

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 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.

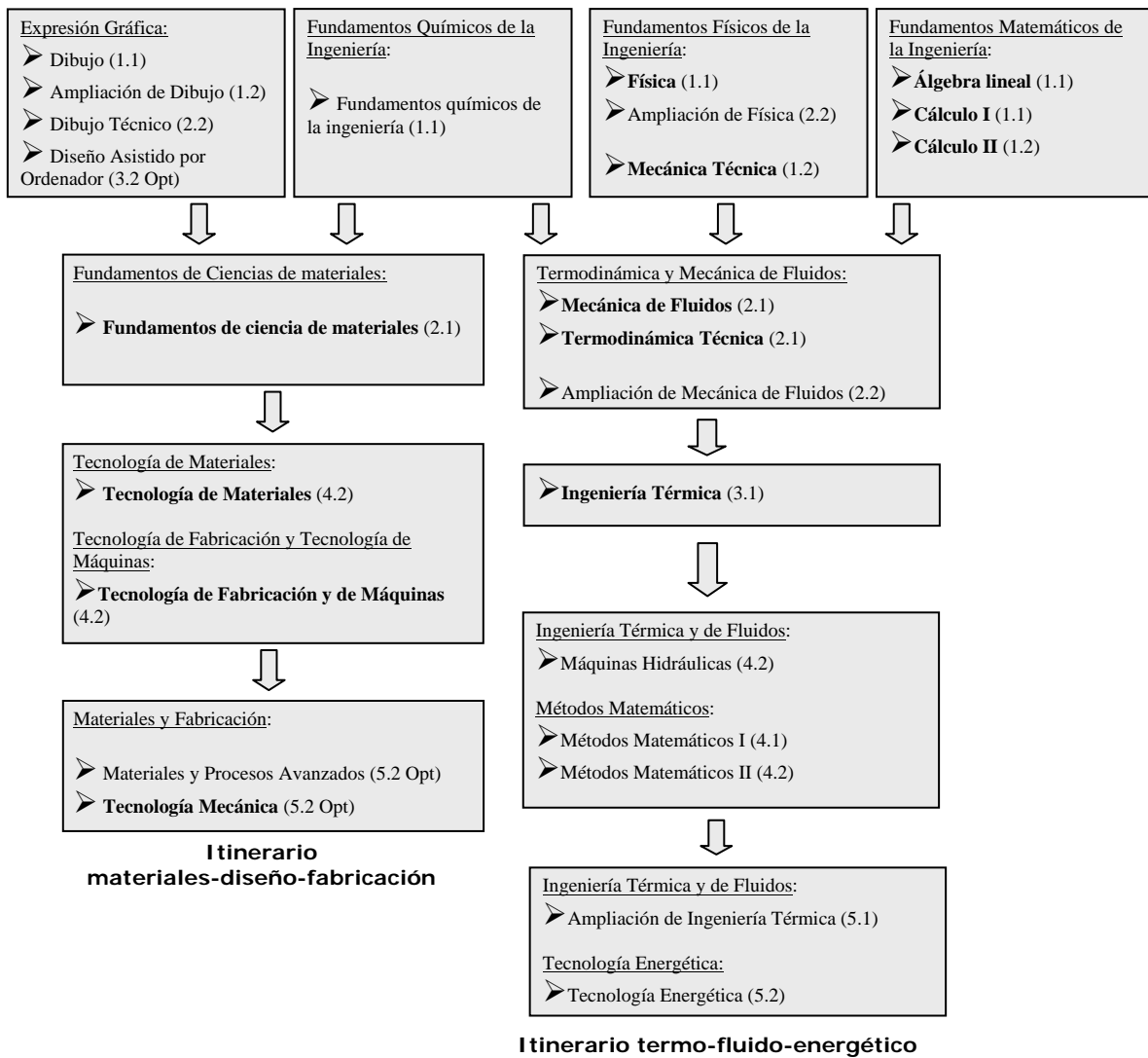


Figura1: Diagrama de bloques

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* presenta, entre otros contenidos, la forma normalizada de preparar planos de componentes industriales (acotación, acabados superficiales, tolerancias y ajustes, uniones...).

También en el 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 *Teoría de Máquinas* y *Diseño de Máquinas* que describen los componentes de las 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 el 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, en la asignatura *Tecnología de Materiales* se imparten conocimientos básicos de metalurgia y se describen los procesos de fabricación por moldeo y por sinterización. Se produce un cierto 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, en la titulación se ofertan dos optativas de 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.

Acerca de la duración de 1 crédito ECTS

Los Planes Docentes de las asignaturas implicadas en los tres proyectos que agrupa esta memoria han sido elaborados bajo la suposición de que 1 crédito ECTS equivaldrá a **27 horas** de trabajo. Esta elección se encuentra dentro de los límites (25-30 horas) fijados por la normativa, y es ligeramente superior al valor (25 horas) comúnmente aceptado. En nuestra opinión, esta elección se ajusta a la dificultad intrínseca que posee la titulación en la que se enmarcan nuestras asignaturas.

Plan Docente de la materia

“FÍSICA”

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>				
<i>Denominación</i>	Física			
<i>Curso y Titulación</i>	1º de Ingeniero Industrial (7,5 cd. LRU)			
<i>Coordinador- Profesor/es</i>	Pilar Suárez Marcelo, Ricardo Chacón García, Florentino Sánchez Bajo, Carlos Galán González			
<i>Área</i>	Física Aplicada			
<i>Departamento</i>	Electrónica e Ingeniería Electromecánica			
<i>Tipo</i>	Común (5 + 2,5 cd. LRU)		Iniciación (primer ciclo)	
<i>Coeficientes</i>	Practicidad: 3 (Medio – experim.)		Agrupamiento: 2 (bajo)	
<i>Duración ECTS (créd.)</i>	Primer Cuatrimestre		6 ECTS (150 h.)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 20%	Seminario-Lab.: 19,4%	Tutoría ECTS: 5,6%	No presenciales: 55%
	32,5 horas	31,5 horas	9 horas	89 horas
<i>Descriptor (según BOE)</i>	Mecánica. Termodinámica fundamental. Electromagnetismo. Óptica. Campos y Ondas.			

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	CET
1. Comprender los principales conceptos de la Física y su articulación en leyes, teorías y modelos, poniendo de manifiesto sus limitaciones	--
2. Asumir que la Física está sometida a continuas modificaciones y avances y en permanente relación con el estado de las necesidades tecnológicas de la sociedad	--
3. Aplicar los conocimientos adquiridos al planteamiento y resolución de problemas, principalmente cotidianos y relacionados con la ingeniería, insistiendo en el rigor científico y en el uso adecuado del lenguaje	--
4. Asumir las matemáticas como lenguaje natural de la Física, fundamentalmente lo que se refiere al Álgebra y Cálculo Vectorial	--
5. Aprender y aplicar el principio de superposición siempre que sea posible, entendiendo al mismo tiempo las limitaciones de su utilización	--
6. Entender el comportamiento mecánico de los sistemas de partículas que serán la base para el estudio del sólido rígido	--
7. Comprender el concepto de campo en general, y el de campo eléctrico y magnético en particular, y las interacciones correspondientes, tanto en el caso estacionario como en el caso dependiente del tiempo	--
8. Establecer las diferencias entre los distintos tipos de ondas y los fenómenos asociados a ellas	--

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	CET
9. Desarrollar la capacidad de síntesis y análisis, dotando a los estudiantes de una actitud crítica capaz de extraer conclusiones y de formar opiniones propias	--
10. Estimular la capacidad investigadora, mediante la aplicación del método científico en los trabajos con los estudiantes	--
11. Manejar las diferentes fuentes de información y desarrollar la capacidad de extraer los datos necesarios en cada momento	--
12. Fomentar una actitud de tolerancia y flexibilidad frente a la diversidad de opiniones	--
13. Adquirir las capacidades necesarias para el desarrollo de trabajos en equipo	--
14. Incrementar la capacidad de comunicación de los estudiantes, tanto escrita como oral	--

La asignatura en el Plan de Estudios

En 1993 aparece la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura (Real Decreto 1286/1993, de 30 de Julio, B.O.E. de 28 de Agosto), formada a partir de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (Decreto 2562/1975 de 9 de Octubre, B.O.E. del 27), tras la implantación de los nuevos planes de estudio correspondientes a tres titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial (Electricidad, Electrónica Industrial y Mecánica) y a la de Ingeniería Industrial.

De esta forma, atendiendo a las Directrices Generales Propias dictadas por el Real Decreto 921/1992, de 17 de julio (B.O.E. de 27 de agosto), se aprueban los Planes de Estudios de las titulaciones de Ingeniero Industrial e Ingeniero Técnico Industrial en Electricidad, en Electrónica Industrial y en Mecánica, que son posteriormente renovados y publicados en B.O.E. de fecha 22 de noviembre de 1998, mediante Resolución de 22 de octubre de ese mismo año.

En la Tabla I presentamos un extracto del mencionado plan de estudios, en el caso de Ingeniero Industrial, mostrando la distribución en asignaturas de la materia troncal, Fundamentos Físicos de la Ingeniería, a la que pertenece la asignatura de Física, objeto de este Plan Docente.

Tabla I. Distribución en asignaturas de la materia troncal del título de Ingeniero Industrial en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura

Asignaturas en que se divide la materia troncal	Créditos totales	Descriptor
Física	7.5 T	Mecánica. Termodinámica Fundamental. Electromagnetismo. Óptica. Campos y Ondas.
Mecánica Técnica	1.5 T + 3 A	Continuación de Mecánica. Mecánica del Sólido Rígido
Ampliación de Física	3 T + 1.5 A	Introducción a la Estructura de la Materia

En la formulación de los contenidos de los programas deben considerarse, a priori, algunas medidas para que su aprovechamiento sea lo más efectivo posible:

- Tener en cuenta qué conceptos, de cursos anteriores, conocen mejor los alumnos, para insistir menos en ellos. Esta información puede conseguirse mediante la realización de un test de conocimientos previos, en el que puede incluirse, además, alguna otra información adicional sobre la procedencia del alumno.
- Tener en cuenta qué contenidos son realmente más necesarios para los alumnos de cara a asignaturas posteriores. Este punto exige una coordinación con los profesores que imparten dichas asignaturas en el centro en que se imparta la materia.
- Evitar solapamientos de contenidos con asignaturas que se impartan simultáneamente. De nuevo una cuestión de coordinación.
- Elegir un desarrollo matemático de la asignatura coherente con el usado en las asignaturas posteriores. Ello no implica reducir el nivel del rigor matemático, sino apoyarse en las matemáticas “propias” de un ingeniero.

La selección de los contenidos del programa se ha realizado teniendo en cuenta lo dicho anteriormente y, fundamentalmente, en función de los descriptor de la misma y del resto de materias que los alumnos tendrán que superar para obtener el título. Es conveniente, por tanto, buscar la interrelación que tiene la materia troncal con el resto de materias troncales de esta titulación para argumentar este extremo.

La figura 1 muestra detalladamente estas relaciones a través de sus descriptor. En esta figura se especifica que la materia “Fundamentos Químicos de la Ingeniería” y, de forma mucho más importante, la de “Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería” son bases para el desarrollo de la materia que nos ocupa. En el primer caso, por ejemplo, aprovecharemos el estudio de los enlaces químicos para explicar diferentes tipos de medios (conductores, dieléctricos, semiconductores). En

el segundo, de forma mucho más evidente, todo su contenido es fundamental para el desarrollo de nuestra materia. Esto puede llegar a ser un inconveniente (de hecho en la mayoría de los casos ocurre) ya que mucha parte de los contenidos de “Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería” suelen explicarse simultáneamente a los de Física. Este inconveniente se soslayará en parte, incluyendo en el programa de Física los temas necesarios.

De igual forma, la asignatura que nos ocupa debe situar a los alumnos en condiciones óptimas para abordar cada una de estas materias que, por su contenido, deberían ser posteriores a ella.

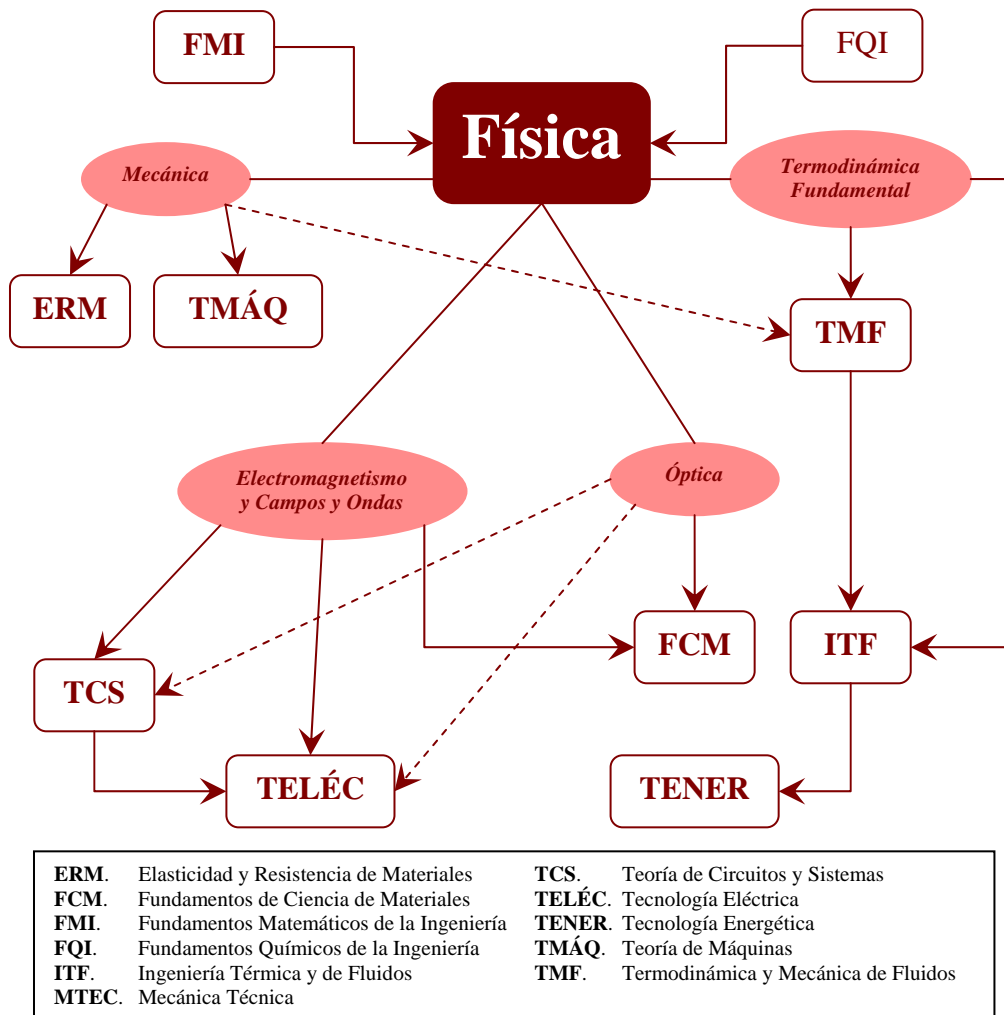


Fig. 1. La asignatura de Física en el contexto del Plan de Estudios del título de Ingeniero Industrial de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura

Así, el descriptor de *Mecánica* será la base de la “Mecánica Técnica y de la “Elasticidad y Resistencia de Materiales” mediante el estudio de la estática de los sistemas y del sólido rígido, el cálculo de centros de masas, la reacciones en apoyos y uniones, etc.; de igual forma este descriptor servirá para el posterior desarrollo de la materia troncal “Teoría de Máquinas”, haciendo el conveniente estudio de la cinemática, dinámica y estática del sólido rígido.

La parte de Mecánica de Fluidos del descriptor *Mecánica*, con la que se iniciará al alumno en esta materia, y el descriptor de *Termodinámica Fundamental*, con su exposición de los conceptos y leyes principales, serán los pilares en los que se apoyará la materia “Termodinámica y Mecánica de Fluidos” que posteriormente se ampliará con la materia “Ingeniería Térmica y de Fluidos”.

Los descriptores de *Electromagnetismo y Campos y Ondas*, deberán atender las necesidades de la materia troncal “Teoría de Circuitos y Sistemas”, dando el primer paso en el estudio de la corriente eléctrica; de la materia “Fundamentos de Ciencia de Materiales” con la iniciación al estudio de diversos medios materiales tales como conductores, semiconductores, dieléctricos y magnéticos; y de la materia “Tecnología Eléctrica” con el estudio de las leyes y los principios básicos que rigen la generación, el transporte, el almacenamiento y la utilización de la energía eléctrica, así como la propagación de ondas electromagnéticas.

Por último, el descriptor de *Óptica* sentará las bases para el desarrollo de métodos de caracterización de los materiales, el funcionamiento de los diferentes instrumentos ópticos o la transmisión de ondas electromagnéticas.

III. Secuenciación de bloques temáticos y temas

I. Análisis Vectorial
<p><u>1.- Introducción a la teoría de campos</u></p> <p>1.1. Campos escalares y vectoriales. 1.2. El elemento de ángulo como vector y el elemento de área como vector. 1.3. Circulación de un campo de vectores a lo largo de una línea. 1.4. Flujo de un vector a través de una superficie. 1.5. Gradiente de un campo escalar. 1.6. Divergencia de un campo de vectores. Teorema de la divergencia. 1.7. Rotacional de un campo de vectores. Teorema de Stokes.</p>
II. Mecánica y Termodinámica Fundamental
<p><u>2.- Cinemática de los sistemas de partículas</u></p> <p>2.1. Distintos tipos de movimientos para un sistema de puntos: Traslatorio Rotatorio Rototraslatorio: Movimiento de rodadura. Movimiento helicoidal 2.2. Velocidad y aceleración desde dos sistemas de referencia. 2.3. Análisis de casos prácticos aplicados a la ingeniería.</p> <p><u>3.- Dinámica de los sistemas de partículas</u></p> <p>3.1. Sistemas de puntos. 3.2. Fuerzas interiores y exteriores. 3.3. Momento lineal de un sistema de partículas. Centro de masas. 3.4. Movimiento del centro de masas bajo acción exterior. 3.5. Teorema de conservación del momento lineal y de la velocidad del c.d.m. 3.6. Momento angular de un sistema de partículas. Teorema de conservación. 3.7. Energía cinética de un sistema de partículas. 3.8. Teorema del trabajo y la energía cinética para un sistema de partículas. 3.9. Energía potencial interna. Teorema de conservación de la energía.</p> <p><u>4.- Termodinámica fundamental</u></p> <p>4.1. Sistemas con un gran número de partículas. Temperatura, trabajo y calor. 4.2. Principio Cero de la Termodinámica. 4.3. Reformulación del teorema de conservación de la energía para un sistema de muchas partículas: Primer Principio de la Termodinámica.</p>
III. Electromagnetismo
<p><u>5.- Campo y potencial electrostáticos</u></p> <p>5.1. Propiedades fundamentales de la carga eléctrica. Conservación de la carga. Cuantificación de la carga Principio de Superposición.</p>

- 5.2. Caracterización del campo electrostático. Ecuaciones fundamentales del campo.
- 5.3. Campo eléctrico producido por distribuciones continuas de cargas.
- 5.4. Potencial eléctrico. Superficies equipotenciales.
- 5.5. Energía potencial de una distribución de cargas.
- 5.6. Obtención del campo en función del potencial.
- 5.7. Vector desplazamiento, D , y Teorema de Gauss.

6.- Conductores, dieléctricos y condensadores

- 6.1. Propiedades de los conductores en equilibrio electrostático.
- 6.2. Conductor con cavidades.
- 6.3. Campo en la superficie de un conductor.
- 6.4. Dipolo eléctrico. Comportamiento de un dipolo en presencia de un campo eléctrico constante.
- 6.5. Dieléctricos. Momento dipolar de una distribución de cargas.
- 6.6. Vector polarización, P .
- 6.7. Vector desplazamiento en los dieléctricos. Primera Ecuación de Maxwell.
- 6.8. Condensadores. Capacidad. Asociación de condensadores.
- 6.9. Energía almacenada en un condensador.

7.- Corriente eléctrica

- 7.1. Definición. Magnitudes características de la corriente eléctrica: densidad e intensidad de corriente.
- 7.2. Ecuación de continuidad. Corrientes estacionarias.
- 7.3. Conductores filiformes.
- 7.4. Primera Ley de Kirchhoff.
- 7.5. Ley de Ohm Generalizada. Ley de Ohm para conductores filiformes.
- 7.6. Fuentes de tensión. Segunda Ley de Kirchhoff.
- 7.7. Energía disipada en un conductor: efecto Joule.
- 7.8. Concepto de fuerza electromotriz.
- 7.9. Conservación de la energía eléctrica en los circuitos. Análisis de circuitos.

8.- Magnetostática

- 8.1. Vector B en el vacío.
- 8.2. Fuerza de Lorentz. Fuerza sobre un elemento de corriente.
- 8.3. Ley de Biot-Savart. Campo magnético debido a una carga en movimiento y a una distribución continua de carga.
- 8.4. Fuerzas entre conductores recorridos por corrientes estacionarias.
- 8.5. Momento de una espira filiforme. Comportamiento de una espira plana en presencia de un campo magnético constante.
- 8.6. Vector H en el vacío.
- 8.7. Ley de Ampère. Ley de Ampère para corrientes filiformes.
- 8.8. El teorema de Stokes aplicado a la circulación del vector H : ecuación de Maxwell-Ampère.
- 8.9. Vector H en el interior de un solenoide.
- 8.10. Ecuaciones fundamentales del campo magnético. Segunda Ecuación de Maxwell.
- 8.11. Materiales magnéticos. Vector imanación.

9.- Campo electromagnético

- 9.1. Inducción electromagnética. Ley de Faraday-Lenz.
- 9.2. Campos magnéticos variables con el tiempo. Ecuación de Maxwell-Faraday.
- 9.3. Coeficientes de inducción.
- 9.4. Energía almacenada en un inductor.
- 9.5. Coeficientes de inducción mutua.
- 9.6. Ecuaciones fundamentales del campo electromagnético. Corriente de desplazamiento.
- 9.7. Ley de Maxwell-Ampère generalizada.
- 9.8. Ecuaciones de Maxwell.

IV. Ondas y Óptica**10.- Ondas sonoras**

- 10.1. Ecuación de onda. Energía transportada por una onda.
- 10.2. Naturaleza de las ondas sonoras.
- 10.3. Espectro de ondas mecánicas longitudinales. Características del sonido.

11.- Ondas electromagnéticas

- 11.1. Naturaleza de las ondas electromagnéticas. Características.
- 11.2. Teorema de la conservación de la energía electromagnética.
- 11.3. Espectro de ondas electromagnéticas.

12.- Estudio de los fenómenos asociados a las ondas

- 12.1. Reflexión.
- 12.2. Refracción.
- 12.3. Interferencia.
- 12.4. Difracción.
- 12.5. Polarización.

13.- Óptica geométrica

- 13.1. Aproximación de rayo luminoso.
- 13.2. Ley de la reflexión. Ley de Snell de la refracción. Índice de refracción.
- 13.3. Principio de Huygens.
- 13.2. Principio de Fermat.
- 13.3. Dioptrios.
- 13.4. Prismas.
- 13.5. Espejos.
- 13.6. Lentes.

Interrelación

Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)	Tema	Procedencia
Álgebra vectorial	Rq	Todos
Introducción a la teoría de campos	Rq, Rd	1
Cinemática de los sistemas de partículas	Rd	2
Dinámica de los sistemas de partículas	Rd	3

Metodología docente

La metodología docente de la asignatura está estructurada siguiendo un esquema similar en todos los bloques temáticos establecidos en el programa. Dicha estructura consta de 10 pasos que pueden verse esquematizados en la Tabla II.

Tabla II. Estructura base de la metodología docente de la asignatura de Física de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura

1. Lectura previa del tema	NP	T
2. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T
3. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T
4. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P
5. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E
6. Resolución de un caso práctico de ingeniería	NP	P
7. Tutorización de la actividad anterior	Tut	P
8. Exposición y discusión de los resultados del caso práctico	Tut	C-E
9. Práctica de Laboratorio	S	P
10. Elaboración de la memoria final de la práctica anterior	NP	P

Cada tema comienza con una lectura previa del mismo, por parte del alumno, para lo que el profesor debe facilitar el documento escrito correspondiente. Posteriormente, se hará una explicación en clase de las partes más complicadas o conceptuales del tema, se acompañarán algunos ejemplos y se abrirá una discusión con los alumnos sobre los diferentes aspectos que se hayan tratado. Una vez recibida la clase sobre el tema, el alumno debe profundizar sobre el mismo y realizar ejercicios de síntesis para asimilar los contenidos teóricos.

A continuación, trabajará, preferiblemente en grupo, sobre los problemas planteados en clase mediante una relación que previamente se le habrá suministrado. En esta relación los problemas se habrán elegido con la orientación adecuada a la titulación y se presentarán en orden creciente de dificultad. De esta forma, según nuestro criterio, no es necesario un número elevado de problemas para alcanzar los objetivos fijados en el tema. Una vez trabajados por el alumno estos problemas se discutirán en clase, en pequeños grupos (seminarios) para intercambiar las diferentes posibilidades de resolución y resolver las dudas planteadas. Este momento se aprovecha para evaluar a los alumnos.

Alcanzado este punto, se plantea a los alumnos una actividad para favorecer el trabajo en equipo y para aprender a manejar las diferentes fuentes de información a su alcance. Esta actividad consiste en la resolución de un caso práctico de ingeniería que deben resolver en grupo. Una vez planteado el tema, entre los alumnos y el profesor se fijarán los objetivos del trabajo. Además, el profesor asignará, siempre que sea posible, la labor de cada alumno dentro del grupo y marcará un tiempo para la consecución del mismo. Finalizado el plazo de ejecución del caso práctico se fijará una fecha para la defensa del mismo, momento que también se aprovecha para la evaluación.

Por último, paralelamente a estas actividades, los alumnos realizarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos de las que deberán elaborar una memoria final para su evaluación.

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>Tipoⁱ</i>		<i>Dⁱⁱ</i>	<i>Tema</i>	<i>Objetivos</i>
1. Test de conocimientos previos	GG	C-E	1	Todos	--
2. Presentación del Plan Docente de la asignatura	GG	C-E	1	Todos	--
3. Lectura previa del tema	NP	T	1	1	14
4. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	1	4, 7
5. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	1	9, 14
6. Lectura previa del tema	NP	T	1	2	1, 2, 14
7. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	2	1, 2, 4, 5, 6
8. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	2	9, 14
9. Lectura previa del tema	NP	T	1	3	1, 2, 14
10. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	3	1, 2, 4, 5, 6
11. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	3	9, 14
12. Introducción a las prácticas de laboratorio	S	T	2	2 a 13	3, 4
13. Estudio de la actividad anterior	NP	T	2	2 a 13	3, 4
14. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P	2	2-3	3, 4, 5, 6
15. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E	1+1	2-3	3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 14
16. Resolución de un caso práctico de ingeniería	NP	P	3	2-3	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13
17. Tutorización de la actividad anterior	Tut	P	1	2-3	3, 4, 5, 6
18. Exposición y discusión de los resultados del caso práctico	Tut	C-E	0,5	2-3	3, 4, 5, 6, 9, 14
19. Práctica de Laboratorio	S	P	2	2-3	2, 6, 12, 13
20. Elaboración de la memoria final de la práctica anterior	NP	P	1	2-3	2, 6, 14
21. Lectura previa del tema	NP	T	1	4	1, 2, 14
22. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	4	1, 2, 4, 5
23. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	4	9, 14
24. Lectura previa del tema	NP	T	1	5	1, 2, 14
25. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	5	1, 2, 4, 5, 7
26. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	5	9, 14
27. Lectura previa del tema	NP	T	1	6	1, 2, 14
28. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	6	1, 2, 4, 5, 7
29. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	6	9, 14

ⁱ *Tipos de actividades*: GG (Grupo Grande); S (Seminario o Laboratorio); Tut (Tutoría ECTS); No presenciales (NP); 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; de solución de problemas; basadas en la observación, experimentación, aplicación de destrezas; de estudio de casos; prácticas con proyectos o trabajos dirigidos...); T-P (Otras teórico-prácticas).

ⁱⁱ *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).

30. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P	2	5-6	3, 4, 5, 7
31. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E	1+1	5-6	3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 14
32. Resolución de un caso práctico de ingeniería	NP	P	3	5-6	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13
33. Tutorización de la actividad anterior	Tut	P	1	5-6	3, 4, 5, 7
34. Exposición y discusión de los resultados del caso práctico	Tut	C-E	0,5	5-6	3, 4, 5, 7, 9, 14
35. Práctica de Laboratorio	S	P	2	5-6	2, 7, 12, 13
36. Elaboración de la memoria final de la práctica anterior	NP	P	1	5-6	2, 7, 14

37. Lectura previa del tema	NP	T	1	7	1, 2, 14
38. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	7	1, 2, 4, 5, 7
39. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	7	9, 14
40. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P	2	7	3, 4, 5, 7
41. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E	1+1	7	3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 14
42. Resolución de un caso práctico de ingeniería	NP	P	3	7	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13
43. Tutorización de la actividad anterior	Tut	P	1	7	3, 4, 5, 7
44. Exposición y discusión de los resultados del caso práctico	Tut	C-E	0,5	7	3, 4, 5, 7, 9, 14
45. Práctica de Laboratorio	S	P	2	7	2, 7, 12, 13
46. Elaboración de la memoria final de la práctica anterior	NP	P	1	7	2, 7, 14
47. Lectura previa del tema	NP	T	1	8	1, 2, 14
48. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	8	1, 2, 4, 5, 7
49. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	8	9, 14
50. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P	2	8	3, 4, 5, 7
51. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E	1+1	8	3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 14
52. Resolución de un caso práctico de ingeniería	NP	P	3	8	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13
53. Tutorización de la actividad anterior	Tut	P	1	8	3, 4, 5, 7
54. Exposición y discusión de los resultados del caso práctico	Tut	C-E	0,5	8	3, 4, 5, 7, 9, 14

55. Lectura previa del tema	NP	T	1	9	1, 2, 14
56. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	9	1, 2, 4, 5, 7
57. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	9	9, 14
58. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P	2	9	3, 4, 5, 7
59. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E	1+1	9	3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 14
60. Resolución de un caso práctico de ingeniería	NP	P	3	9	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13
61. Tutorización de la actividad anterior	Tut	P	1	9	3, 4, 5, 7
62. Exposición y discusión de los resultados del caso práctico	Tut	C-E	0,5	9	3, 4, 5, 7, 9, 14

63. Práctica de Laboratorio	S	P	2	8-9	2, 7, 12, 13
64. Elaboración de la memoria final de la práctica anterior	NP	P	1	8-9	2, 7, 14

65. Lectura previa del tema	NP	T	1	10	1, 2, 14
66. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	10	1, 2, 4, 5, 8
67. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	10	9, 14

68. Lectura previa del tema	NP	T	1	11	1, 2, 14
69. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	11	1, 2, 4, 5, 8
70. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	11	9, 14
71. Lectura previa del tema	NP	T	1	12	1, 2, 14
72. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	12	1, 2, 4, 5, 8
73. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	12	9, 14
74. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P	2	10,11,12	3, 4, 5, 8
75. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E	1+1	10,11,12	3, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14
76. Resolución de un caso práctico de ingeniería	NP	P	3	10,11,12	2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13
77. Tutorización de la actividad anterior	Tut	P	1	10,11,12	3, 4, 5, 8
78. Exposición y discusión de los resultados del caso práctico	Tut	C-E	0,5	10,11,12	3, 4, 5, 8, 9, 14
79. Práctica de Laboratorio	S	P	2	10,11,12	2, 8, 12, 13
80. Elaboración de la memoria final de la práctica anterior	NP	P	1	10,11,12	2, 8, 14
81. Lectura previa del tema	NP	T	1	13	1, 2, 14
82. Explicación, discusión y ejemplificación en clase	GG	T	2	13	1, 2, 4, 5
83. Ejercicio de síntesis del tema	NP	T	1	13	9, 14
84. Preparación de los problemas planteados en las relaciones	NP	P	2	13	3, 4, 5, 8
85. Corrección y discusión de los problemas del tema en el aula	S	P, C-E	1+1	13	3, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14
86. Práctica de Laboratorio	S	P	2	13	2, 8, 12, 13
87. Elaboración de la memoria final de la práctica anterior	NP	P	1	13	2, 8, 14
88. Estudio y preparación del examen final de prácticas de laboratorio	NP	P	4	2 a 13	Todos
89. Examen final de prácticas de laboratorio	S	C-E	3,5	2 a 13	Todos
90. Estudio y preparación del examen final	NP	T+P	7+12	Todos	Todos
91. Examen final	GG	C-E	4,5	Todos	Todos

<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>Horas presenciales</i>	<i>Horas no presenciales</i>	<i>Horas presenciales</i>	<i>Horas no presenciales</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	60	6,5	--	6,5	8 (PD+Test)
	Teóricas	60	26	26	26	13
	Prácticas	60	--	--	--	--
	Subtotal	60	32,5	26	32,5	21
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	20	10,5	--	31,5	16
	Teóricas	20	2	2	6	1
	Prácticas	20	19	20	57	30
	Subtotal	20	31,5	22	94,5	47
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac./evaluac.	5	3	--	36	18
	Teóricas	5	--	--	--	--
	Prácticas	5	6	18	72	36
	Subtotal	5	9	18	108	54
Tutoría complementaria		1	voluntaria		6	--
Preparación examen			--	23	--	4
Corrección exámenes			--	--	--	30
Totales			73	89	241	156
			162		397	

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación</i>	<i>Vinculación</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CCⁱ</i>
1. Correcta asimilación de los conceptos, teoremas y leyes de la Física valorando la claridad y concisión en su exposición, así como el uso adecuado del lenguaje	1, 2, 4-9, 14	30%
2. Detallada explicación del planteamiento en la resolución de un problema. El resultado (incluidas las unidades) sólo se tendrá en cuenta si el procedimiento seguido para resolverlo es correcto	3-9, 14	30%
3. Claridad y precisión en la utilización de diagramas. Se valorará su inclusión en aquellos casos que proceda	6-9, 14	10%
4. Utilización del método científico (sobre todo en las prácticas de laboratorio y en los casos prácticos de ingeniería)	9-12	10%
5. Adecuada elección de las fuentes de información, en el caso de que se necesite su consulta	11	10%
6. Oportuno comportamiento de cada miembro de un grupo de trabajo. Se valorará la capacidad de cooperación entre los integrantes del grupo	12, 13	10%

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios de C-E	Como se explicó en la metodología, en estos seminarios se evaluará a los alumnos mediante la resolución de problemas propuestos con anterioridad	10%
Tutorías de C-E	Igual que en el caso anterior, se evalúa el caso práctico propuesto a los distintos grupos	15%
Examen final	El examen final constará de dos partes formadas por varias preguntas teóricas y diversos problemas. La nota del examen final será la media aritmética de las calificaciones de dichas partes, siempre que en cada una de ellas se alcance una puntuación mayor o igual a 3. Todas las preguntas del examen se puntuarán sobre el mismo valor máximo, salvo que se indique lo contrario de forma específica. En la calificación del examen final se tendrá en cuenta la presentación del mismo	70%
Examen de prácticas	Realización de una prueba para comprobar que se han realizado correctamente las prácticas de laboratorio propuestas	5%

ⁱ CC: Criterios de Calificación (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final)