipo U: cuando en una línea en serie o paralelo la longitud es una limitación se puede obligar a que el diseño definitivo se doble sobre sí mismo en una o varias ocasiones sin perder la característica de ser una línea. Un tipo particular de línea son las que tienen una distribución en U. En las líneas en U el punto final se acerca al punto inicial por lo que son muy útiles si es una línea de fabricación es habitual que el soporte sobre el que se mueve el producto haya que devolverlo a la estación principal.

**Por el flujo de piezas**

- a) Líneas síncronas: las piezas se mueven entre estaciones de manera intermitente, por lo que tienen un tiempo de ciclo común. El transporte entre estaciones se suele trasladar de manera conjunta por lotes.
- b) Líneas asíncronas: las piezas van siendo trasladadas a las estaciones posteriores cuando terminan en la estación actual. Debido a que los tiempos de ciclo no son iguales en todas las estaciones se deberá de disponer de almacenes intermedios entre estaciones.

**Por el tipo de producto**

- a) Líneas de único modelo: en ellas se monta un único modelo.
- b) Líneas mixtas: en este caso se montan variantes de un producto básico.
- c) Líneas multimodelo: donde se pueden fabricar diferentes tipos de productos, por lo que se debe preparar la línea cada vez que se cambie de producto.

**4.2.3. Caso práctico de contextualización**

Una empresa realiza una producción de tres tipos diferentes de refresco. Para su producción la empresa tiene distribuidas en la planta tres líneas en las que se realizan de manera independiente todas las tareas:

1. La fabricación de la botella modelo B001.
2. El llenado de la botella.
3. La fabricación del tapón modelo T001.
4. El roscado del tapón.
5. Pintado del tapón en función de si la bebida será con cafeína, cero o normal.

Actualmente, menos el conformado de las botellas y los tapones, el resto de las tareas se realizan de manera manual, por lo que se pide:

- a) Plantear otro tipo de distribución del proceso.
- b) Buscar un punto en el que el proceso pueda automatizarse.

**Resolución:**

Lo primero que se debe hacer es identificar cómo se realiza el proceso actualmente y cómo podría modificarse. Por la descripción de la propuesta los tres sistemas de producción actuales son líneas en serie, asíncronas y de un único modelo.

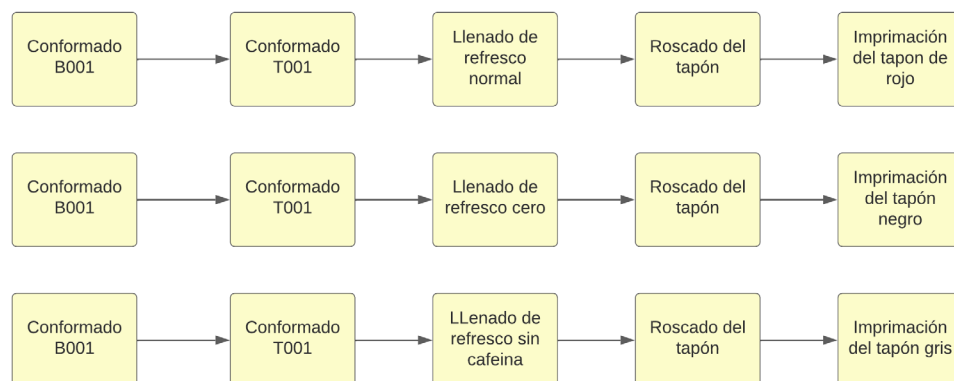


Figura 44. Lay-out actual del proceso.

Estudiando la problemática se plantean los siguientes cambios:

1. Al fabricar las tres líneas el mismo modelo de botella y de tapón se está haciendo un uso de máquinas en paralelo innecesario. Sería más conveniente, si la capacidad de producción lo permite que se centralizase el conformado de cada uno de los materiales en una estación.
2. Puesto que la diferencia de los tapones radica en el color de la imprimación, al final de la línea de producción de tapones se propone hacer una redundancia del proceso para conseguir los diferentes artículos. Se pasa de tres líneas de un único modelo a una línea mixta.
3. Se introduce una estación nueva que logrará que los tiempos de respuesta en la nueva distribución sea mucho más corto, automatizando la fase de roscado de los tapones. Se dispondrá de una un circuito neumático que irá separando los tapones en función de su color y los almacenará en buffers, dispuestos para ser roscados según la botella que venga.

El nuevo lay-out del proceso quedaría según la figura 45:

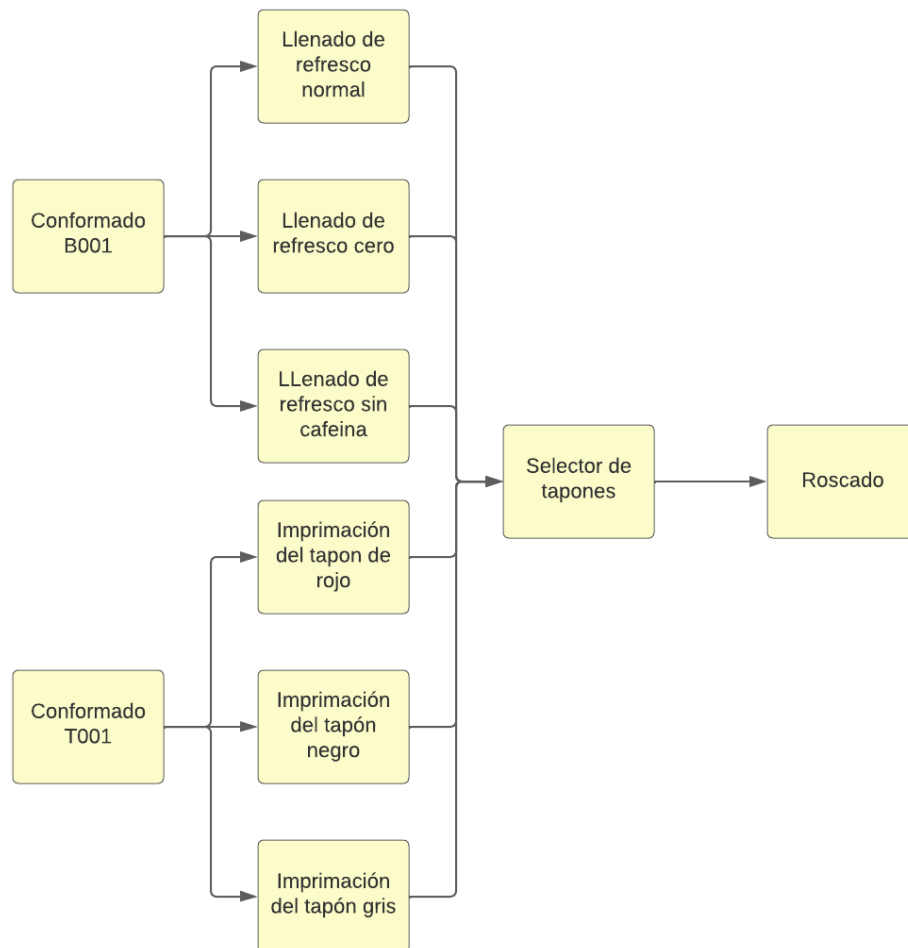


Figura 45. Nuevo lay-out del proceso.

Lo siguiente que se ha realizado es el diseño mediante soporte gráfico 3D. En este caso se ha optado por el programa Autodesk Inventor por ofrecer una licencia gratuita de un año para todos los estudiantes.

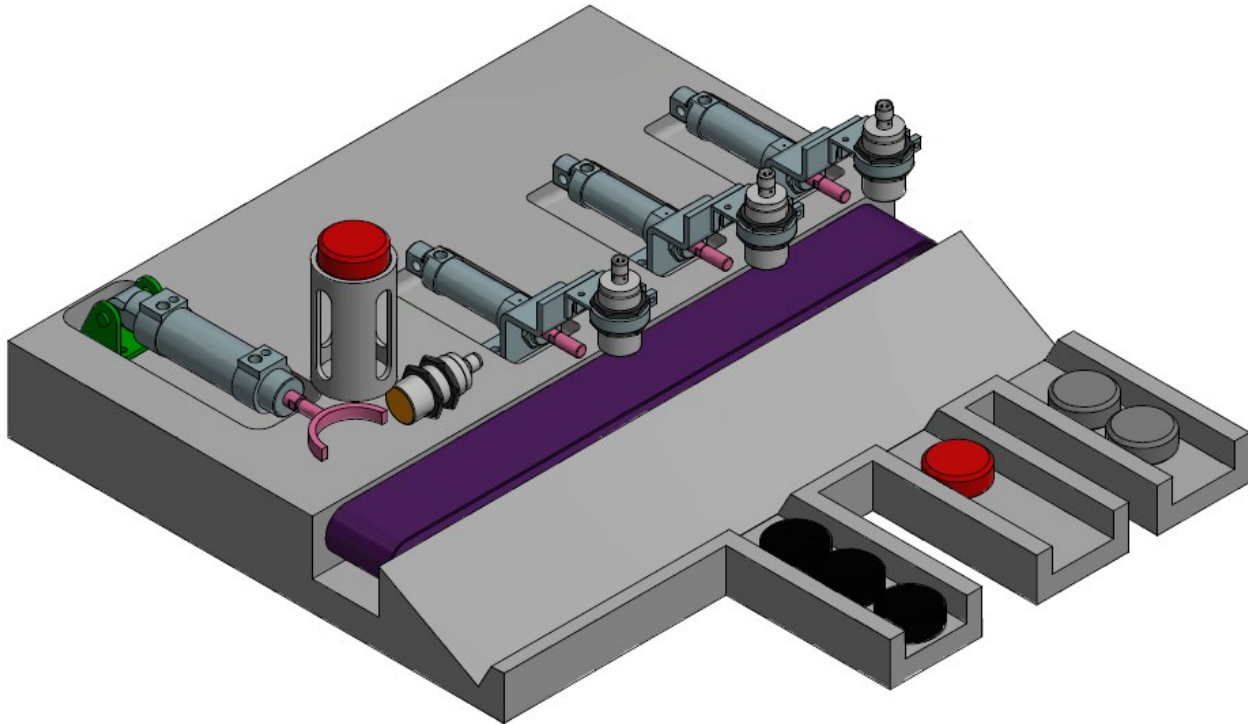


Figura 46. Selector de tapones diseñado.

En el Anexo III se pueden ver los planos del selector de tapones para un mejor entendimiento de las partes que lo constituyen y poder comprender mejor la siguiente explicación:

1. Los tapones con una imprimación de diferentes colores se van colocando de manera aleatoria en la tolva de almacenamiento que se irán apoyando por propia gravedad en la plataforma.
2. Una vez ahí, un sensor capacitivo los detectará y mandará la señal al cilindro A de que la expulse hacia la cinta transportadora.
3. Ya en la cinta se desplazará hasta que uno de los sensores detecte el color adecuado de la pieza y mande la señal al cilindro B, C o D para que la expulse hacia los respectivos buffers a la espera de que sean utilizados en el roscado.

Teniendo el proceso ya definido sólo falta hacer la automatización. Se ha optado por una neumática al no tener que desplazarse grandes cargas y ser más fácil de montar y mantener. El esquema neumático del proceso se muestra en la figura 47 y en él se puede ver que los tres cilindros están controlados por válvulas 4/2 NC con pilotaje por solenoides. Para activar estas bobinas se utilizarán los propios detectores capacitivos que detectarán las piezas y unos sensores inductivos colocados en los cilindros que marcarán el final de carrera del recorrido e indicarán que deben retroceder.

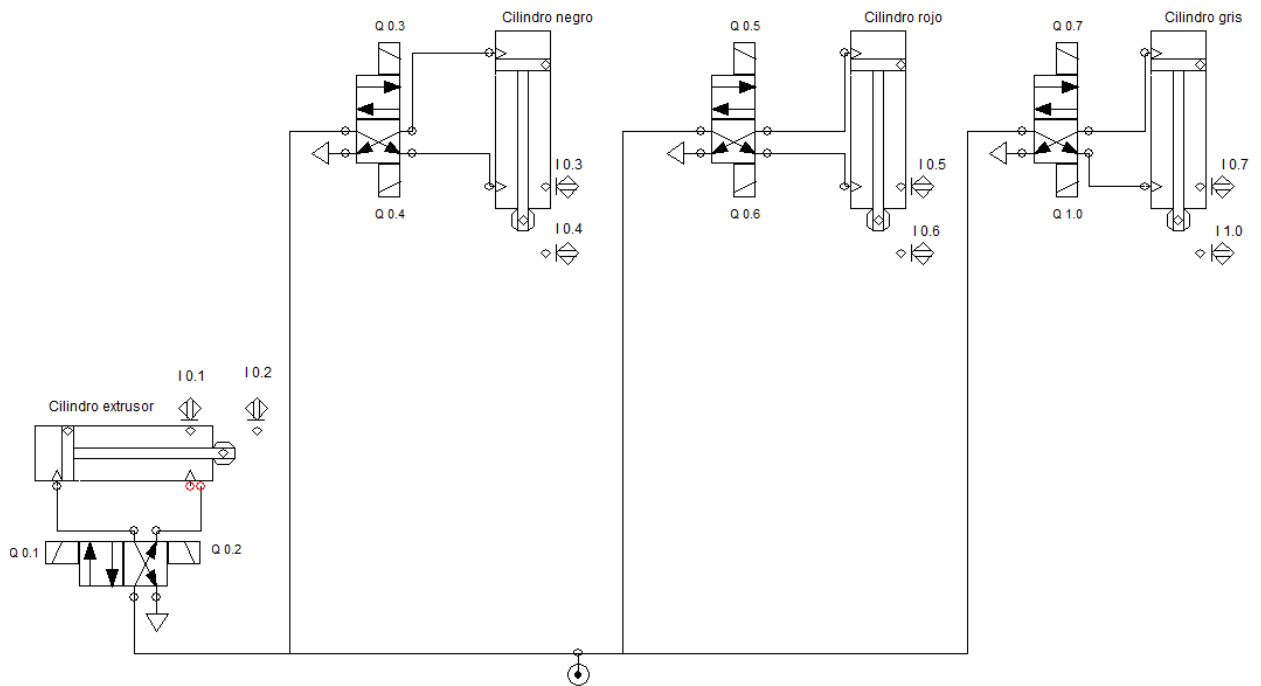


Figura 47. Esquema neumático del selector de tapones.

En la tabla 14 se presentan los direccionamientos de las entradas y salidas del esquema para poder comprender mejor el funcionamiento y como guía para poder desarrollar la programación en KOP.

Tabla 14. Direccionamiento de la estación selectora de tapones.

Entradas	Descripción	Salidas	Descripción
I 0.1	FC del cilindro extrusor	Q 0.1	Cilindro extrusor sale
I 0.2	Sensor detector de tapón en la tolva de almacenamiento	Q 0.2	Cilindro extrusor entra
I 0.3	FC del cilindro expulsor de tapones negros	Q 0.3	Cilindro expulsor de tapones negros sale
I 0.4	Sensor detector de tapones negros	Q 0.4	Cilindro expulsor de tapones negros entra
I 0.5	FC del cilindro expulsor de tapones rojos	Q 0.5	Cilindro expulsor de tapones rojos sale
I 0.6	Sensor detector de tapones rojos	Q 0.6	Cilindro expulsor de tapones rojos entra
I 0.7	FC del cilindro expulsor de tapones negros	Q 0.7	Cilindro expulsor de tapones grises sale
I 1.0	Sensor detector de tapones grises	Q 1.0	Cilindro expulsor de tapones grises entra

Teniendo esto solo faltaría plantear el programa que se tendrá que cumplir:

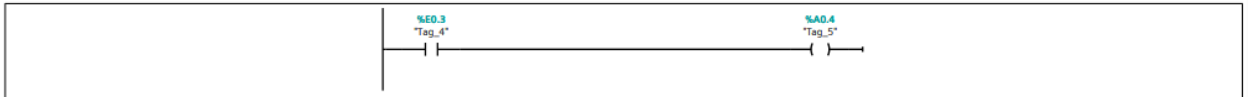
**Segmento 1: Alimentación de la cinta transportador**



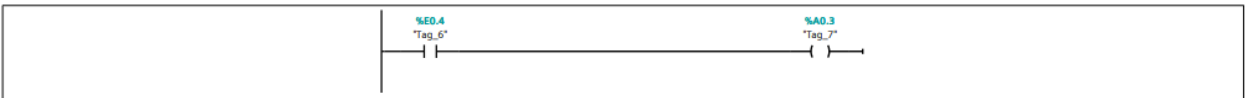
**Segmento 2: Entrada del cilindro extrusor**



**Segmento 3: Clasificación de tapón negro**



**Segmento 4: Entrada del cilindro expulsor de tapones negros**



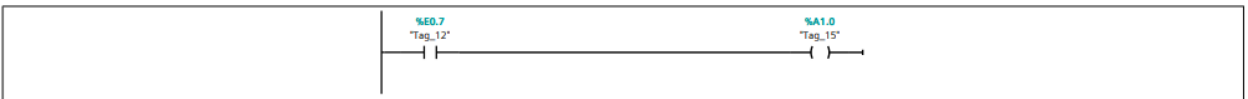
**Segmento 5: Clasificación de tapón rojo**



**Segmento 6: Entrada del cilindro expulsor de tapones rojos**



**Segmento 7: Clasificación de tapón gris**



**Segmento 8: Entrada del cilindro expulsor de tapones grises**

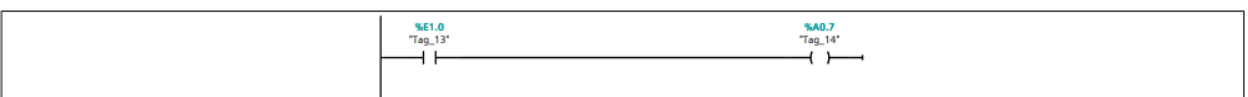


Figura 48. Programación KOP de la secuencia de movimientos.



#### 4.2.4. Aplicación práctica

Tabla 15. Propuesta de actividad - Automatizado en 2º de Bachillerato.

Ingeniería de Fabricación adaptada a Tecnología Industrial II de 2º de Bachillerato	
Nombre del proyecto	Reconfiguración de una línea de fabricación de sistemas de transmisión
Miembros	
Profesor	Jose Manuel Martín Ramón
Curso	2021 - 2022
Necesidad	<p>Una empresa ha dispuesto cuatro líneas de fabricación de piñones para bicicleta en serie. Actualmente el proceso que se sigue es:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Primera zona de las líneas: compuesta por unas prensas, que se encargan del troquelado de la plantilla inicial, que será común a todos los modelos. Una vez el material ha sido preconformado irá cayendo a unas cubetas comunes.</li> <li>Zona de mecanizado. Para esta fase los operarios tendrán que recoger las piezas de las cubetas y llevarlas a los centros de mecanizado verticales y horizontales, donde ya está cargado el programa que les dará la forma final.</li> <li>Zona de acabado: donde se les dará un baño anodizado a todas las piezas para aumentar sus características mecánicas</li> <li>Zona de clasificación y empaquetado: aquí se hará un packing de las piezas en blíster individuales para su posterior comercialización.</li> </ol> <p>Se pide:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siguiendo las actuales corrientes de automatización la empresa quiere hacer unas modificaciones del proceso y convertirlo en algo más autónomo, ya que hasta ahora sólo la zona de mecanizado trabaja con control numérico.</li> <li>Se intentará también eliminar todos los pasos duplicados que sea posible.</li> </ol>
Requisitos	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se deberá describir cómo está configurada actualmente la línea.</li> <li>Será necesario hacer una modificación que modifique en al menos dos estaciones los pasos de todas las líneas.</li> <li>Será necesaria la introducción de una estación automatizada en el proceso que cuente con:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Su respectivo diseño de conjunto.</li> <li>○ Un mínimo de cuatro actuadores neumáticos.</li> <li>○ Una programación del proceso.</li> </ul> </li> </ol>

## 4.3. Actividad 3: Mecanizado de anclajes para servomotor

### 4.3.1. Justificación de la propuesta

En el punto 3.3.1. “Fabricación asistida por ordenador” se mencionó que los bloques de contenidos evidenciaban una estrecha relación entre ellos. De su lectura se extrae que el objetivo final de las actividades de formación es que se adquieran las destrezas necesarias para desempeñar la función de programación de máquinas de CNC desde un sistema CAM y la capacitación para preparar las máquinas y fabricar piezas en máquinas de control numérico utilizadas en los diferentes sectores productivos en los que desempeña su actividad.

Por tanto, el material didáctico que se prepare al respecto irá enfocado a que el alumnado sea capaz de elaborar un programa de fabricación en máquinas de control numérico, a partir del diseño en formato CAD.

### 4.3.2. Desarrollo teórico

#### 4.3.2.1. Introducción

El mecanizado CAM es un término que define la fabricación asistida por ordenador para controlar, entre otras aplicaciones, centro de mecanizado de control numérico en la fabricación de piezas y prototipos.

Se trata de software que hace de puente entre la tecnología CAD, responsable de los diseños de planos 2D y 3D de piezas que conocemos, y el lenguaje de programación de las máquinas-herramienta (las líneas de palabras CNC que dan instrucciones cuando forman frases) para fabricar las piezas diseñadas. El CAM utiliza los modelos y ensamblajes creados en el software CAD para generar las trayectorias de las herramientas dirigidas por las máquinas, y, así, convertir los diseños en planos virtuales en partes físicas (Ferros, 2019)

Algunos de los simuladores más comercializados y, por tanto, de mayor interés para el sector industrial son:

- a) SolidCAM: es un software para manufactura CAM 3D que está integrado sobre SolidWorks.
- b) HSMWorks: diseñado dentro de la interface de Autodesk Inventor. Sirve para simulación de tornos sencillos hasta centros de mecanizado CNC multi ejes.
- c) HyperMILL: Funciona con fresados de 2,5 ejes hasta mecanizados de 5 ejes. Se caracteriza por contar con una base de datos con herramientas, velocidades, cálculos de avance y estrategias de corte que ayudan a automatizar el proceso de maquinado.

El uso de la fabricación asistida por ordenador supone numerosas ventajas para las empresas de mecanizado:

- a) Capacidad para generar perfiles de puntos automáticos en sólidos complejos.
- b) Permite cambios en todo el programa de mecanizado con un simple cambio en el sólido 3D.
- c) Calcula el tiempo de proceso en base a los parámetros de las herramientas y las condiciones de corte.

- d) Ofrece la posibilidad de detectar colisiones entre la máquina y la pieza, así como parámetros de uso fuera de las especificaciones.

Extraídas de la página oficial de Autodesk estas son las funciones básicas que el alumnado deberá conocer, y que se complementarán con el [manual completo](#) accesible a través del link.

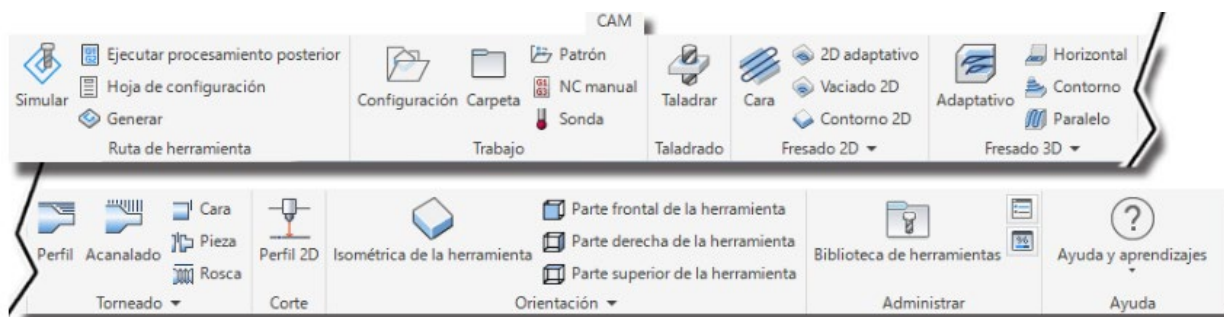


Figura 49. Cuadro de comandos de Inventor CAM (Fuente: Autodesk).

#### 4.3.2.2. Creación de trayectorias

Hay varios pasos que debe seguir para crear una pieza programada mediante CN.

1. Configuración: define la orientación de la pieza, el plano de corte, el tamaño del material, la posición cero de XYZ y el desfase del sistema de coordenadas de trabajo (WCS).
2. Trayectorias: selecciona las opciones adecuadas para la estrategia de corte, la superficie de corte, la herramienta para cortar y los pasos de corte.
3. Simulación: verifica que la trayectoria se adapta a unas necesidades y que corte las áreas correctas. Si es necesario, se puede editar la estrategia de la trayectoria.
4. Posprocesamiento: selecciona una acción posterior que coincida con la máquina o control, y con la salida de CN de la máquina.

#### 4.3.2.3. Configuración e información de herramientas

El programa de configuración le permite seleccionar el tipo de máquina que se programará, establecer el tamaño del material y configurar la posición cero de XYZ. Como puede mecanizar cualquier cara de la pieza, use los parámetros de WCS para alinear el eje de la pieza. Información de herramientas es una herramienta avanzada para obtener información sobre los parámetros del sistema. En algunas instancias de información de herramientas, se mostrará una descripción sencilla del parámetro, mientras que otras contendrán ilustraciones a modo de demostración. Mantenga el cursor sobre el parámetro para mostrar la información de herramientas. En la ilustración de la derecha, se muestra la información de herramientas del parámetro “Voltear eje z”.

#### 4.3.2.4. Estrategias de trayectoria y el Navegador de CAM

El Navegador de CAM permite ver y modificar las estrategias de mecanizado asociadas a la pieza actual. El Navegador de CAM se activa cuando se carga un archivo de ensamblaje o pieza y se selecciona una estrategia de trayectoria en la cinta de opciones de CAM. Esto reemplaza al Autodesk Inventor.

Para crear la primera operación de mecanizado, basta con seleccionar cualquiera de las estrategias de ruta de herramienta en la barra de herramientas de CAM. El tipo de ruta de herramienta necesario depende naturalmente de la geometría de la pieza. Para obtener una descripción de las estrategias de mecanizado individuales se deben definir unas estrategias de mecanizado 2D o de mecanizado 3D.

Después de crear la configuración se puede seleccionar una estrategia de trayectoria. El cuadro de diálogo Operación se mostrará en el Navegador de CAM, en la parte izquierda de la ventana de gráficos. En la barra de título, se muestra el nombre de la estrategia seleccionada. A la derecha del nombre de la estrategia se encuentra el número de la operación. Como es la primera operación de vaciado 2D para la pieza, el nombre se muestra como 2D Pocket1. La siguiente operación de vaciado 2D aparecerá como Pocket2 2D, y así sucesivamente. Esta convención de nomenclatura se aplica a todas las estrategias de mecanizado y configuración en Inventor CAM.

#### 4.3.2.5. Cuadros de diálogo de trayectoria

Todos los cuadros de diálogo de trayectoria aparecen cinco pestañas en la parte superior del cuadro de diálogo.

##### a) Ficha Herramienta

- Permite seleccionar una herramienta de la biblioteca o crear una nueva.
- Permite establecer tipo de refrigerante.
- Permite establecer las fuentes y velocidades adecuadas para su herramienta y material.

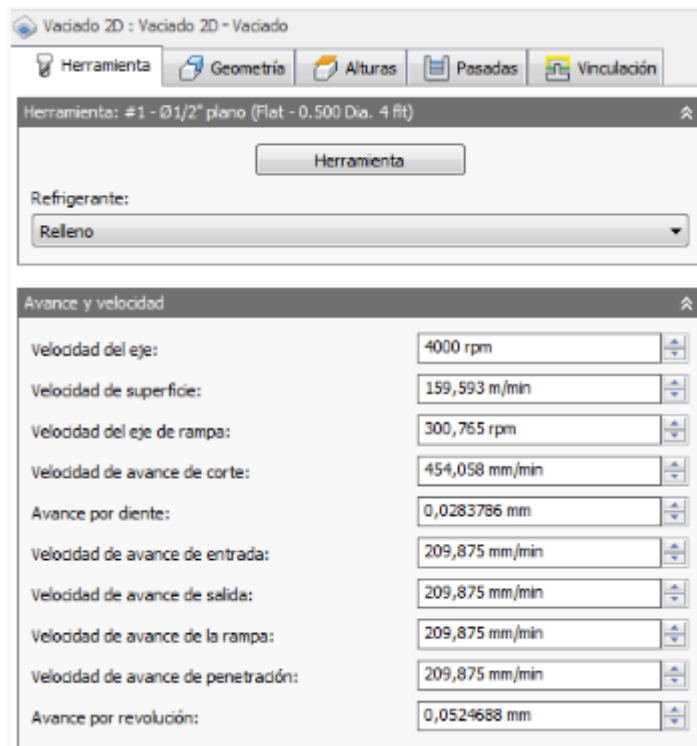


Figura 50. Pestaña de la ficha de herramienta en operaciones de vaciado.

b) Ficha Geometría

- Permite seleccionar el área o los bordes que se mecanizarán.
- Permite seleccionar los límites de contención.
- Permite cambiar la orientación de la herramienta para el indizado o el mecanizado 2+3.

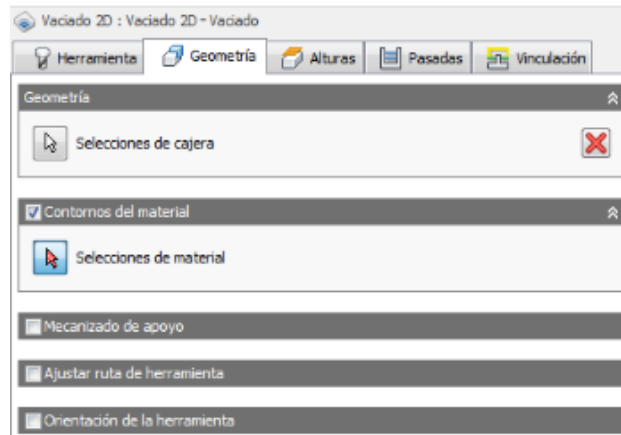


Figura 51. Pestaña de condiciones geométricas en operaciones de vaciado.

c) Ficha Alturas

- Altura del espacio libre es para la posición de aproximación de las herramientas.
- Altura retracción es la posición rápida por encima de la pieza.
- Altura del avance es la posición de avance inicial.
- Altura superior es la parte superior de la superficie que se mecanizará.
- Altura inferior es la profundidad del corte final.

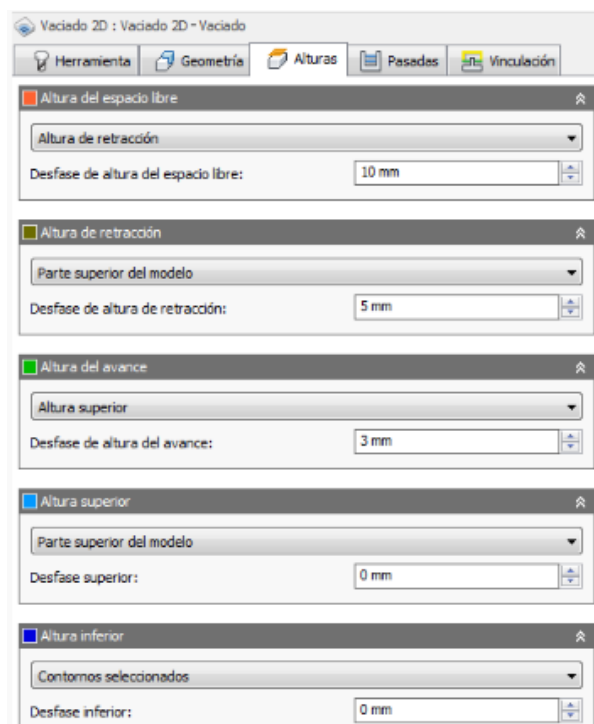


Figura 52. Pestaña de alturas de mecanizado en operaciones de vaciado.

d) Ficha Pasadas

- Las pasadas controlan los parámetros de corte lateral.
- Las profundidades múltiples controlan varios pasos hacia el interior de la pieza.
- Material que se dejará para futuros cortes o pasadas de acabado.

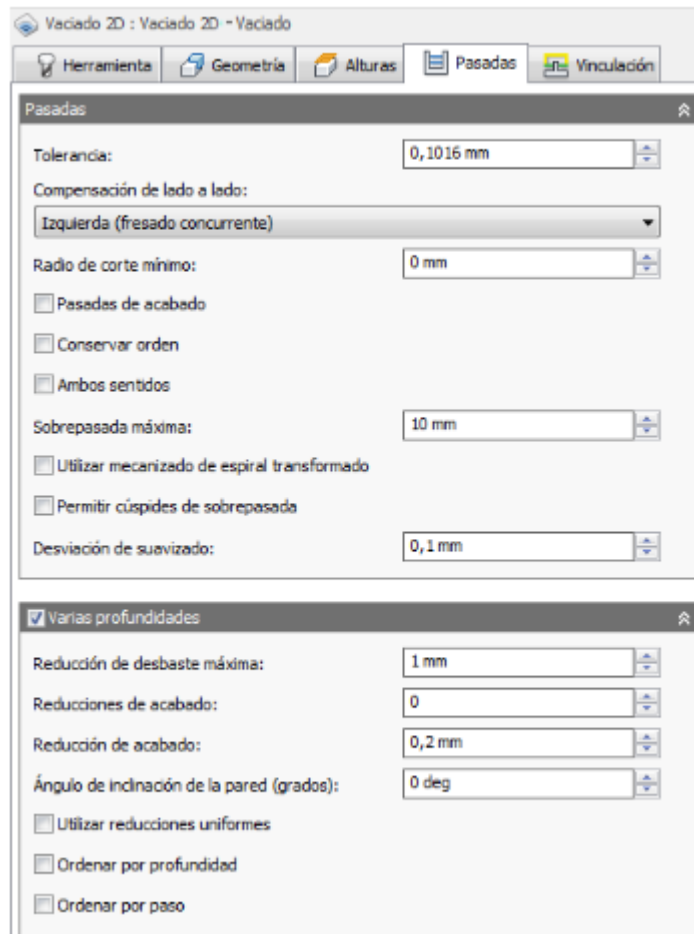


Figura 53. Pestaña de selección de condiciones de pasada en operaciones de vaciado.

e) Ficha Vinculación

- La vinculación determina la forma en que la herramienta se mueve de un corte al siguiente.
- Establece las condiciones en que se retraerá la herramienta.
- Las entradas/salidas controlan la forma en que la herramienta realizará la entrada o salida del corte.

#### 4.3.2.6. Simulación del material

Para invocar la simulación sólida, se debe activar la casilla de verificación Material en el cuadro de diálogo Simulación.

Se deben usar los controles del reproductor de la parte inferior de la ventana de gráficos para reproducir, detener, rebobinar o desplazarse por la simulación de la trayectoria. La barra deslizante inferior controla la velocidad y la dirección.

#### 4.3.2.7. Procesamiento posterior

Inventor CAM se suministra con una amplia variedad de posprocesadores personalizables que se pueden invocar al seleccionar una o más operaciones desde el Navegador de CAM y al hacer clic en la ficha CAM → panel Ruta de herramienta → Posprocesamiento

#### 4.3.3. Caso práctico de contextualización

La empresa Servo S.L. plantea introducir un nuevo sistema de anclaje en sus líneas de mecanizado. Para ello, en un primer acercamiento, se plantea la simulación del proceso para validar la posibilidad de poder llevar a cabo el proceso con las herramientas y condiciones actuales o por el contrario se debería añadir una nueva línea de mecanizado independiente.

Además de las especificaciones de la pieza, que se muestran en el Anexo IV, se debe considerar que las herramientas disponibles actualmente son:

- a) Plato de cara D50.
- b) Fresa de corona D63.
- c) Fresa D16 de desbaste.
- d) Fresa con punta plana D4.
- e) Fresa con punta plana D6.
- f) Broca escalonada RS D5.
- g) Broca D5.
- h) Broca de punteado D10.

Se pide:

- a) Diseñar el modelo en 3D.
- b) Asignar las herramientas y parámetros necesarios.
- c) Realizar la simulación para obtener los informes.

#### **Resolución:**

Para poder hacer una simulación en CAM lo primero que habrá que realizar es un modelado 3D de la pieza, mediante Autodesk Inventor, en base al plano de fabricación disponible. Del proceso de diseño se obtiene una visión realista de la configuración final de la placa (figura 54).

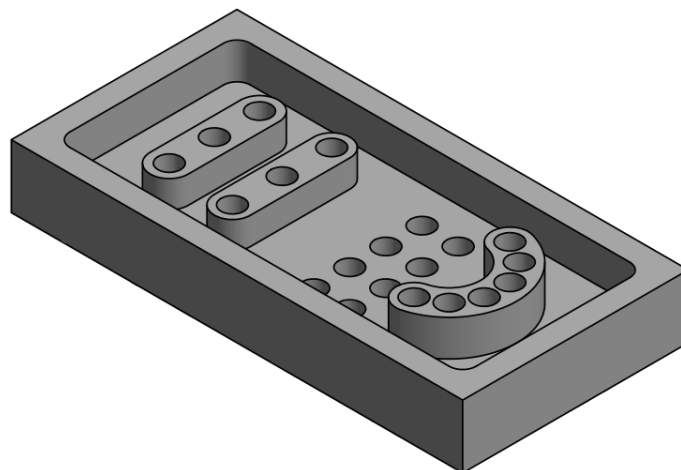


Figura 54. Simulación 3D de la placa de anclaje mediante Autodesk Inventor.

Una vez que la pieza se tiene diseñada se podrá procesar mediante la extensión CAM del mismo programa. Para ello será necesario seguir los pasos planteados en el manual:

1. Configuración de la pieza y las posiciones de inicio.

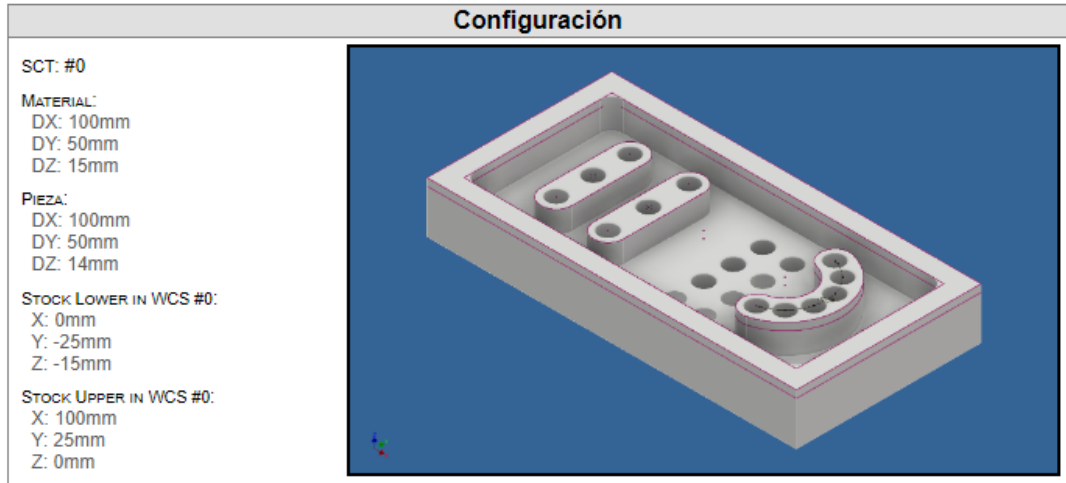


Figura 55. Especificaciones geométricas de la transformación del material en bruto a la pieza mecanizada.

2. Generación de las trayectorias y configuración de herramientas

Se debe realizar una primera configuración situando las condiciones de inicio en el centro del plano XY y en la parte superior del material. Posteriormente se deberá hacer un planeado sin entrada ni salida tangencial y con trayectorias de pasada en línea recta para así poder preparar la pieza para el escuadrado de las caras laterales, donde se elimina todo el material sobrante en el contorno de la pieza. Con el bruto totalmente escuadrado se debe realizar el cajeadado de las islas, el punteado de los agujeros pasantes y el taladrado de los mismos.

3. Definido cómo va a ser el proceso y las herramientas que se van a utilizar se procede a hacer la simulación. El sistema generará el número de operaciones necesarias para realizar la pieza y las características necesarias de cada una (parámetros de corte, tiempos, distancia mecanizada, etc.)

Operaciones		
Operación 1/8 DESCRIPCIÓN: Cara2 ESTRATEGIA: Facing SCT: #0 TOLERANCIA: 0.01mm REDUCCIÓN MÁXIMA: 1mm SOBREPASADA MÁXIMA: 47.5mm	MAXIMUM Z: 10mm MINIMUM Z: -1mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 796rpm MAXIMUM FEEDRATE: 190.986mm/min CUTTING DISTANCE: 517mm RAPID DISTANCE: 68.97mm ESTIMATED CYCLE TIME: 2m:43s (4.5%) REFRIGERANTE: Relleno	T1 D1 L1 CAMBIO DE HERRAMIENTA MANUAL TIPO: fresado de cara DIÁMETRO: 50mm LONGITUD: 50mm FLUTES: 3 DESCRIPCIÓN: Plato 50
Operación 2/8 DESCRIPCIÓN: Vaciado 2D4 ESTRATEGIA: Pocket 2D SCT: #0 TOLERANCIA: 0.1mm MATERIAL A DEJAR: 0.5mm/0mm REDUCCIÓN MÁXIMA: 1mm SOBREPASADA MÁXIMA: 15.2mm	MAXIMUM Z: 10mm MINIMUM Z: -3mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 438rpm MAXIMUM FEEDRATE: 45.757mm/min CUTTING DISTANCE: 759.2mm RAPID DISTANCE: 19mm ESTIMATED CYCLE TIME: 16m:48s (28.1%) REFRIGERANTE: Relleno	T9 D9 L9 CAMBIO DE HERRAMIENTA MANUAL TIPO: fresa con punta plana DIÁMETRO: 16mm LONGITUD: 80mm FLUTES: 4 DESCRIPCIÓN: Fresa Desbaste D16



<p>Operación 3/8 DESCRIPCIÓN: Vaciado 2D5 ESTRATEGIA: Pocket 2D SCT: #0 TOLERANCIA: 0.1mm MATERIAL A DEJAR: 0.5mm/0mm REDUCCIÓN MÁXIMA: 1mm SOBREPASADA MÁXIMA: 15.2mm</p>	<p>MAXIMUM Z: 15mm MINIMUM Z: -9mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 438rpm MAXIMUM FEEDRATE: 45.757mm/min CUTTING DISTANCE: 900.93mm RAPID DISTANCE: 37mm ESTIMATED CYCLE TIME: 20m:4s (33.5%) REFRIGERANTE: Relleno</p>	<p><b>T9 D9 L9</b> <b>CAMBIO DE HERRAMIENTA MANUAL</b> TIPO: fresa con punta plana DIÁMETRO: 16mm LONGITUD: 80mm FLUTES: 4 DESCRIPCIÓN: Fresa Desbaste D16</p>	
<p>Operación 4/8 DESCRIPCIÓN: Vaciado 2D7 ESTRATEGIA: Pocket 2D SCT: #0 TOLERANCIA: 0.1mm MATERIAL A DEJAR: 0.5mm/0mm REDUCCIÓN MÁXIMA: 1mm SOBREPASADA MÁXIMA: 3mm</p>	<p>MAXIMUM Z: 10mm MINIMUM Z: -9mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 1220rpm MAXIMUM FEEDRATE: 1000mm/min CUTTING DISTANCE: 3226.34mm RAPID DISTANCE: 405.89mm ESTIMATED CYCLE TIME: 13m:52s (23.2%) REFRIGERANTE: Relleno</p>	<p><b>T14 D14 L14</b> TIPO: fresa con punta plana DIÁMETRO: 6mm LONGITUD: 30mm FLUTES: 3 DESCRIPCIÓN: fresa 6 COMENTARIO: desbaste y acabdo</p>	
<p>Operación 5/8 DESCRIPCIÓN: Contorno 2D1 ESTRATEGIA: Contour 2D SCT: #0 TOLERANCIA: 0.01mm MATERIAL A DEJAR: 0mm SOBREPASADA MÁXIMA: 3.8mm</p>	<p>MAXIMUM Z: 10mm MINIMUM Z: -9mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 1830rpm MAXIMUM FEEDRATE: 512.479mm/min CUTTING DISTANCE: 550.23mm RAPID DISTANCE: 169.53mm ESTIMATED CYCLE TIME: 1m:57s (3.3%) REFRIGERANTE: Relleno</p>	<p><b>T12 D12 L12</b> <b>CAMBIO DE HERRAMIENTA MANUAL</b> TIPO: fresa con punta plana DIÁMETRO: 4mm LONGITUD: 80mm FLUTES: 4 DESCRIPCIÓN: Fresa D4</p>	
<p>Operación 6/8 DESCRIPCIÓN: Taladrar2 ESTRATEGIA: Taladrado SCT: #0 TOLERANCIA: 0.01mm</p>	<p>MAXIMUM Z: 10mm MINIMUM Z: -10mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 955rpm MAXIMUM FEEDRATE: 66.845mm/min CUTTING DISTANCE: 60mm RAPID DISTANCE: 753.42mm ESTIMATED CYCLE TIME: 1m:3s (1.8%) REFRIGERANTE: Relleno</p>	<p><b>T2 D2 L2</b> <b>CAMBIO DE HERRAMIENTA MANUAL</b> TIPO: punteado DIÁMETRO: 10mm ÁNGULO DE LA PUNTA: 90° LONGITUD: 50mm FLUTES: 2 DESCRIPCIÓN: broca puntos10</p>	
<p>Operación 7/8 DESCRIPCIÓN: Taladrar3 ESTRATEGIA: Taladrado SCT: #0 TOLERANCIA: 0.01mm</p>	<p>MAXIMUM Z: 10mm MINIMUM Z: -17.5mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 1910rpm MAXIMUM FEEDRATE: 133.69mm/min CUTTING DISTANCE: 84.02mm RAPID DISTANCE: 415.33mm ESTIMATED CYCLE TIME: 43s (1.2%) REFRIGERANTE: Relleno</p>	<p><b>T3 D3 L3</b> <b>CAMBIO DE HERRAMIENTA MANUAL</b> TIPO: taladrar DIÁMETRO: 5mm ÁNGULO DE LA PUNTA: 118° LONGITUD: 67mm FLUTES: 2 DESCRIPCIÓN: Broca D5</p>	
<p>Operación 8/8 DESCRIPCIÓN: Taladrar4 ESTRATEGIA: Taladrado SCT: #0 TOLERANCIA: 0.01mm</p>	<p>MAXIMUM Z: 10mm MINIMUM Z: -9mm VELOCIDAD MÁXIMA DEL EJE: 1910rpm MAXIMUM FEEDRATE: 133.69mm/min CUTTING DISTANCE: 144mm RAPID DISTANCE: 437.35mm ESTIMATED CYCLE TIME: 1m:10s (1.9%) REFRIGERANTE: Relleno</p>	<p><b>T3 D3 L3</b> <b>CAMBIO DE HERRAMIENTA MANUAL</b> TIPO: taladrar DIÁMETRO: 5mm ÁNGULO DE LA PUNTA: 118° LONGITUD: 67mm FLUTES: 2 DESCRIPCIÓN: Broca D5</p>	

Figura 56. Operaciones de mecanizado extraídas de la simulación CAM.

4. Finalmente, se seleccionará el centro de mecanizado que se encuentra en la línea de mecanizado para que se genere el programa de control numérico. Para este supuesto se va a considerar que se dispone de un KONDIA B700, que cuenta con un lenguaje de comunicación Fagor 8025. El programa CNC completo se muestra a través del [siguiente enlace](#).

A modo visual, en el Anexo V se pueden ver capturas del proceso de mecanizado compartido en el [siguiente enlace](#).

#### 4.3.4. Aplicación práctica

Tabla 16. Propuesta de actividad – CAM en FP.

Ingeniería de Fabricación adaptada a Fabricación Asistida por Ordenador del título de Grado Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica	
Nombre del proyecto	Mecanizado de piezas de ajedrez
Miembros	
Profesor	Jose Manuel Martín Ramón
Curso	2021 - 2022
Necesidad	<p>Una de las ventajas de la fabricación asistida por ordenador es la posibilidad de generar contornos difíciles que mediante programación CNC manual sería muy costoso.</p> <p>En este caso se van a replicar todas las piezas de un juego de ajedrez del que se dispone en el taller. Cada grupo se encargará de realizar todos los pasos necesarios para fabricar la pieza asignada.</p>
Requisitos	<p>a) Se deberá generar el sólido 3D de la pieza. Para ello previamente se utilizarán instrumentos de medida para obtener el contorno.</p> <p>b) Se generará la simulación CAM de las operaciones necesarias. Aquí se debe considerar que los parámetros de trabajo son libres, siempre que cumplan con las especificaciones de las herramientas a utilizar, que serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fresa cilíndrica frontal DIN 1880 NR Vivahogar D20.</li> <li>○ Fresa VALLORBE F1073.1- D6.</li> <li>○ Fresa de Diamante Cónica con Punta Plana 848 FG D4.</li> <li>○ Broca helicoidal D2 JBM 53852.</li> </ul> <p>c) Una vez realizada la simulación y ver que no existen colisiones entre operaciones ni parámetros fuera de lo normal se generará el código CNC y se pasará a mecanizar.</p>

#### 4.4. Evaluación del índice de logro

A lo largo del TFM se ha podido resaltar la importancia de realizar propuestas educativas adaptadas a las necesidades de formación actuales. Puesto que, cómo se comenzó enunciando en el primer punto del documento, uno de los objetivos del TFM es poner en valor la implicación del alumnado dentro de su formación. Dentro de este rol activo podría darse el caso de que la forma en la que se han estructurado toda la información no sea la más adecuada para su comprensión y trabajo. Ante esta situación se plantea realizar una evaluación que verse sobre los siguientes aspectos:

Tabla 17. Propuesta de evaluación para futuras modificaciones de la utilidad del TFM.

Valora los siguientes aspectos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Claridad de la exposición del profesorado										
Metodología utilizada en clase										
Capacidad de motivación de la actividad										
Organización de la actividad										
Utilidad práctica para el futuro laboral										
Recursos utilizados (programas, material, ...)										
Dificultad de las propuestas planteadas										

## 5. Conclusiones y desarrollos futuros

---

### 5.1. Conclusiones

Este apartado carece ya de cualquier tipo de fundamentación teórica o influencias de otros autores o trabajos. Se trata de una reflexión personal del autor, de carácter retrospectivo, en la que se detallan las conclusiones que se obtienen del ejercicio de análisis de todos los pasos seguidos. Se pretende conseguir, con la redacción del mismo, analizar la situación de partida antes de comenzar con el proceso de elaboración del Trabajo de Fin de Máster y cómo, a través de los diferentes momentos reseñables en su realización, se ha logrado adquirir un mayor grado de detalle de lo que es un trabajo de esta magnitud y las aportaciones al ámbito educativo que puede tener.

El Trabajo Fin de Máster buscaba realizar un análisis crítico de las propuestas relacionadas con el tema elegido para el estudio, enmarcar dicho trabajo en un marco teórico y diseñar unas propuestas que consiguiera que el alumnado al que van destinadas adquiriera unas competencias actualizadas a la industria 4.0.

Por un lado, se ha podido analizar la bibliografía existente en relación con el tema del TFM para no caer en lo repetitivo. Se trata de un trabajo de investigación minucioso que ha lleva gran cantidad de tiempo pero que si se realiza de manera correcta facilita la elaboración del resto del documento, hasta tal punto de poder enfocar el resto de las actuaciones hacia ciertos aspectos clave no estudiados por otros autores.

Por otro lado, las finalidades que perseguía la elaboración del trabajo eran la aportación de información sobre las dificultades latentes en los currículos educativos y la elaboración de un material didáctico adaptado a un entorno laboral muy cambiante en las últimas décadas. De éstas se puede concluir:

- a) En relación a la primera finalidad, tras el análisis de numerosa documentación legislativa se ha podido constatar que quedan perfectamente detallados los condicionantes que generan limitaciones en la formación para el mercado laboral y las conexiones de contenidos que se pueden llevar a cabo para solucionarlo.
- b) En relación a la segunda finalidad, se han desarrollado unas propuestas educativas que pretende acabar con los problemas mencionados en el párrafo anterior. Se ha llevado a cabo teniendo en cuenta que para que sea de utilidad debe ser efectiva, sostenible en el tiempo y actualizada; por eso, en todos los apartados se detallan cuáles son los contenidos a desarrollar y las consideraciones a tener en cuenta para poder adaptarlos al sector industrial de la mejor manera posible. Entendiéndose que se ha buscado en todo momento la idoneidad de todas las actividades dentro de los conocimientos previos del alumnado y las capacidades asociadas a cada etapa educativa.

Por su parte, también se han alcanzado todos los objetivos perseguidos con la elaboración del trabajo. Gracias al análisis del estado del arte de la Ingeniería de Fabricación, que ha permitido conocer las dificultades con las que se encuentran las empresas y los centros educativos, y a un análisis detallado de las características específicas del modelo educativo se ha

podido proyectar una propuesta de mejora que pretende modificar la metodología actual en la enseñanza y ayudar a romper con la idea de que los alumnos son sujetos pasivos con un alto conocimiento de contenidos teóricos pero bajo manejo de habilidades prácticas.

Para concluir, se considera que a través de todos los pasos que se han seguido se ha conseguido un alto grado de detalle y un material didáctico útil para mejorar el sistema educativo actual.

## 5.2. Desarrollos futuros

Tras la elaboración de este Trabajo Fin de Máster se ha evidenciado la posibilidad de interconectar aspectos educativos con necesidades empresariales en el campo de la Fabricación Mecánica. Partiendo de ese punto, se podrían plantear multitud de nuevos desarrollos que sirviesen cómo apertura al uso de esta metodología en otros ámbitos o cómo profundización en alguno de los conceptos estudiados. Algunos de los trabajos que se proponen son:

- a) Estudio, comparativa y aplicaciones educativas de las diferentes resinas BioMed en la impresión de elementos del sector sanitario.
- b) Desarrollo y simulación de procesos automatizados, adaptados al ámbito educativo, mediante el uso de PLCs virtuales y sistemas CAD, a través de herramientas de conexión como Siemens NX.
- c) Análisis económico sobre los costes derivados de la formación e implantación integral de las nuevas tecnologías de mecanizado en la industria y el consecuente impacto en la reducción de tiempos y materias primas.

## 6. Bibliografía

---

- Arias, M. (2016, 13 de junio). *5 ventajas del aprendizaje colaborativo en aula que te inspirarán para aplicarlo en cualquier área*. Recuperado de <http://www.eligeeducar.cl/5-ventajas-del-aprendizaje-colaborativo-para-utilizarlo-en-cualquier-area>
- Decajú, M. (2012, 15 de febrero). *Los profesores opositores de FP deberán estudiar temarios obsoletos de 1996*. El Mercantil Valenciano. <https://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2012/02/15/profesores-opositores-fp-deberan-estudiar-13003859.html>
- DECRETO FORAL 48/2009, de 4 de mayo, por el que se establecen la estructura y el currículo del título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica en el ámbito de la Comunidad Foral de Navarra (BON, de 13 de julio).
- Díaz, A. (1990). Formación profesional. Problemas de una articulación entre economía y currículo. *Revista Latinoamericana de estudios educativos*, 20 (4), pp. 129-144.
- Domingo, A. y Álvarez, R. (s.f.). Líneas de montaje. *Sistemas Productivos Industriales* (pp. 4-11). UNED.
- Enríquez, J.M. (2017). *"Bridge the Gap: photovoltaic" an educational proposal* [Trabajo Fin de Máster, UNED]. Repositorio Institucional de la UNED.
- Ferros, E. (2019, 3 de junio). *El mecanizado CAM: qué es y qué ventajas aporta*. Planes. <https://ferrosplanes.com/mecanizado-cam/>
- Francisco, A. (2021, 2 de noviembre). Los robots toman las fábricas mientras se agrava la escasez de mano de obra humana: Nissan prevé implantar en todo el mundo sus plantas automatizadas. Businessinsider. <https://www.businessinsider.es/robots-toman-fabricas-mientras-escasea-mano-obra-humana-955747>
- García, M. (2011). *Propuesta metodológica y aplicaciones en el marco del espacio europeo de Educación Superior para la enseñanza de materias tecnológicas basada en Normas y aplicada a los estudios de Grado en Ingenierías de la rama Industrial* [Tesis de Doctorado, UNED]. Repositorio Institucional de la UNED.
- Impresión3D (2019, 26 de febrero). *¿Qué es un Prototipo y cuál es su función en la impresión 3D?* Impresión3D. Recuperado de <https://impresion3d.com/test/que-es-un-prototipo-y-para-que-funciona/>
- La importancia del software en la industria. Sistemas CAD/CAM* (2022, 27 de abril). Ningenia. <https://ningenia.com/la-importancia-del-software-en-la-industria-sistemas-cad-cam/>
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional (BOE, de 1 de abril)

- Lleó, A. (2019). Ingenieros 4.0 ¿listos para la revolución? *Revista cultural y de cuestiones actuales*, 714, pp. 82.
- López, M. (2016, 30 de diciembre). *Aprendizaje cooperativo: ventajas y desventajas*. Skills 21. <http://competenciasdelsiglo21.com/aprendizaje-cooperativo-ventajas-desventajas/>
- Obra colectiva Edebé (2009). *Tecnología Industrial, 1 Bachillerato* (1ª edición 2ª impresión). Editorial Edebé.
- Orden EDU/2212/2009, de 3 de julio, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de Grado Superior correspondiente al título de Técnico Superior en Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica (BOE, de 12 de agosto).
- ORDEN ESD/3390/2008, de 3 de noviembre, *por la que se establece el currículo del ciclo formativo de Grado Medio correspondiente al título de Técnico en Mecanizado* (BOE, de 7 de noviembre).
- Organización Internacional de Normalización (1992). *Documentación Técnica de Producto. Vocabulario. Parte 1: Términos relacionados con el Dibujo Técnico: Generalidades y Tipos de Dibujos* (ISO 10209-1)
- Organización Internacional de Normalización (2012). *Dibujos Técnicos: Referencia de elementos* (ISO 6433)
- Pérez, C. (2000). *Utilización de nuevas tecnologías Soft para satisfacer futuras demandas del desempeño profesional*. Centro Universitario de Desarrollo CINDA, Chile.
- Piaget, J. (1996). Piaget y la educación. *Perspectiva*, 26 (1), pp. 10-12.
- Pliego, N. (2011). El aprendizaje cooperativo y sus ventajas en la educación intercultural. *Hekademos*, 4 (8), 63-76.
- Puerto, M. (2018). *Antecedentes, análisis y prospectiva de la enseñanza universitaria española en Fabricación Aditiva* [Tesis de Doctorado, UNED]. Repositorio Institucional de la UNED.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato* (BOE, de 3 de enero).
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, *por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria* (BOE, de 30 de marzo).
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, *por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato* (BOE, de 6 de abril).

- Romero, F. (2017, 23 de agosto). *Metodologías obsoletas predominan en las aulas*. El Mundo. <https://www.elmundo.cr/costa-rica/metodologias-obsoletas-predominan-las-aulas/>
- Sánchez, A. (2021, 29 de marzo). *El futuro de la impresión 3D o Fabricación Aditiva*. Industry Talks. <https://industrytalks.es/icriteria-el-futuro-de-la-fabricacion-aditiva/>
- Sánchez, D. (2018, 15 de noviembre). *Los docentes quieren cambiar, pero luego llegan a los centros y solo tienen papeleos que hacer*. El Diario de la Educación. <https://eldiariodelaeducacion.com/2018/11/15/los-docentes-quieren-cambiar-pero-luego-llegan-a-los-centros-y-solo-tienen-papeleos-que-hacer/>
- Silva, F. (2008). *Tecnología Industrial 1* (3ª edición). Editorial McGraw Hill.
- Solar, M.I.; Aragonese, J.; Hilda, M.; Toro, C.; González, C.; Leiva, P. y Guzmán, L. (2000). *Análisis curricular de la Formación Profesional*. Centro Universitario de Desarrollo CINDA, Chile.
- Susana, S. (2020, 17 de junio). *Guía completa: plásticos en la impresión 3D*. 3dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/plasticos-impresion-3d-22072015>
- Tendencias en robótica industrial para 2022* (2022, 21 de febrero). It trends. <https://www.itrends.es/infraestructura/2022/02/tendencias-en-robotica-industrial-para-2022>.
- Torres, A. (2018, 8 de enero). Por qué en Alemania puedes conseguir un buen trabajo sin ir a la Universidad. El País. [https://elpais.com/economia/2018/01/05/actualidad/1515165705\\_136582.html#?pr m=copy\\_link](https://elpais.com/economia/2018/01/05/actualidad/1515165705_136582.html#?pr m=copy_link)





## **Anexo I - Planes de estudios consultado**

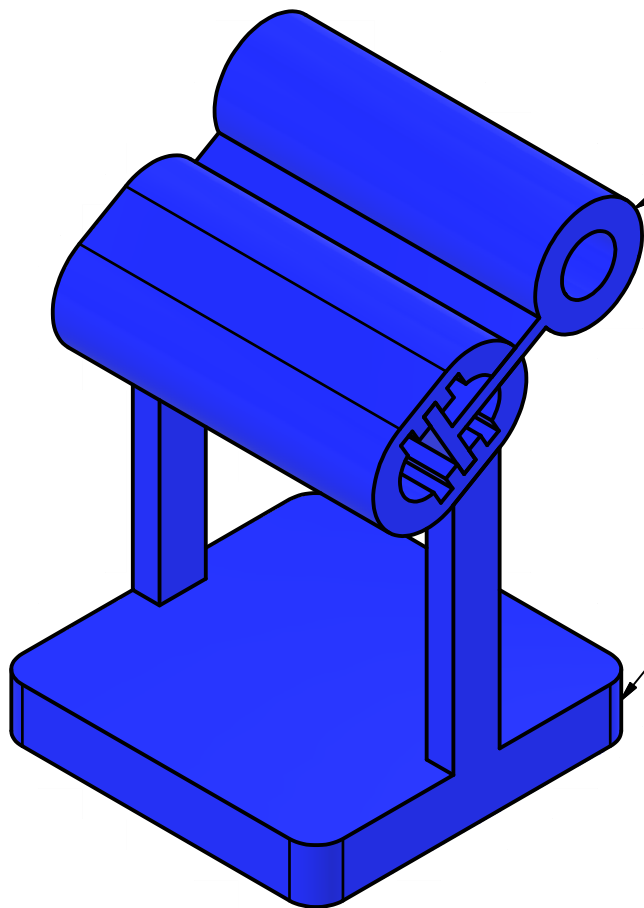
---

Tabla 18. Resumen de los planes de estudio consultados para el análisis de los currículos.

Universidad	Asignatura	Titulación	Curso	Plan de estudios
Universidad de Sevilla	Electrónica y automatización del producto	Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	Tercero	<a href="#">Enlace</a>
Universidad de Navarra	Diseño y control de Sistemas de Producción	Grado en Ingeniería en Organización Industrial	Tercero	<a href="#">Enlace</a>
Universidad de Mondragón	Introducción a la automatización	Grado en Ingeniería Mecatrónica	Segundo	<a href="#">Enlace</a>
Universidad de Mondragón	Ingeniería de equipos productivos y sistemas automatizados I	Grado en Ingeniería Mecatrónica	Tercero	<a href="#">Enlace</a>
Universidad de Mondragón	Ingeniería de equipos productivos y sistemas automatizados II	Grado en Ingeniería Mecatrónica	Tercero	<a href="#">Enlace</a>
Universidad de Mondragón	Ingeniería de equipos productivos y sistemas automatizados III	Grado en Ingeniería Mecatrónica	Cuarto	<a href="#">Enlace</a>
Universidad Nacional de Educación a Distancia	Oleohidráulica y neumática	Grado en Ingeniería Mecánica	Cuarto	<a href="#">Enlace</a>
Universidad Nacional de Educación a Distancia	Automatización Industrial	Grado en Ingeniería Mecánica	Cuarto	<a href="#">Enlace</a>
Universidad Nacional de Educación a Distancia	Diseño Industrial	Grado en Ingeniería Mecánica	Cuarto	<a href="#">Enlace</a>
Universidad de Málaga	Automática	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales	Segundo	<a href="#">Enlace</a>

## **Anexo II – Planos de la actividad 1**

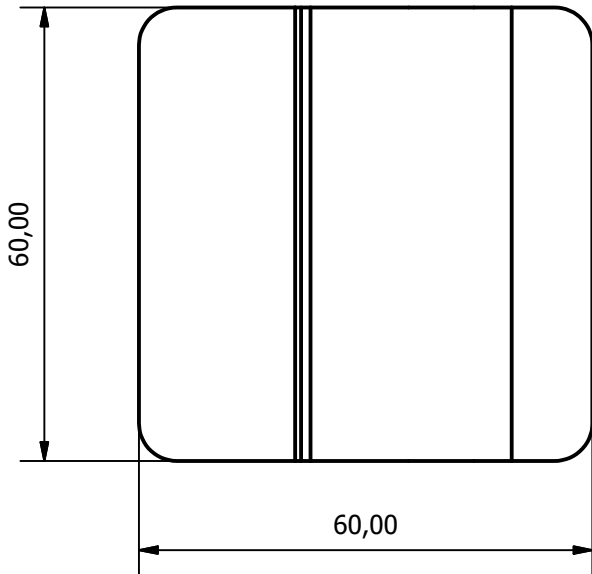
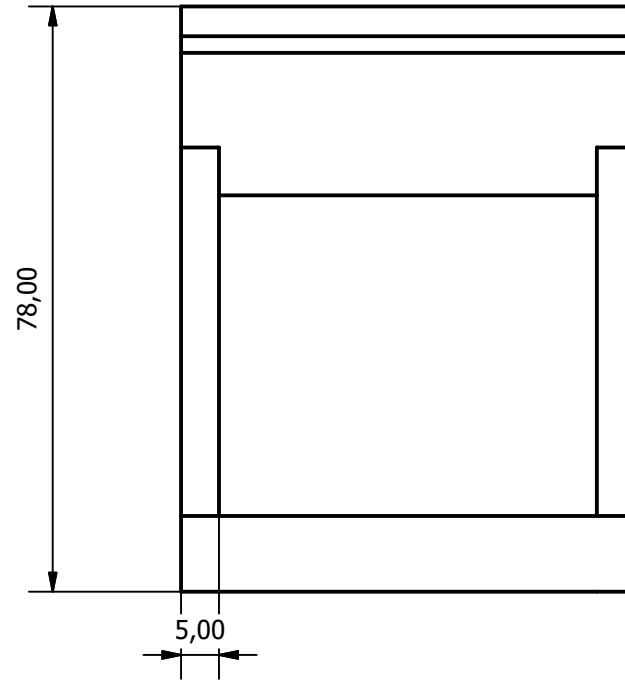
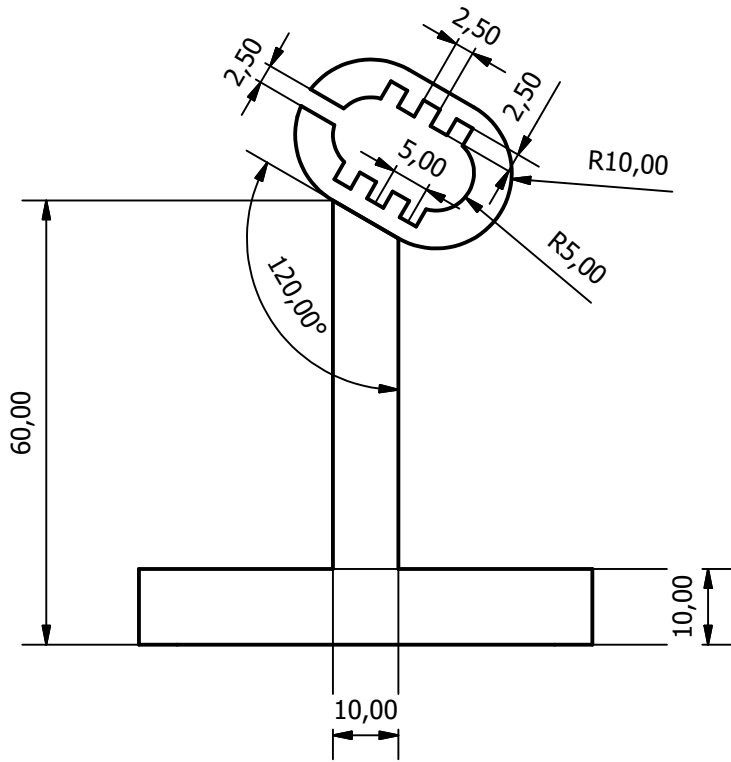
---



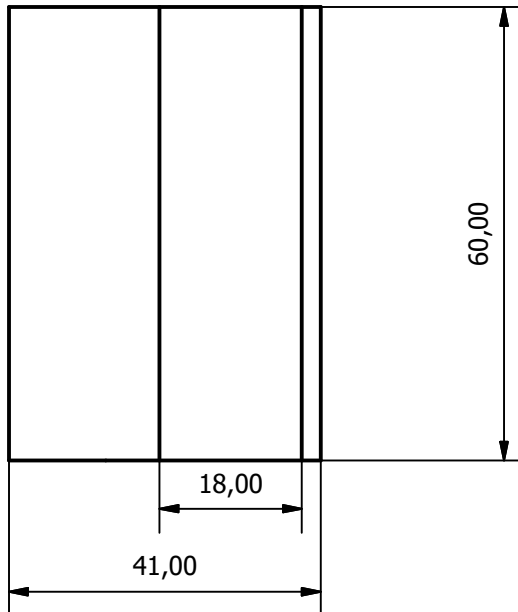
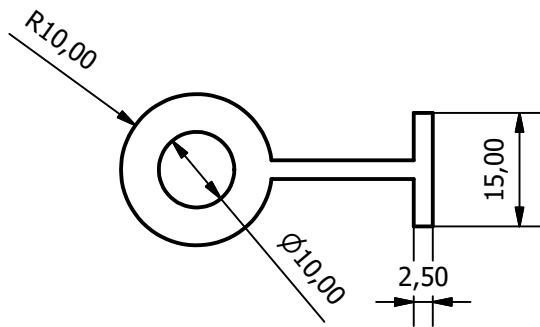
2

1

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Base del soporte
2	1	Brazo extensible
Diseño de Jose M. Martín		Fecha 14/06/2022
Soporte expositor para relojes		
01.00.00	Edición 1 : 1	Hoja 1 / 1



Diseño de	Jose M. Martín	Fecha	14/06/2022
Base del soporte			
00.00.01	Edición	1 : 1	Hoja
			1 / 1

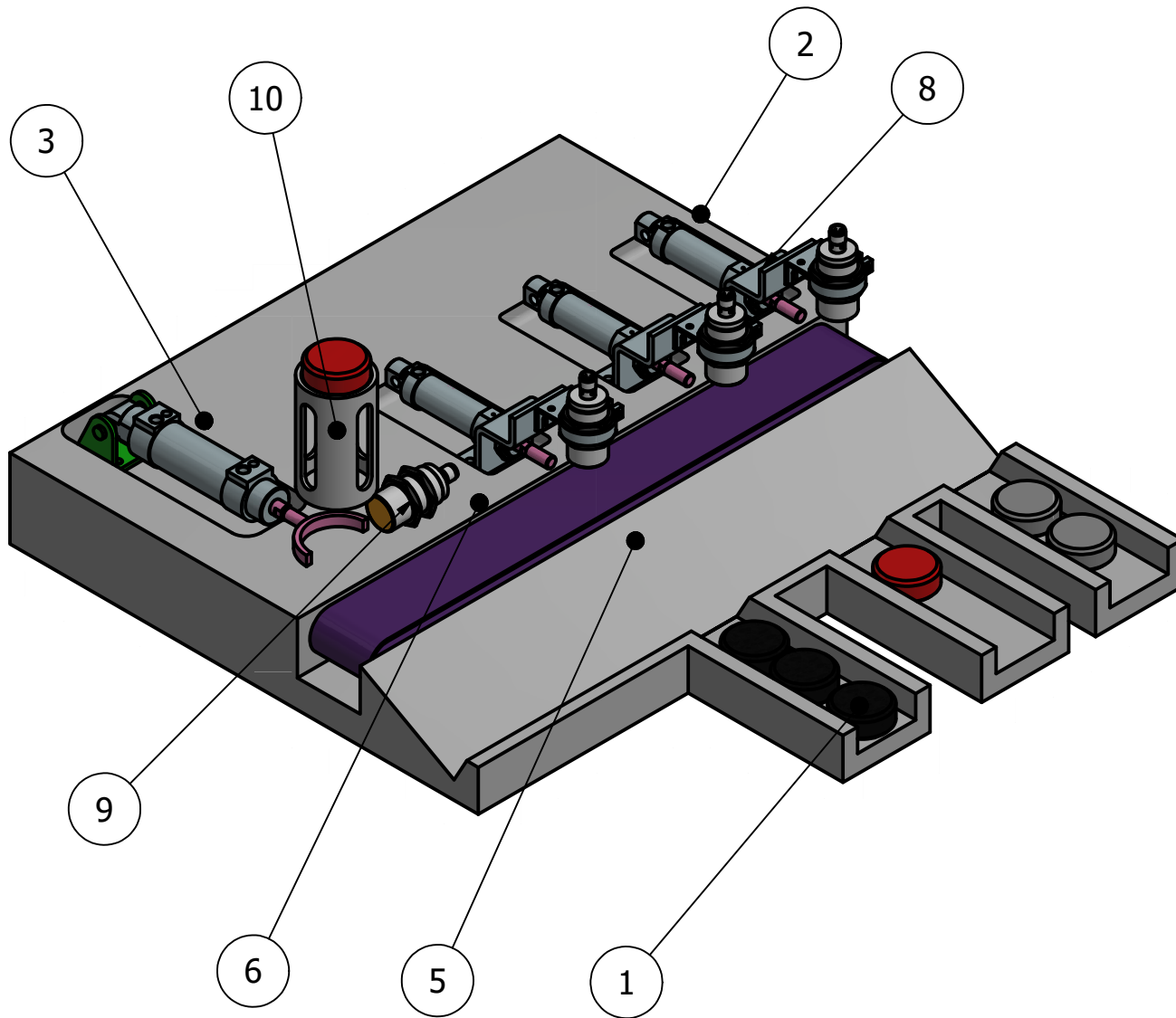


Diseño de	Jose M. Martín	Fecha	14/06/2022
Brazo extensible			
00.00.02	Edición	1 : 1	Hoja
			1 / 1

## **Anexo III – Planos actividad 2**

---



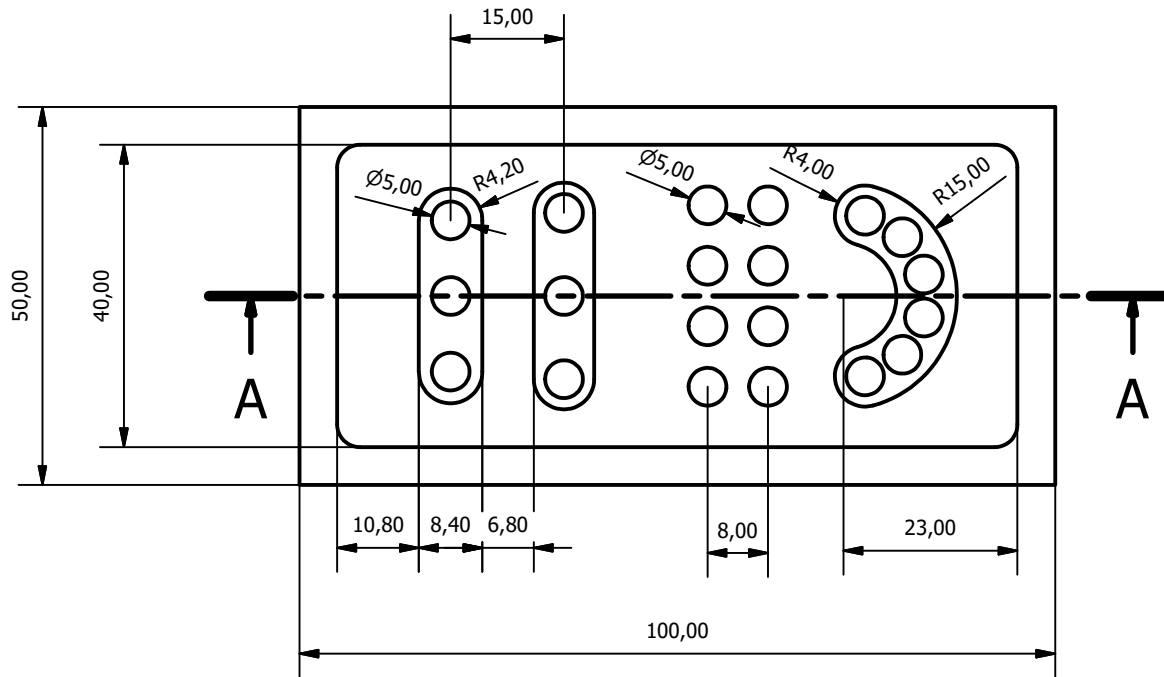
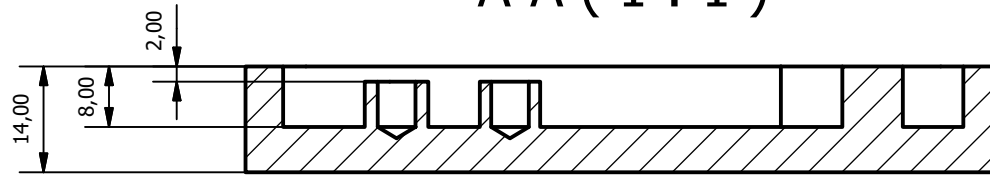


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	7	Tapón T001
2	3	Cilindro DSNU-16-25
3	1	Cilindro DSNU-32-80-PPV
4	4	Sensor capacitivo
5	1	Plataforma
6	1	Cinta transportadora
8	1	Placa cilindro-sensor
9	4	Sensor capacitivo
10	1	Tolva almacenamiento
Diseño de Jose M. Martín		Fecha 10/07/2022
Selector de tapones		
01.00.00	Edición 1 : 5	Hoja 1 / 1

## **Anexo IV – Planos actividad 3**

---

# A-A ( 1 : 1 )



Diseño de Jose M. Martín		Fecha 18/08/2022	
Placa de anclaje para servomotor			
00.00.01		Edición 1 : 1	Hoja 1 / 1

## **Anexo V – Simulación CAM del mecanizado de la actividad 3**

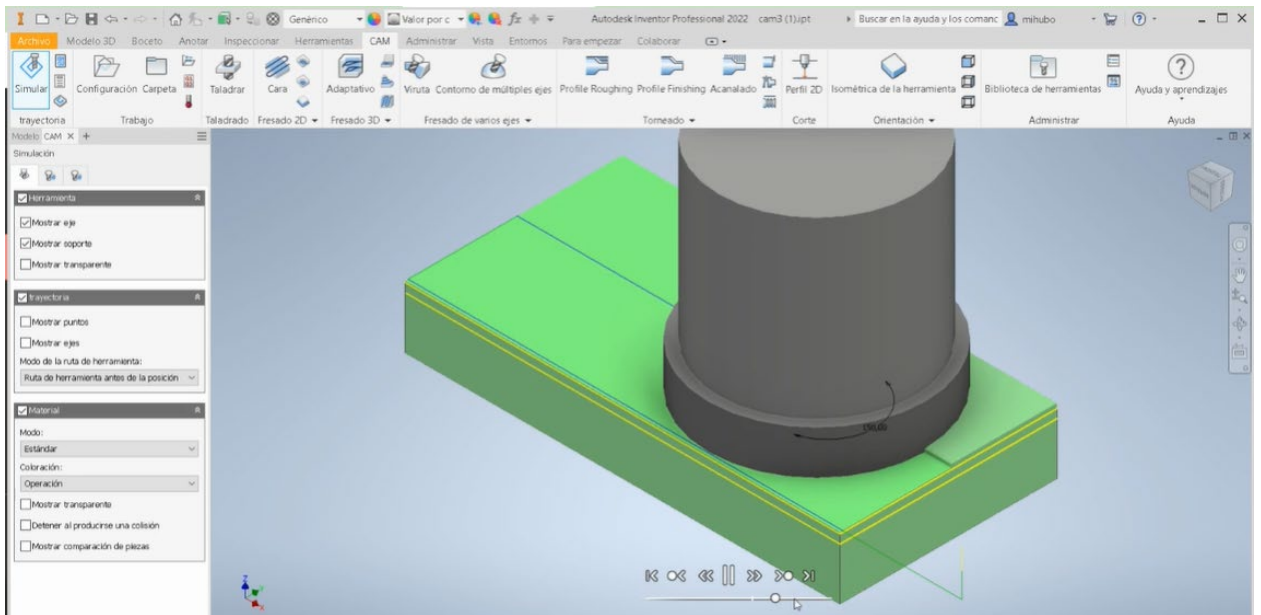


Figura 57. Operación de planeado con fresa.

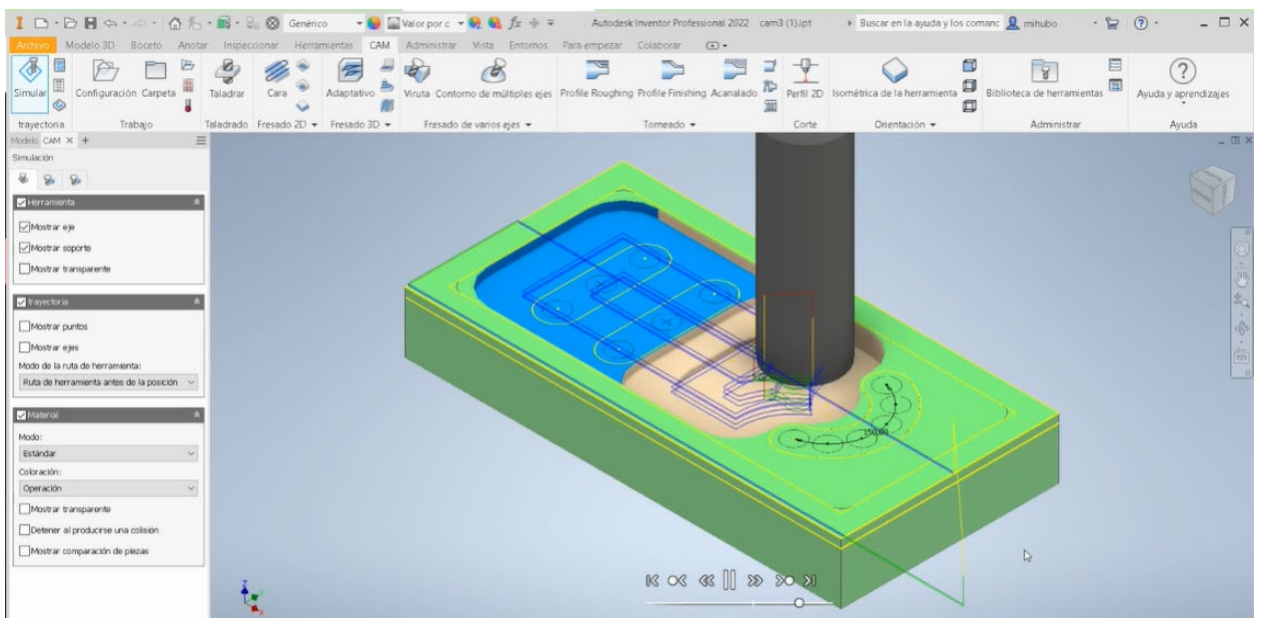


Figura 58. Vaciado 2D de desbaste con fresa D16.

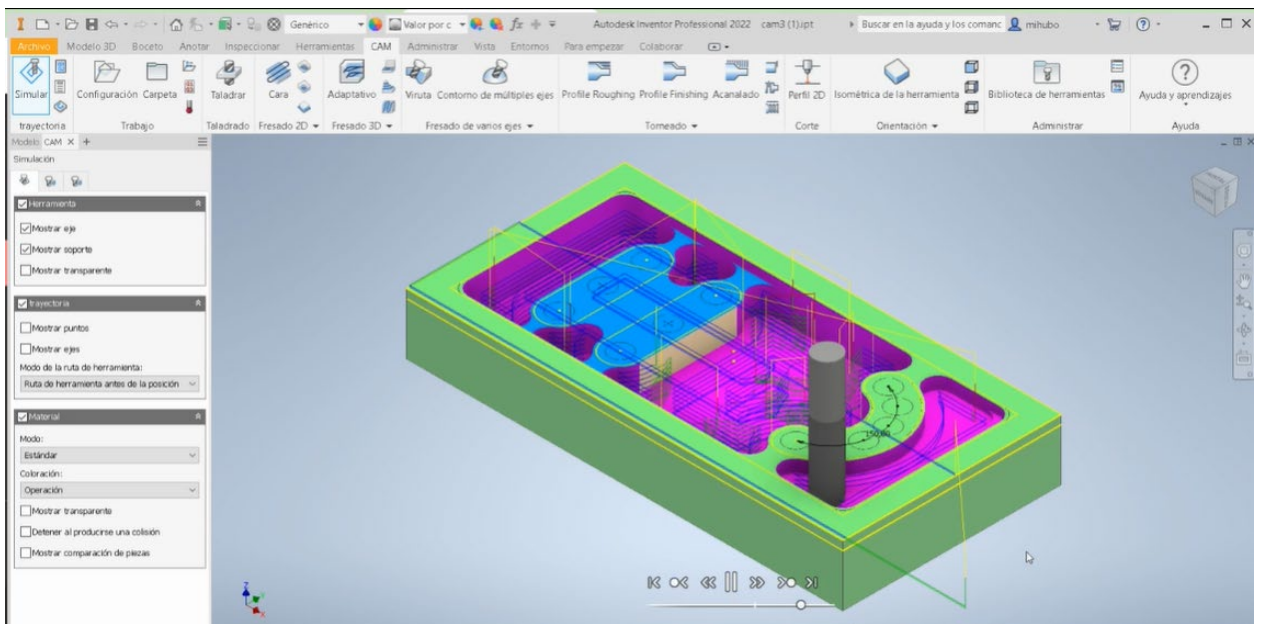


Figura 59. Vaciado 2D de acabado con fresa D6.

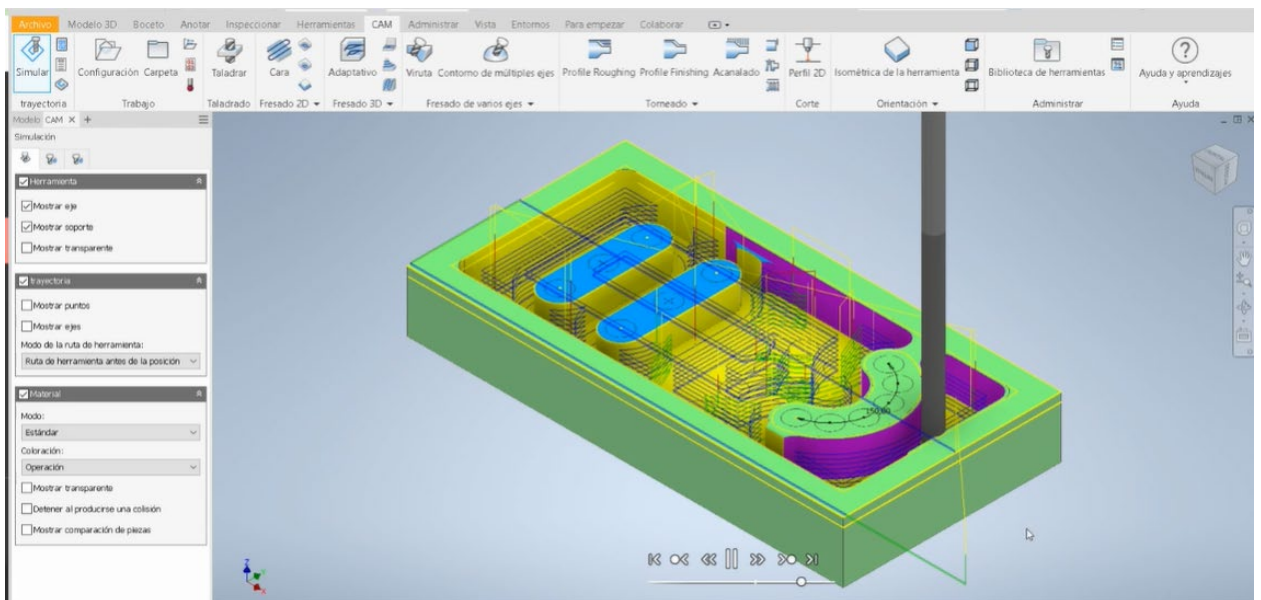


Figura 60. Fresado de acabado de cajoneras con fresa D4.

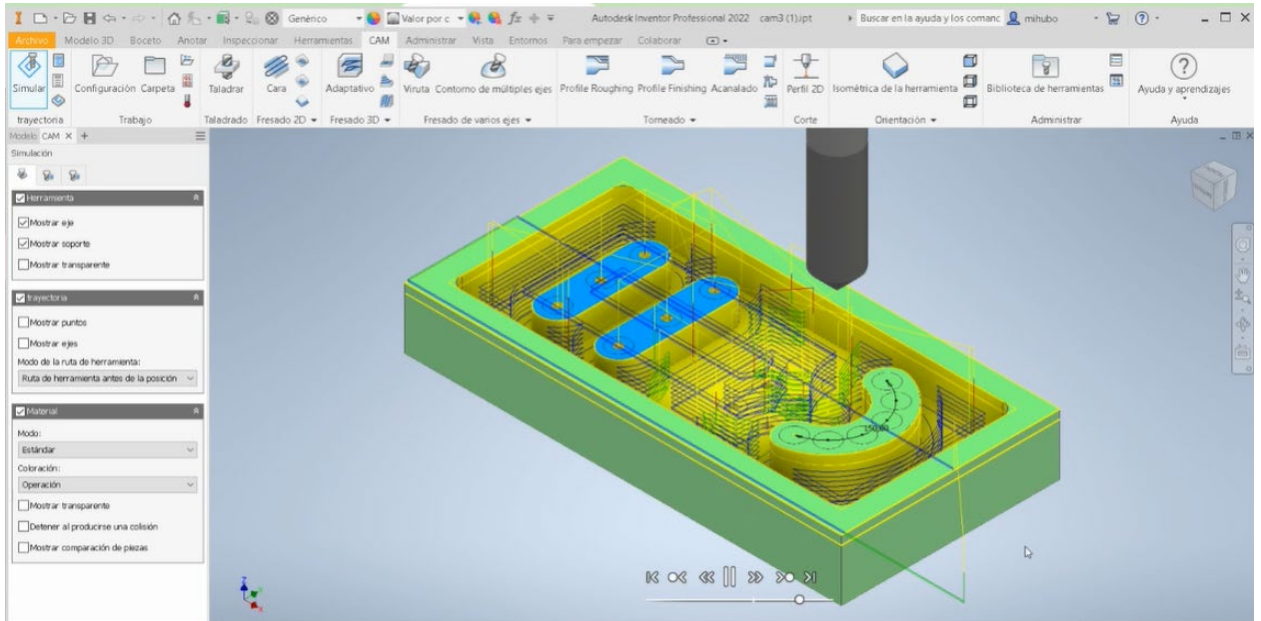


Figura 61. Punteado con broca D10.

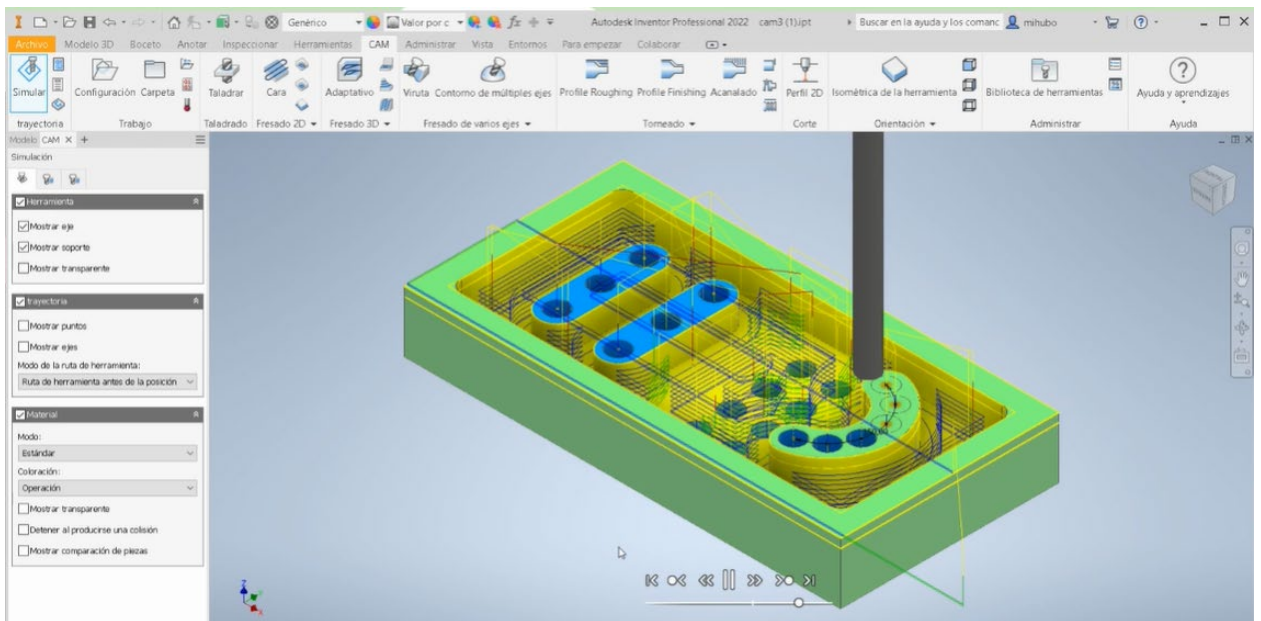


Figura 62. Taladrado con broca D5.