

ANÁLISIS PREVIO DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Introducción

El análisis que resumimos en esta memoria ha sido realizado por los grupos de profesores firmantes de los proyectos “Fundamentos matemáticos y físicos de la Ingeniería Industrial”, “Diseño multidisciplinar e integrado de Planes Docentes en la titulación de Ingeniería Industrial”, y “Diseño coordinado de Planes Docentes de asignaturas relacionadas con los materiales, procesos de diseño y fabricación de componentes industriales”. Las conclusiones son el fruto de la discusión realizada en tres sesiones.

Este análisis no pretende ser un estudio exhaustivo y completo, ni tan siquiera técnicamente bien desarrollado, de los contextos en los que se debe desenvolver la titulación de Ingeniería Industrial. Esto es debido fundamentalmente a dos razones. En primer lugar, es evidente que no disponemos ni de los conocimientos ni del tiempo necesarios para llevarlo a cabo. Por otra parte, este mismo estudio está siendo realizado en estos momentos por especialistas mediante la elaboración de los llamados “libros blancos”. Con nuestro trabajo hemos pretendido simplemente contrastar opiniones sobre aspectos claves de nuestra docencia, y llegar a unos acuerdos básicos que permitan expresar algunas conclusiones.

Contexto profesional

Desde nuestro punto de vista, que corresponde quizás a una percepción académica, el ingeniero industrial es un titulado de perfil generalista dentro del contexto ingenieril, que debe haber adquirido las siguientes capacidades al final de sus estudios:

(Profesionales)

1. Identificar y formular problemas de ingeniería.
2. Resolver dichos problemas aplicando conocimientos científicos y técnicos o utilizando técnicas y herramientas actuales.
3. Analizar y valorar los resultados obtenidos y tomar decisiones.
4. Diseñar sistemas, componentes, procesos y procedimientos para alcanzar objetivos.

(Personales)

5. Funcionar en equipos multidisciplinarios.
6. Comunicar de forma efectiva
7. Entender el impacto de la técnica en un contexto social global
8. Ser capaz de reciclarse

En nuestra opinión es válida la lista de competencias, habilidades y conocimientos propuesta en el proyecto de elaboración de “libro blanco” de la titulación de Ingeniería Industrial. Esta lista se recoge en la tabla 1, que incluye una puntuación de 1 (poco considerada) a 4 (muy considerada) realizada por los profesores que participan en los proyectos mencionados.

Valoración de competencias, habilidades y conocimientos		1	2	3	4
1	Capacidad de análisis y síntesis				
2	Capacidad de organización y planificación				
3	Comunicación oral y escrita				
4	Conocimiento de lengua extranjera				
5	Conocimientos de informática				
6	Capacidad de gestión de la información				
7	Resolución de problemas				
8	Toma de decisiones				
9	Trabajo en equipo				
10	Trabajo en un contexto internacional				
11	Habilidades en las relaciones interpersonales				
12	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad				
13	Razonamiento crítico				
14	Compromiso ético				
15	Aprendizaje autónomo				
16	Adaptación a nuevas situaciones				
17	Creatividad				
18	Liderazgo				
19	Conocimiento de otras culturas y costumbres				
20	Iniciativa y espíritu emprendedor				
21	Motivación por la calidad y mejora continua				
22	Sensibilidad por temas Medioambientales				
23	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica				
24	Conocimientos básicos de la profesión				
25	Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia				

Tabla1: Lista de competencias, habilidades y conocimientos

Contexto curricular

1. Itinerarios académicos

La figura 1 muestra un diagrama de bloques en el que se observan las relaciones existentes entre las asignaturas pertenecientes al Plan de Estudios¹ de la titulación de Ingeniero Industrial, y que figuran en los proyectos “Fundamentos matemáticos y físicos de

¹ Este Plan de Estudios fue aprobado el 25 de Julio de 1994 (BOE del 19-8-1994) y modificado el 22 de Octubre de 1998 (BOE del 12-11-1998).

la Ingeniería Industrial” y “Diseño coordinado de Planes Docentes de asignaturas relacionadas con los materiales, procesos de diseño y fabricación de componentes industriales”. Dado que las asignaturas contempladas en el proyecto “Diseño multidisciplinar e integrado de Planes Docentes en la titulación de Ingeniería Industrial” no fueron agrupadas atendiendo a criterios de afinidad, no las consideraremos en este punto. En la figura, las asignaturas incluidas en los proyectos aparecen en **negrita**. Los títulos subrayados se corresponden con la denominación común que aparece en el B.O.E. en el caso de las asignaturas troncales. Los números que aparecen entre paréntesis detrás del nombre de cada asignatura y que se encuentran separados por un punto, se refieren al curso y al cuatrimestre de impartición, respectivamente. A continuación comentaremos por separado la relación existente entre las asignaturas pertenecientes a cada uno de los proyectos.

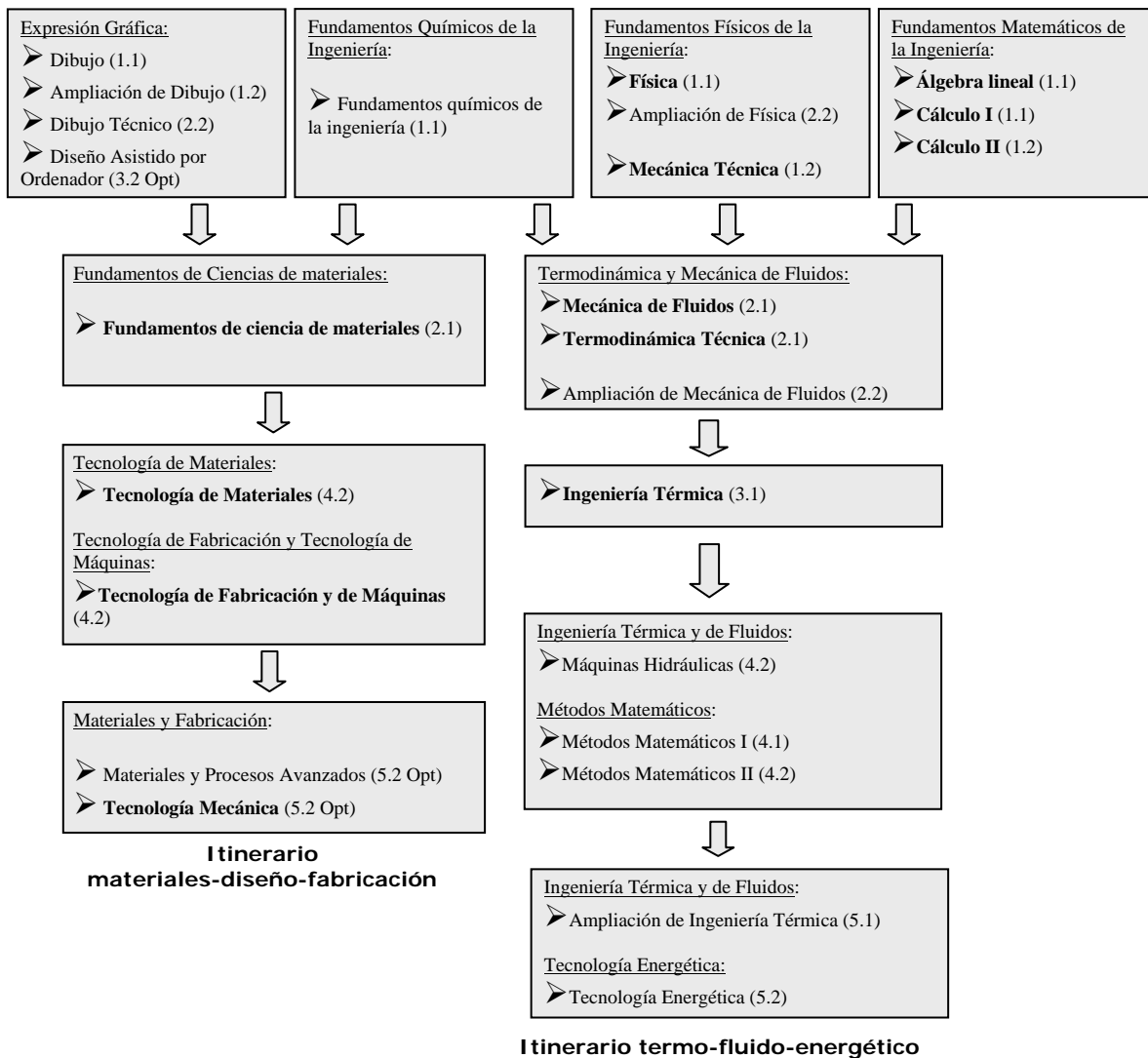


Figura 1: Diagrama de bloques

Proyecto “Fundamentos matemáticos y físicos de la Ingeniería Industrial”

Este proyecto engloba a un conjunto de asignaturas pertenecientes a un itinerario común que podríamos denominar “termo-fluido-energético”. En primer lugar, y dada la fuerte componente de cálculo que tienen estas materias, se puede afirmar que todas las asignaturas de Matemáticas estarían incluidas en este itinerario. Estas asignaturas son:

- *Álgebra lineal* (Troncal, 6 créditos, 1^{er} curso)
- *Cálculo I* (Troncal, 7,5 créditos, 1^{er} curso)
- *Cálculo II* (Troncal, 7,5 créditos, 1^{er} curso)
- *Métodos Matemáticos I* (Troncal, 6 créditos, 4^o curso)
- *Métodos Matemáticos II* (Troncal, 6 créditos, 4^o curso)

Las materias en las que se imparten conocimientos básicos de Física deben ser igualmente consideradas. Así, la asignatura *Física* (Troncal, 7,5 créditos, 1^{er} curso) incluye temas dedicados a la Mecánica, Teoría de Campos y Termodinámica Fundamental íntimamente relacionados con este itinerario. La asignatura *Ampliación de Física* (Troncal, 4,5 créditos, 2^o curso) dedica algunos temas a la Teoría Cinética de Gases, disciplina conectada con los fundamentos de la Mecánica de Fluidos. En la asignatura *Mecánica Técnica* (Obligatoria, 4,5 créditos, 1^{er} curso) se introducen conceptos de cinemática, se analizan los sistemas de fuerzas, y se establecen principios básicos muy útiles posteriormente.

La asignatura *Fundamentos Químicos de la Ingeniería* (Troncal, 6 créditos, 1^{er} curso) cierra el conjunto de asignaturas de primer año relacionadas con este itinerario. En esta materia se establecen, por ejemplo, los fundamentos químicos de la combustión que será considerada frecuentemente en el resto de las asignaturas.

Es de destacar la estrecha relación existente entre la Mecánica de Fluidos y la Termodinámica. En este sentido, es lógico encontrar un cierto solapamiento de los programas de las asignaturas relacionadas con estas materias. La asignatura *Termodinámica Técnica* (Troncal, 7,5 créditos, 2^o curso) desarrolla en detalle aspectos termodinámicos de la Mecánica de Fluidos. La asignatura *Termodinámica Técnica* también incluye lecciones dedicadas a problemas elementales de movimiento de fluidos. En el tercer curso de la titulación se imparte la asignatura *Ingeniería Térmica* (Obligatoria, 9 créditos, 3^{er} curso) que trata los fundamentos de la transmisión de calor y sus aplicaciones industriales. Se dedican varias lecciones al estudio de la transmisión de calor en sus tres formas (conducción, radiación y convección). La convección, con evidentes implicaciones fluidomecánicas, es tratada obviando detalles propios de la Mecánica de Fluidos. La formación del alumno en temas relacionados con la Termodinámica se completa con las asignaturas *Ampliación de Termodinámica* (Obligatoria, 6 créditos, 4^o curso) y *Ampliación de Ingeniería Térmica* (Troncal, 4,5 créditos, 5^o curso).

Con carácter general, podemos afirmar que las máquinas fluidodinámicas se dividen en máquinas hidráulicas y térmicas, según sea el régimen de compresibilidad del flujo que las

atraviesa (incompresible en las máquinas hidráulicas, y compresible en las térmicas). En este sentido, no debemos olvidar la relación (aunque sea indirecta) existente entre la asignatura *Máquinas Hidráulicas* y todas aquellas que analizan el funcionamiento de las máquinas térmicas. Por ejemplo, la asignatura *Termodinámica Técnica* (Troncal, 7,5 créditos, 2º curso) incluye en la actualidad temas dedicados a las turbinas de vapor y a los turbocompresores.

A lo largo de la titulación podemos encontrar varias asignaturas que analizan el funcionamiento de las turbinas (hidráulicas o de vapor). Así, las asignaturas *Tecnología Energética* (Troncal, 6 créditos, 5º curso), *Sistemas Energéticos* (Optativa, 6 créditos, 2º ciclo) y *Fuentes Alternativas de Energía* (Libre elección, 6 créditos) abordan este problema desde distintos puntos de vista. Debemos mencionar también la asignatura *Turbomáquinas* (Optativa, 6 créditos, 2º ciclo) impartida por el Área de Máquinas y Motores Térmicos del Departamento de Ingeniería Química y Energética. Esta asignatura está dedicada casi exclusivamente al estudio de las turbinas (hidráulicas y de vapor). El programa se completa con el análisis del funcionamiento de turbocompresores y turborreactores. También requiere una mención la asignatura *Aerogeneradores* (Optativa, 6 créditos, 2º ciclo) que desarrolla conceptos relacionados tanto con la Aerodinámica (y, por lo tanto, con la Mecánica de Fluidos) como con la maquinaria hidráulica.

Proyecto “Diseño coordinado de Planes Docentes de asignaturas relacionadas con los materiales, procesos de diseño y fabricación de componentes industriales”

Una de las posibles salidas profesionales del ingeniero industrial es el diseño de componentes industriales. En el plan de estudios de Ingeniería Industrial existen numerosas asignaturas que aportan conocimientos para que se pueda desarrollar esta labor. El proyecto “Diseño coordinado de Planes Docentes de asignaturas relacionadas con los materiales, procesos de diseño y fabricación de componentes industriales” engloba a algunas de ellas.

En primer lugar, deben considerarse las asignaturas relacionadas con la concepción espacial y la representación gráfica, como son: *Dibujo* y *Ampliación de Dibujo*, ambas impartidas por el departamento de Expresión Gráfica en el primer curso. En *Dibujo* se trabaja sobre la concepción espacial y las técnicas de representación de objetos. *Ampliación de Dibujo* entre otros contenidos, presenta la forma normalizada de preparar planos de componentes industriales (acotación, acabados superficiales, tolerancias y ajustes, uniones...).

También en primer curso, la asignatura *Física*, incluye temas en los que se explican los principios básicos de mecánica y electromagnetismo, necesarios para entender ciertos procesos de fabricación y el comportamiento de los materiales. En la asignatura *Fundamentos Químicos de la Ingeniería* se aportan conocimientos básicos para entender el comportamiento de los materiales en la fabricación de componentes industriales. Por ejemplo, se imparten temas sobre metales, su comportamiento y propiedades o sobre polímeros y su obtención.

Se pueden considerar relacionadas con este proyecto las asignaturas en las que se analiza el comportamiento de los componentes ante sollicitaciones externas. Por este

motivo, deberíamos mencionar las asignaturas *Mecánica* de primer curso y *Resistencia de Materiales I* de segundo curso.

La asignatura *Fundamentos de Ciencia de Materiales*, de segundo curso, desarrolla contenidos sobre los materiales usados en la fabricación de componentes industriales (metales, polímeros, cerámicos y compuestos), explicando las técnicas de obtención de los mismos y su comportamiento en servicio.

En tercer curso se encuentran las asignaturas que describen los componentes de máquinas *Teoría de Máquinas* y *Diseño de Máquinas*. Estas asignaturas aportan ciertos conocimientos sobre el funcionamiento de las máquinas utilizadas en fabricación (que se describirán, por ejemplo en *Tecnología de Fabricación y de Máquinas*). También describen ciertos componentes industriales que podrían ser objeto de diseño y su comportamiento en uso.

Las técnicas de fabricación de componentes industriales se imparten en cuarto curso. La asignatura *Tecnología de Fabricación y de Máquinas* incluye temas sobre metrología, técnicas de soldadura, técnicas de fabricación por deformación plástica, técnicas de corte, técnicas de fabricación por arranque de material. Por otro lado, la asignatura *Tecnología de Materiales* imparte conocimientos básicos de metalurgia y describe los procesos de fabricación por moldeo y por sinterización. Se produce un pequeño solapamiento entre ambas asignaturas al tratar las técnicas de soldadura. Sin embargo, cada una se centra en un aspecto diferente. *Tecnología de Materiales* se centra en los aspectos metalúrgicos de la soldadura y *Tecnología de Fabricación y de Máquinas* en la descripción de las técnicas y equipos de soldadura utilizados a nivel industrial.

Finalmente, se ofertan dos optativas en segundo ciclo para completar los conocimientos sobre materiales y fabricación de componentes industriales. En *Tecnología Mecánica* se estudian algunas técnicas de fabricación más modernas o menos frecuentes. También se considera la aplicación de Control Numérico a la fabricación de componentes. En *Materiales y Procesos avanzados* se presentan avances en materiales y técnicas de procesado y caracterización de los mismos.

2. Requisitos de acceso

Es nuestra opinión que debería existir un examen de ingreso elaborado por profesores de la Escuela de Ingenierías Industriales como requisito de acceso adicional a los requisitos generales ya existentes. Esta prueba de acceso debería evaluar, por un lado, los conocimientos adquiridos por el alumno durante la Educación Secundaria relacionados con la Ingeniería Industrial (Física, Matemáticas, Dibujo, Química, ...), y por otro, las capacidades intelectuales que le permitirán sacar provecho del proceso de aprendizaje que se desarrolla en la titulación.

Si este procedimiento de selección no pudiera ser articulado legalmente, sería conveniente establecerlo al menos con carácter orientativo o informativo, persiguiendo dos objetivos: (1) que el alumno conozca sus condiciones de partida en relación a la titulación que va a estudiar para fortalecer sus debilidades, o incluso para modificar su elección de carrera; y (2) que el centro de enseñanza conozca con fundamento los conocimientos y aptitudes con los que parten sus alumnos antes de iniciar los estudios universitarios, para de esta manera enfocar adecuadamente la docencia.

Este examen podría ser aprovechado por parte del centro para obtener otro tipo de información relevante acerca de sus estudiantes; por ejemplo, con qué prioridad eligieron la carrera de Ingeniería Industrial, o cuáles fueron sus calificaciones en la Educación Secundaria en asignaturas relacionadas con la titulación. Toda esta información permitiría realizar un análisis previo crucial para reducir al máximo el fracaso o el abandono de los estudios.

3. Estrategias de coordinación intra e interdepartamental en el marco de la titulación

En nuestra opinión la coordinación entre profesores de una misma titulación es una componente esencial para que la enseñanza sea de calidad. La coordinación debe abarcar distintos aspectos de la docencia. En una primera fase, es necesario establecer los Planes Docentes de las asignaturas de forma coordinada, evitando solapamientos, estableciendo itinerarios coherentes, unificando nomenclaturas, etc. En una segunda fase, se debe realizar un seguimiento de los planes acordados y evaluar de forma conjunta el grado de eficacia del proceso de aprendizaje planteado. La coordinación debe ser estimulada y dirigida por el Centro a través de la figura del Coordinador de la Titulación. Pensamos que no debería considerarse como algo “optativo”, sino como parte consustancial de nuestra labor docente.

Un procedimiento para elaborar los Planes Docentes de las asignaturas de la titulación podría constar de las siguientes etapas:

1. Profesores pertenecientes a un Área de Conocimiento se coordinan entre sí y con profesores de áreas afines (pertenecientes al mismo u a otro Departamento) para acordar los Planes Docentes de sus asignaturas.
2. Estos Planes Docentes se trasladan al Departamento responsable de la docencia para que sean aprobados como propuestas al Centro

3. El Coordinador de la Titulación recibe las propuestas y establece un procedimiento que involucre a los profesores implicados para realizar, si fuera el caso, alguna modificación del Plan Docente.
4. El Coordinador de la Titulación traslada los Planes Docentes revisados a los Departamentos para su aprobación definitiva.

En este esquema, el Departamento debe propiciar fundamentalmente la coordinación intradepartamental, mientras que el Centro, a través del Coordinador de la Titulación, debe asegurarse de que también tenga lugar la coordinación entre distintos Departamentos.

“Tecnología Mecánica”

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>				
<i>Denominación</i>	Tecnología Mecánica			
<i>Curso y Titulación</i>	2º Ciclo de Ingeniería Industrial (6 créditos LRU)			
<i>Coordinador-Profesor/es</i>	María Guadalupe Cabezas Martín			
<i>Área</i>	Ingeniería de Procesos de Fabricación			
<i>Departamento</i>	Electrónica e Ingeniería Electromecánica			
<i>Tipo</i>	Optativa (3 + 3 créditos LRU)	Especialización (segundo ciclo)		
<i>Coefficientes</i>	Practicidad: 4		Agrupamiento: 3	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Segundo Cuatrimestre		4.8 ECTS (130 h.)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 9% 0,4 ECTS (12 h.)	Seminario-Lab.: 23% 1,1 ECTS (30 h.)	Tutoría ECTS: 7% 0.3 ECTS (9 h.)	No presenciales: 61% 2.9 ECTS (79 h.)
<i>Descriptorios (según BOE)</i>	Métodos de Conformación de Materiales			

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
<i>Descripción</i>	<i>CET</i>
1.- Conocer algunas técnicas de fabricación no tradicionales y sus aplicaciones en la industria.	
2. – Conocer el funcionamiento básico y las características de las técnicas de prototipado rápido.	
3. – Aprender a seleccionar la técnica de fabricación más adecuada para una pieza o un prototipo.	
4. – Adquirir los conocimientos básicos sobre la programación manual de máquinas herramientas.	
5. – Comprender como interviene cada elemento (máquina, herramienta, material) en el proceso de con máquinas herramientas.	
6. – Comprender el proceso completo de fabricación de un elemento mecánico y la posibilidad de automatización de ese proceso.	
7. – Aprender a diseñar el proceso de fabricación de un elemento mecánico.	

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
<i>Descripción</i>	<i>CET</i>
8. – Aprender a localizar y manejar información sobre técnicas de fabricación, utillaje y materiales.	
9. – Aprender a considerar simultáneamente todos los aspectos que intervienen en un proceso de fabricación de un elemento mecánico.	
10. – Aprender a analizar y valorar las distintas alternativas en la fabricación de elementos mecánicos y tomar decisiones.	
11. – Aprender a expresarse con claridad y concisión tanto oralmente como por escrito.	

La asignatura en el Plan de Estudios

El Plan de Estudios para la titulación de Ingeniero Industrial de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura fue aprobado el 25 de Julio de 1994 (BOE del 19-8-1994) y modificado el 22 de Octubre de 1998 (BOE. del 12-11-1998). Este Plan de Estudios establece que en el segundo ciclo de la titulación deberán cursarse 24 créditos, correspondientes a cuatro asignaturas optativas. Entre las asignaturas ofertadas se encuentra la asignatura *Tecnología mecánica* con una asignación de 6 créditos (3 créditos teóricos y 3 créditos prácticos).

Un Ingeniero Industrial puede desarrollar su actividad profesional en el campo del diseño y la fabricación de componentes industriales. En el plan de estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad de Extremadura existen numerosas asignaturas que aportan los conocimientos necesarios en es campo. Además de las asignaturas troncales y obligatorias del plan de estudio, existen algunas asignaturas optativas (incluidas dentro del *itinerario mecánico*) que complementan los conocimientos sobre diseño y fabricación de componentes industriales. Estas asignaturas son: *Materiales y Procesos avanzados*, *Robótica en producción industrial* y la asignatura *Tecnología Mecánica*. Los descriptores marcados para esta última por el BOE son *Métodos de conformación de materiales*.

La asignatura *Tecnología mecánica* está relacionada otras asignaturas del plan de estudios de Ingeniería Industrial que aportan conocimientos sobre los materiales, el diseño y la fabricación de componentes mecánicos. Para analizar estas relaciones se han utilizado los programas oficiales de las asignaturas publicados por la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura.

En la titulación de Ingeniería Industrial se imparten asignaturas de relacionadas con el diseño de componentes industriales desde el primer curso. En la asignatura *Dibujo* (1.1) se explican los distintos sistemas de proyecciones para representar geometrías 3-D. En su continuación *Ampliación de Dibujo* (1.2) se estudian la representación normalizada de planos, incluyendo acotaciones, fundamental en el diseño de componentes industriales. Esta asignatura también incluye conceptos básicos sobre diseño industrial, y se estudian por primera vez los ajustes de piezas, elementos roscados, transmisiones...

En las asignaturas de *Física* (1.1) y *Mecánica Técnica* (1.2) se imparten los primeros conocimientos sobre dinámica de sólidos, que se utilizarán en la descripción del funcionamiento de los componentes industriales y las máquinas. En la asignatura *Fundamentos químicos* se imparten conocimientos básicos necesarios para entender el procesamiento de materiales y algunos procesos de fabricación.

En el segundo curso se encuentra la asignatura *Fundamentos de Ciencias de Materiales* (2.1) en la que se explican las características y aplicaciones de los materiales más comunes en la industria como aceros, aleaciones ligeras, cerámicos, polímeros... En la asignatura *Resistencia de materiales I* se imparten los conocimientos básicos necesarios para el cálculo de componentes industriales.

El funcionamiento de los componentes industriales dentro de la máquina y de las máquinas utilizadas en fabricación se estudia en las asignaturas *Teoría de Máquinas* (3.1) y *Diseño de Máquinas* (3.2).

Finalmente, las técnicas de fabricación de componentes industriales y las técnicas de control de calidad de la fabricación se estudian en las asignaturas *Tecnología de Fabricación y de Máquinas* (4.2) y *Tecnología de Materiales* (4.2). La asignatura *Tecnología Mecánica* (Opt. 2°C) constituye la continuación lógica de estas asignaturas.

III. Secuenciación de bloques temáticos y temas e interrelación

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>
1. Técnicas Especiales de Fabricación
1.1.- Electroerosión. 1.2.- Mecanizado Electroquímico. 1.3.- Aplicaciones del Láser en Fabricación. 1.4.- Aplicaciones del Plasma en Fabricación. 1.5.- Mecanizado por Chorro de Agua.
2. Técnicas de prototipado rápido.
2.1.- Introducción. 2.2.- Etapas del Prototipado Rápido. 2.3.- Descripción de las distintas técnicas. 2.4.- Materiales y Características del prototipo.
3. Control Numérico Computerizado.
3.1.- Características de las Máquinas con CNC. 3.2.- Utilización de Funciones preparatorias. 3.3.- Utilización de Funciones preparatorias (II). 3.4.- Ciclos compuestos (torno). 3.5.- Ciclos compuestos (fresadora).
4. Utilización de Sistemas CAD/CAM
4.1.-Sistemas CAD/CAM

<i>Interrelación</i>			
<i>Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)</i>		<i>Tema</i>	<i>Procedencia</i>
Nociones básicas sobre materiales	Rq.	2, 3	Fundamentos de Ciencias de Materiales (2º Ing. Industrial)
Conocimientos sobre máquinas herramientas	Rq	3, 4	Tec. De Fabricación y tecn. De Máquinas (4º Ing. Industrial)
Conocimientos de representación gráfica normalizada de piezas.	Rq.	3	Ampliación de Dibujo (1º Ing. Industrial)
Nociones básicas sobre utilización de sistemas de referencia.	Rq.	3	Mecánica Técnica (1º Ing. Industrial)
Utilización de programas de diseño asistido por ordenador (CAD).	Rq.	3, 4	Diseño Asistido por Ordenador (Opt. 1º Ciclo)

IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>			<i>Vinculación</i>		
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipo</i>		<i>D</i>	<i>Tema</i>	<i>Objet.</i>
Presentación del Plan Docente de la asignatura	GG	C-E	1	1-6	1-7
Lectura previa del tema	NP	T	0,5	1.1	1, 3
Explicación y discusión en clase	GG	T	0,5	1.1	1, 3
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	1.1	1, 3
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	1.2	1, 3
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	1.2	1, 3
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	1.2	1, 3
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	1.3	1, 3
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	1.3	1, 3
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	1.3	1, 3
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	1.4	1, 3
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	1.4	1, 3
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	1.4	1, 3
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	1.5	1, 3
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	1.5	1, 3
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	1.5	1, 3
Lectura de documentos técnicos y artículos	NP	P	5	1	1, 3, 8
Presentación/discusión sobre contenido de documentos.	Tut	P	1	1	1, 3, 11
Visionado de una película	GG	P	0,5	1	1, 3
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	2.1-2.2	2, 3
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	2.1-2.2	2, 3
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	2.1-2.2	2, 3
Lectura de documentación técnica.	NP	T	5	2.3-2.4	2, 3, 8
Presentación/discusión sobre contenido de documentos.	Tut	P	1	2.3-2.4	2, 3, 11
Estudio de los contenidos explicados	NP	P	2	2.3-2.4	2, 3
Laboratorio: Fabricación de un prototipo	Tut	P	3	2	2, 3, 8
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	3.1	4-7, 9-10
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	3.1	4-7, 9-10
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	3.1	4-7, 9-10
Presentación programa de trabajo	S	P	1	3	4,7
Elementos que intervienen en la fabricación	S	P	1	3	4-7, 9
Lectura previa del tema	NP	P	2	3.2	4-5
Explicación y ejemplos básicos.	S	P	2	3.2	4-5
Realización de ejemplos resueltos.	NP	P	3	3.2	4-5
Práctica: Programación manual pieza 1.	S	P	4	3.2	4-5
Lectura previa del tema	NP	P	1,5	3.3	4-5
Explicación y ejemplos básicos.	S	P	2	3.3	4-5
Realización de ejemplos resueltos.	NP	P	3	3.3	4-5
Práctica: Programación manual pieza 2.	S	P	2	3.3	4-5
Lectura previa del tema	NP	P	1,5	3.4	4-5
Explicación y ejemplos básicos.	S	P	2	3.4	4-5
Realización de ejemplos resueltos.	NP	P	2	3.4	4-5
Práctica: Programación manual pieza 3.	S	P	4	3.4	4-5
Lectura previa del tema	NP	P	1,5	3.5	4-5
Explicación y ejemplos básicos.	S	P	2	3.5	4-5
Realización de ejemplos resueltos.	NP	P	2	3.5	4-5
Práctica: Programación manual pieza 4.	S	P	4	3.5	4-5

Lectura previa del tema	NP	T	1,5	4	6, 10
Explicación y discusión en clase.	GG	T	1	4	6, 10
Práctica: Conceptos básicos programa CAD/CAM.	S	P	3	3.5	6, 7, 9, 10
Estudio y preparación examen.	NP		20	1-4	1-7
Examen contenidos teóricos.	GG	C-E	2	1-4	1-7
Examen práctico programación control numérico.	S	C-E	3	3	1-7
Proyecto: Explicación del trabajo a realizar	GG	P	2	3 - 4	7-10
Proyecto de fabricación de un elemento	NP	P	34	3 - 4	7-10
Puesta en común Proyecto (Varias reuniones)	Tut	P	4	3 - 4	7-11

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>			<i>Dedicación del alumno</i>		<i>Dedicación del profesor</i>	
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	15	3	-	3	20
	Teóricas	15	7	-	7	3.5
	Prácticas	15	2	-	2	1
	Subtotal	15	12	-	12	24.5
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	15	3	-	3	7.5
	Teóricas	15	0	-	0	0
	Prácticas	15	27	-	27	2
	Subtotal	15	30	-	30	9.5
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac./evaluac.	3	0	-	0	6
	Teóricas	3	0	-	0	0
	Prácticas	3	9	-	45	0
	Subtotal	3	9	-	45	6
Teóricas		1	-	6	-	-
Prácticas		1	-	53	-	-
Estudio y preparación del examen		1	-	20	-	5
Totales			51	79	87	45

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación</i>	<i>Vinculación</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CC</i>
1. Demostrar la comprensión de los conceptos involucrados en la asignatura.	1-7, 9, 11	30%
2. Presentar con claridad los conceptos contenidos en un documento técnico.	8, 11	10%
3. Realizar correctamente las prácticas	1-7	10%
4. Diseñar correctamente un proyecto de fabricación.	4, 5, 7-11	30%

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios	Evaluación de la presentación del contenido de un artículo técnico por parte del alumno.	10%
Prácticas Programación	Programa CNC generado por el alumno, correspondiente a las láminas	10%
Examen Teórico	Constará de una prueba objetiva con 5 preguntas sobre conceptos aprendidos en la asignatura, para que el alumno los explique.	15%
Examen Práctico	Programación manual del código correspondiente a una pieza.	15%
Proyecto	Desarrollo de un proyecto completo de la fabricación de un elemento mecánico. Incluyendo selección de herramientas, diseño del programa de CNC, elección de velocidades...	30%

Códigos.-

ⁱ *CET: Competencias Específicas del Título* (véase el apartado de Contextualización curricular)

ⁱⁱ *Tipos de actividades:* GG (Grupo Grande); S (Seminario); Tut (Tutoría ECTS); NP (No presenciales); C-E (Coordinación o evaluación); T (Teórica de carácter expositivo, de aprendizaje a partir de documentos o de discusión); P (Prácticas de laboratorio o campo y de solución de problemas); T-P (Otras teórico-prácticas).

ⁱⁱⁱ *D: Duración* en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

^{iv} *CC: Criterios de Calificación* (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final)

(*) Contenidos que pueden ser eliminados sin pérdida de continuidad, o actividades no obligatorias ni computadas

Comentarios sobre la metodología y evaluación

Este Plan Docente de la asignatura *Tecnología Mecánica* pretende conseguir que el conocimiento se construya conjuntamente entre profesores y alumnos. Como la asignatura *Tecnología Mecánica* es una asignatura optativa de segundo ciclo, se ha considerado que el alumno, en cursos anteriores, ha conseguido desarrollar un alto grado de motivación, responsabilidad y autonomía. Por este motivo el número de sesiones de grupo grande es reducido. Por otro lado, la asignatura tiene practicidad elevada, por lo que hay numerosas sesiones de laboratorio.

Los contenidos teóricos de la asignatura se desarrollan siguiendo el siguiente esquema de trabajo:

1. Los alumnos deben en primer lugar leer los contenidos teóricos del tema, utilizando los apuntes suministrados por el profesor.
2. En una sesión de grupo grande, el profesor explicará los conceptos esenciales del tema. Posteriormente los alumnos plantearán las dudas que les hayan surgido, que se tratarán de clarificar.
3. El alumno debe estudiar los contenidos teóricos para fijar los conceptos.
4. Posteriormente, el alumno deberá de leer un documento técnico relacionado con el tema, extraer la información esencial en el mismo y presentarla a sus compañeros, relacionándola con los conocimientos previamente adquiridos. Con esta actividad se pretende fomentar las habilidades de comprensión y expresión del alumno, y se pueden evaluar los conocimientos previos adquiridos.

Los contenidos prácticos de la asignatura se desarrollan siguiendo el siguiente esquema de trabajo:

1. Los alumnos deben en primer lugar leer los contenidos del tema, utilizando los apuntes suministrados por el profesor.
2. En una sesión de grupo grande, el profesor explicará los conceptos esenciales del tema y desarrollará algunos ejemplos sencillos. Posteriormente los alumnos plantearán las dudas que les hayan surgido, que se tratarán de clarificar.
3. El alumno realizará una serie de ejercicios para fijar los conocimientos. Estos ejercicios estarán planteados y resueltos en los apuntes entregados por el profesor.
4. Para evaluar los conocimientos, el alumno realizará un ejercicio práctico breve (lámina) algo más completo que los ejercicios básicos resueltos.
5. Finalmente, el alumno realizará un proyecto de diseño de un componente industrial en el que tendrá que manejar información técnica y considerar simultáneamente todos los elementos que intervienen en la fabricación. La

labor de diseño supone la consideración y valoración de las distintas alternativas y la correspondiente toma de decisiones.