

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.

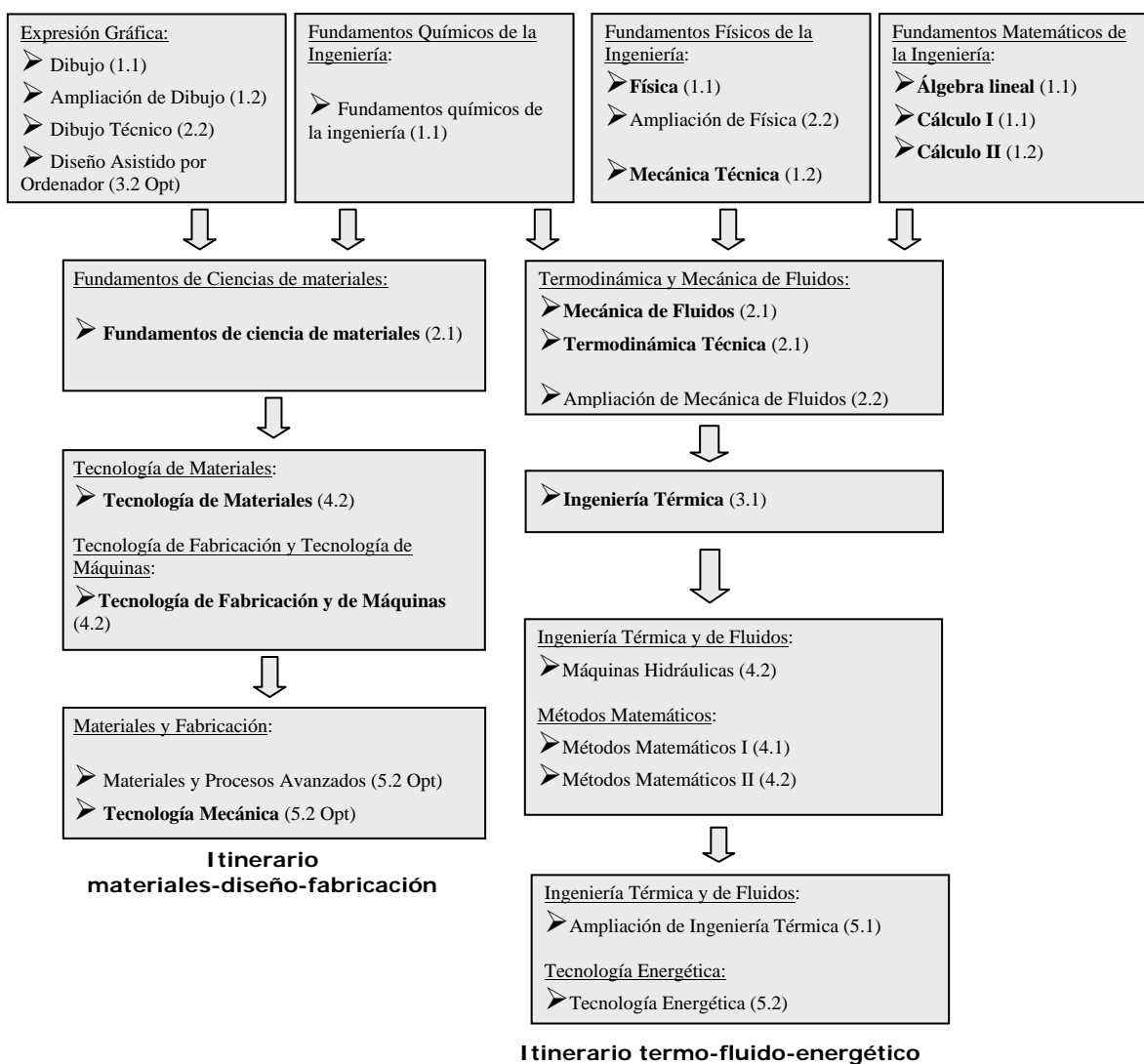


Figura1: Diagrama de bloques

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.

“Mecánica Técnica”

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>				
<i>Denominación</i>	Mecánica Técnica			
<i>Curso y Titulación</i>	1º Ingeniero Industrial			
<i>Coordinador-Profesor/es</i>	Francisco Javier Alonso Sánchez			
<i>Área</i>	Ingeniería Mecánica			
<i>Departamento</i>	Electrónica e Ingeniería Electromecánica			
<i>Tipo</i>	Troncal (4.5 ctos. LRU 3T +1.5P)		Fundamentos (primer ciclo)	
<i>Coefficientes</i>	Practicidad: 2		Agrupamiento: 3	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Segundo Cuatrimestre		3.6 ECTS (97 h.)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande:	Seminario-Lab.:	Tutoría ECTS:	No presenciales:
	30%	4 %	2 %	64 %
	1.08 ECTS (29 h.)	0.144 ECTS (4 h.)	0.072 ECTS (2 h.)	2.304 ECTS (62 h.)
<i>Descriptor (según BOE)</i>	Continuación de Mecánica. Mecánica del Sólido Rígido.			

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CET¹</i>
1.- Conocer y comprender los principios, conceptos y herramientas fundamentales de la Estática, Cinemática y Dinámica del sólido rígido.	
2.- Identificar, comprender y saber formular problemas de Ingeniería donde intervengan sistemas mecánicos compuestos por sólidos rígidos.	
3.- Desarrollar la capacidad de analizar sistemas mecánicos compuestos por sólidos rígidos de forma lógica y sistemática mediante la resolución de problemas.	
4.- Comprender analizar y valorar los resultados obtenidos en la resolución de problemas y tomar decisiones.	
5.- Comprender las limitaciones de la aplicación de la mecánica del sólido rígido a problemas reales de Ingeniería.	
6.- Aplicar conocimientos de programación a la resolución de problemas de Mecánica.	

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CG</i>
7.- Resolver problemas que supongan nuevas situaciones con creatividad y confianza en los propios conocimientos.	
8.- Desarrollar la capacidad de comunicación de un problema de ingeniería mecánica de forma clara usando un vocabulario técnico preciso.	
9.- Aprender a trabajar de forma autónoma.	
10.- Trabajar con constancia.	
11. Trabajar en equipo.	

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 primer curso de la titulación se impartirá la asignatura troncal cuatrimestral **Mecánica Técnica**, con una asignación de 4.5 créditos (4 créditos teóricos y 1.5 créditos prácticos).

La asignatura Mecánica Técnica, junto con *Física* (Troncal, 7,5 créditos, 1^{er} curso) aporta las herramientas fundamentales que se van a utilizar en otras asignaturas de la carrera de Ingeniería Industrial. En la tabla siguiente se presenta un esquema de estas asignaturas:

Asignatura	Curso	Relación
Mecánica de Fluídos	2º	Introducción a los sistemas de fuerzas distribuidas (Aplicación a problemas hidrostáticos)
Teoría de Máquinas	3º	Introducción de las herramientas básicas de Cinemática y Dinámica de máquinas. Pares cinemáticos.
Diseño de Máquinas	3º	Estudio de los diagramas de sólido libre (en adelante DSL), básicos para el diseño resistente de un elemento de máquina. Cargas distribuidas en vigas. Centros de masa. Cálculo de momentos de inercia de secciones.
Teoría de Estructuras	4º	Ecuaciones de equilibrio de un sólido rígido. Sistemas hiperestáticos. Cargas distribuidas en vigas. Centros de masa. Momentos de inercia de secciones.
Acústica y Vibraciones	Optativa Segundo ciclo	Base conceptual para la obtención de las ecuaciones del movimiento vibratorio (Ecuaciones de Newton y métodos energéticos).
Dinámica de vehículos automóviles	Libre elección Primer ciclo	Base conceptual para la obtención de las ecuaciones de la dinámica vehicular (Ecuaciones de Newton y métodos energéticos).

III. Contenidos e Interrelación

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>
1. Introducción
1.1. Introducción a la Mecánica. 1.2. Leyes de la Mecánica. 1.3. Sistemas de Unidades
2. Sólido rígido: sistemas de fuerzas
2.1.- Introducción. 2.2.- Fuerzas externas e internas. 2.3.- Momento de una fuerza respecto a un punto. Teorema de Varignon. 2.4.- Principio de transmisibilidad. Fuerzas equivalentes. 2.5.- Momento de una fuerza respecto a un eje. 2.6.- Par de fuerzas 2.6.1.- Pares equivalentes 2.6.2.- Suma de pares de fuerzas. 2.7.- Descomposición de una fuerza dada en una fuerza en un punto y un par 2.8.- Reducción de un sistema de fuerzas a una fuerza y un par.
3. Equilibrio del sólido rígido
3.1.- Introducción. Ecuaciones de equilibrio. 3.2.- Diagrama de sólido libre. Reacciones en apoyos y uniones. 3.3.- Reacciones estáticamente indeterminadas. 3.4.- Equilibrio de un cuerpo rígido sometido a dos y tres fuerzas.
4. Fuerzas distribuidas: centros de gravedad
4.1.- Introducción. 4.2.- Centro de gravedad de un cuerpo bidimensional. 4.2.1.- Centro de gravedad de áreas y líneas. Momentos de primer orden. 4.2.2.- Centro de gravedad de cuerpos compuestos. 4.3.- Teoremas de Pappus – Guldin. 4.4.- Cargas distribuidas en vigas 4.5.- Centro de gravedad de un cuerpo tridimensional. 4.5.1.- Centros de gravedad volúmenes. 4.5.2.- Centro de gravedad de cuerpos compuestos.
5. Rozamiento
5.1.- Introducción. 5.2.- Leyes del rozamiento seco. Coeficientes de rozamiento. 5.2.1.- Ángulos de rozamiento. 5.3.- Resistencia a la rodadura
6. Fuerzas distribuidas: momentos de inercia
6.1.- Introducción. 6.2.- Momento de segundo orden o momento de inercia de un área. 5.2.1.- Momento polar de inercia. 6.3.- Radio de giro. 6.4.- Productos de inercia. 6.5.- Teorema de Steiner ó de los ejes paralelos. 6.6.- Momentos de inercia de áreas compuestas. 6.7.- Momento de inercia de masas. 5.7.1.- Teorema de Steiner. 6.8.- Momento de inercia de cuerpos compuestos.
7. Cinemática del sólido rígido
7.1.- Introducción. 7.2.- Movimiento de traslación. 7.3.- Movimiento de rotación alrededor de un eje fijo. 7.4.- Movimiento plano general. 7.4.1.- Velocidad absoluta y relativa. Centro instantáneo de rotación. 7.4.2.- Aceleración absoluta y relativa. 7.5.- Movimiento de un punto respecto a un sistema en rotación. Aceleración de Coriolis. 7.6.- Movimiento con un punto fijo. 7.7.- Movimiento general
8. Dinámica del sólido rígido en movimiento plano
8.1. Introducción. 8.2.- Ecuaciones del movimiento de un sólido rígido.

- 8.2.1.- Principio de D'Alembert.
- 8.3.- Trabajo y energía cinética de un sólido rígido.
 - 8.3.1.- Conservación de la energía.
- 8.4.- Potencia.
- 8.5.- Principio del impulso y momento para el movimiento de un sólido rígido.
 - 8.5.1.- Conservación del momento.

<i>Interrelación</i>			
Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)		Tema	<i>Procedencia</i>
Conocimiento básicos de Mecánica	Rq	1-8	Física (1º, 1)
Conocimiento del análisis vectorial elemental: concepto de vector, producto escalar, producto vectorial y producto mixto.	Rq	1-8	Física (1º, 1)
Conocimientos de cálculo integral básico: cálculo de longitudes, áreas y volúmenes de elementos geométricos básicos. Dominio de las técnicas de integración en coordenadas cartesianas y polares. Integrales dobles y triples.	Rq	1-8	Física (1º, 1) Cálculo I (1º, 1) Cálculo II (1º, 2)
Concepto de sistema de referencia y descripción del movimiento desde sistemas de referencia inerciales y no inerciales. Fuerzas de Inercia.	Rd	7,8	Física (1º, 1)

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>Dⁱⁱⁱ</i>	<i>Tema</i>		<i>Objetivo</i>
1.	Presentación de la asignatura	GG	C-E	0,5	1-8	Todos		
2.	Encuesta de conocimientos previos	GG	C-E	0,5	1-8	1-9		
3.	Estudio de los contenidos del Tema 1	NP	T	1	1	1		
4.	Exposición general del tema	GG	T	1,5	2	1-5		
5.	Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	2	1-5		
6.	Resolución en común de problemas	GG	P	1	2	1-5		
7.	Resolución de problemas	NP	P	2	2	1-5		
8.	Exposición general del tema	GG	T	1	3	1-5		
9.	Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	3	1-5		
10.	Resolución en común de problemas	GG	P	1	3	1-5		
11.	Resolución de problemas	NP	P	2	3	1-5		
12.	Exposición general del tema	GG	T	1,5	4	1-5		
13.	Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	4	1-5		
14.	Resolución en común de problemas	GG	P	2	4	1-5		
15.	Resolución de problemas	NP	P	2	4	1-5		
16.	Exposición general del tema	GG	T	1	5	1-5		
17.	Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	5	1-5		
18.	Resolución en común de problemas	GG	P	2	5	1-5		
19.	Resolución de problemas	NP	P	2	5	1-5		
20.	Resolución de problemas de síntesis temas 1-5	S	P	2	1-5	6-7, 9-11		
21.	Exposición y discusión de problemas de síntesis temas 1-5	Tut	C-E	1	1-5	Todos (8)		
22.	Exposición general del tema	GG	T	1	6	1-5		
23.	Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	6	1-5		
24.	Resolución en común de problemas	GG	P	2	6	1-5		
25.	Resolución de problemas	NP	P	2	6	1-5		
26.	Exposición general del tema	GG	T	2	7	1-5		
27.	Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	7	1-5		
28.	Resolución en común de problemas	GG	P	3	7	1-5		
29.	Resolución de problemas	NP	P	3	7	1-5		
30.	Exposición general del tema	GG	T	2	8	1-5		
31.	Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	8	1-5		
32.	Resolución en común de problemas	GG	P	3	8	1-5		
33.	Resolución de problemas	NP	P	4	8	1-5		
34.	Resolución de problemas de síntesis temas 6-8	S	P	2	6-8	6-7, 9-11		
35.	Exposición y discusión de problemas de síntesis temas 6-8	Tut	C-E	1	6-8	Todos (8)		
36.	Estudio y preparación del examen final	NP	T-P	20	1-8	1-10,12		
37.	Examen final	GG	C-E	4	1-8	1-10,12		

<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. presenc.</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenc.</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	60	5	-	5	20
	Teóricas	60	10	15	14	8
	Prácticas	60	14	17	10	5
	Subtotal	60	29	32	29	33
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	15	-	-	-	-
	Teóricas	15	-	-	-	-
	Prácticas	15	4	-	-	-
	Subtotal	15	4	-	16	10
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac./evaluac.	5	2	-	-	-
	Teóricas	5				
	Prácticas	5				
	Subtotal	5	2	-	24	0
Estudio y preparación del examen		1	-	30	-	15
Totales			35	62	69	58

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación*</i>	<i>Vinculación*</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CC^{iv}</i>
1. Comprensión de los principales principios, conceptos y herramientas de la asignatura. Se valorará especialmente la capacidad para desarrollar correctamente diagramas de sólido libre		40 %
2. Claridad, pulcritud y orden en las exposiciones.		20 %
3. Metodología empleada en la resolución de los problemas.		20 %
4. Análisis y valoración de los resultados de los problemas.		20 %
5. Participación en la resolución de problemas en clase.		(10 %)

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios y Tutorías ECTS	<ul style="list-style-type: none"> Resolución, exposición y discusión de un problema de síntesis de los temas 1-5. Los grupos de resolución de problemas serán de 5 personas como máximo. El alumno que realice la exposición será elegido al azar entre los miembros del grupo. (15 %) 	15%
	<ul style="list-style-type: none"> Resolución, exposición y discusión de un problema de síntesis de los temas 6-8. Los grupos de resolución de problemas serán de 5 personas como máximo. El alumno que realice la exposición será elegido al azar entre los miembros del grupo. (15 %) 	15%
	<ul style="list-style-type: none"> La realización de problemas en clase supondrá una bonificación sobre la nota final de hasta un punto si ha salido a, al menos, tres problemas. 	(10%)
Examen final	<ul style="list-style-type: none"> La evaluación final constará de una prueba de desarrollo escrito basada en la resolución de varios problemas. 	70 %

Códigos.-

¹ *CET*: Competencias Específicas del Título (véase el apartado de Contextualización curricular)

¹ *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).

¹ *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).

¹ *CC*: Criterios de Calificación (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final)