

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.

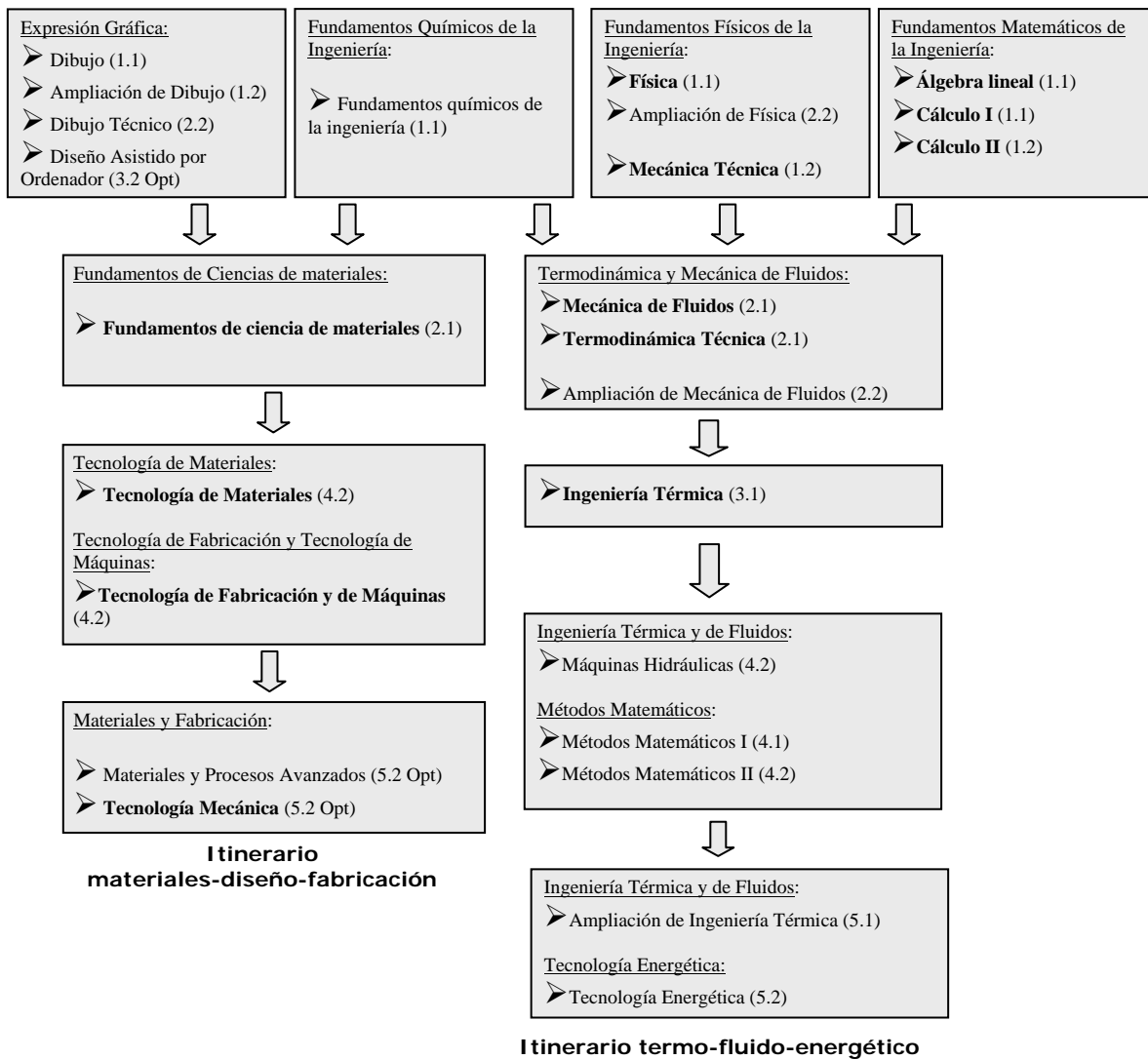


Figura1: Diagrama de bloques

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

“TERMODINÁMICA TÉCNICA”

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>				
<i>Denominación</i>	Termodinámica Técnica			
<i>Curso y Titulación</i>	2º de Ingeniero Industrial (7,5 cd. LRU)			
<i>Coordinador-Profesor/es</i>	Antonio Ramiro González, Eduardo Sabio Rey, Carmen María González García			
<i>Área</i>	Física Aplicada			
<i>Departamento</i>	Ingeniería Química y Energética			
<i>Tipo</i>	Troncal (6 + 1,5 cd. LRU)	Iniciación (primer ciclo)		
<i>Coefficientes</i>	Practicidad: 4 (Medio - experimental)	Agrupamiento: 2 (bajo)		
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Primer Cuatrimestre		6 ECTS (150 h.)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 20%	Seminario-Lab.: 20%	Tutoría ECTS: 5%	No presenciales: 55%
	30 horas	30 horas	7,5 horas	82,5 horas
<i>Descriptorios (según BOE)</i>	<i>Procesos termodinámicos: Conceptos básicos. Leyes y principios fundamentales. Sustancias puras. Máquinas térmicas.</i>			

$$ECTS = \frac{c \cdot 60 \cdot n}{C}$$

donde: $c = 7,5$; $n = 5$ y $C = 375$; por tanto $ECTS = 6$

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CETⁱ</i>
1.- Conocer los conceptos básicos y la nomenclatura que se va a utilizar posteriormente en el desarrollo de la materia	
2.- Comprender las Leyes y Principios fundamentales de la Termodinámica y ser capaz de aplicarlos en el campo de la Ingeniería	
3.- Conocer y comprender los Potenciales Termodinámicos y su aplicación a la determinación de procesos espontáneos y condiciones de equilibrio	
4.- Ser capaz de utilizar las tablas y diagramas de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras en el análisis de sistemas termodinámicos	
5.- Conocer y comprender el flujo de fluidos y su aplicación a dispositivos técnicos	
6.- Comprender y aplicar el ciclo termodinámico de las máquinas térmicas	
7.- Manejar adecuadamente técnicas básicas instrumentales en un laboratorio de termodinámica	
8.- Introducir al alumno en el concepto de energías renovables, ahorro energético y cogeneración	

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CET</i>
9.- Trabajar en equipo	
10.- Capacidad de análisis y síntesis	
11.- Razonamiento crítico	
12.- Capacidad de comunicación	
13.- Actitud positiva, tolerante y flexible	
14.- Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos a la práctica	

Códigos.-

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

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 21-11-1998). Este Plan de estudios establece que la *Termodinámica Técnica* es una asignatura troncal de segundo curso que se impartirá en el primer cuatrimestre, con una asignación de 7,5 créditos (5 créditos teóricos y 2,5 prácticos). Los descriptores de la asignatura son:

- Procesos termodinámicos. Conceptos básicos. Leyes y principios fundamentales. Sustancias puras. Máquinas térmicas.

La *Termodinámica Técnica* esta relacionada con las siguientes asignaturas de primer curso: *Cálculo I y II*, *Física*, *Fundamentos Químicos de la Ingeniería*, *Métodos Estadísticos de la Ingeniería* y *Fundamentos de Informática*. Es evidente que la relación más estrecha es la existente con *Física* y *Cálculo*, y el conocimiento de estas materias se puede considerar un requisito para un estudiante de *Termodinámica Técnica*.

Existe una estrecha relación entre la *Termodinámica Técnica* y la *Mecánica de Fluidos*, impartida también en segundo curso. La visión de ambas asignaturas puede considerarse complementaria, de forma que el estudio de una puede ayudar a la comprensión de la otra y viceversa.

Asimismo, la asignatura *Termodinámica Técnica* es necesaria para estudio de diversas asignaturas de la titulación: *Ingeniería Térmica (3º)*, *Ampliación de Termodinámica (4º)*, *Ampliación de Ingeniería Térmica (5º)*, *Simulación de Procesos Térmicos (2º ciclo)*.

Contenidos

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>	
1. Conceptos básicos	
1.1.- Sistemas y variables termodinámicas. Estados y procesos termodinámicos. 1.2.- Temperatura. Escalas termométricas. Termometría. 1.3.- Ecuaciones térmicas de estado. Gas ideal. Gases reales. 1.4.- Trabajo termodinámico.	
2. Leyes y principios fundamentales	
2.1.- Primer principio de la Termodinámica. Sistemas cerrados. 2.2.- Proceso termodinámicos fundamentales. 2.3.- Primer Principio de la Termodinámica. Sistemas abiertos. 2.4.- Segundo Principio de la Termodinámica. 2.5.- Ciclo de Carnot. 2.6.- Entropía. 2.7.- Formulación matemática del Segundo Principio para procesos irreversibles. 2.8.- Introducción al análisis energético.	
3. Relaciones formales de la Termodinámica	
3.1.- Potenciales termodinámicos. 3.2.- Relaciones termodinámicas. 3.3.- Tercer Principio de la Termodinámica.	
4. Propiedades termodinámicas de las sustancias puras	
4.1.- Superficie p-v-T y diagramas planos. 4.2.- Diagramas entrópicos y Tablas de propiedades.	
5. Flujo de fluidos	
5.1.- Procesos de flujo. 5.2.- Compresores de gas. 5.3.- Toberas, difusores y orificios. 5.4.- Turbinas de gas y vapor.	
6. Ciclos termodinámicos de las máquinas térmicas	
6.1.- Introducción al estudio de los ciclos. 6.2.- Ciclos de trabajo de las turbinas de vapor. 6.3.- Ciclos de gas. Motores alternativos de combustión interna. 6.4.- Ciclos de trabajo de las turbinas de gas. 6.5.- Métodos generales de análisis de eficiencia de los ciclos. 6.6.- Cogeneración.	

<i>Interrelación</i>			
Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)		Tema	Procedencia
Conocimientos básicos de física	Rq	1	Fundamentos Físicos de la Ingeniería (1º Ingeniero Industrial)
Conocimientos básicos de cálculo	Rq	Todos	Cálculo (1º Ingeniero Industrial)

IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

Actividades de enseñanza-aprendizaje	Vinculación				
	Descripción y secuenciación de actividades	TIPO		D	TEMA
1.- Presentación de la asignatura	GG	C-E	1	1-6	Todos
2.- Lectura del programa de la asignatura	NP	C-E	0.5	1-6	Todos
3.- Exposición del tema 1.1 (Principios termodinámicos básicos)	GG	T	1	1.1	1
4.- Estudio de los contenidos del tema	NP	T	1	1.1	1
5.- Exposición del tema 1.2 (Termometría)	GG	T	1	1.2	1
6.- Estudio de los contenidos del tema 1.1	NP	T	1	1.2	1
7.- Exposición del tema 1.3 (Gases)	GG	T	1	1.3	1
8.- Estudio tema 1.3 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	1	1.3	1
9.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	1.3	1
10.- Exposición tema 1.4 (Trabajo)	GG	T	1.5	1.4	1
11.- Estudio tema 1.4 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	1.4	1
12.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	1.4	1
13.- Exposición tema 2.1 (Primer Principio sistemas cerrados)	GG	T	1.5	2.1	2
14.- Estudio tema 2.1 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	2.1	2
15.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	2.1	2
16.- Exposición tema 2.2 (Procesos Fundamentales)	GG	T	1.5	2.2	2
17.- Estudio tema 2.2 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	2.2	2
18.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	2.3	2
19.- Exposición tema 2.3 (Primer Principio sistemas abiertos)	GG	T	2	2.3	2
20.- Estudio tema 2.3 y preparación de relaciones de problemas	NP	T, P	3	2.3	2
21.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	2.3	2
22.- Estudio y preparación 1º Examen Parcial	NP	T-P	15	Todos	1, 2
23.- Realización del 1º Examen Parcial	GG	C-E	2	1-2.3	1, 2
24.- Exposición tema 2.4 (Segundo Principio)	GG	T	1	2.4	2
25.- Exposición tema 2.5 (Ciclo de Carnot)	GG	T	1	2.5	2
26.- Estudio tema 2.5 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	2.5	2
27.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	2.5	2
28.- Exposición tema 2.6 (Entropía)	GG	T	1.5	2.6	2
29.- Estudio tema 2.6 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	2.6	2
30.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	2.6	2
31.- Exposición tema 2.7 (Procesos irreversibles)	GG	T	1	2.7	2
32.- Estudio tema 2.7 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	2.7	2
33.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	2.7	2
34.- Exposición tema 2.8 (Exergía)	GG	T	1	2.8	2
35.- Estudio tema 2.8 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	2.8	2
36.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1.5	3.4	2
37.- Exposición tema 3.1 (Potenciales)	GG	T	0.5	3.1	3
38.- Exposición tema 3.2 (Relaciones Termodinámicas)	GG	T	0.5	3.2	3
39.- Exposición tema 3.3 (Tercer Principio)	GG	T	0.5	3.3	3
40.- Estudio temas 3.1-3.3	NP	T, P	1	3.1-3.3	3
41.- Exposición tema 4.1 (Superficies pvT y Diagramas planos)	GG	T	0.5	4.1	3
42.- Exposición tema 4.2 (Diagramas entrópicos y Tablas)	GG	T	0.5	4.2	4
43.- Estudio temas 4.1 y 4.2 y preparación de los problemas	NP	T, P	2	4.1, 4.2	4
44.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	4.1, 4.2	4
45.- Exposición tema 5.1 (Procesos de flujo)	GG	T	0.5	5.1	5
46.- Exposición tema 5.2 (Compresores)	GG	T	0.5	5.2	5
47.- Exposición tema 5.3 (Toberas, difusores y orificios)	GG	T	0.5	5.3	5
48.- Exposición tema 5.4 (Turbinas)	GG	T	0.5	5.4	5
49.- Estudio temas 5.1 a 5.4 y preparación de los problemas	NP	T, P	2	5.1-5.4	5
50.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	5.1-5.4	5

51.- Exposición tema 6.1 (Ciclos)	GG	T	1	6.1	6
52.- Estudio tema 6.1 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	2	6.1	6
53.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	6.1	6
54.- Exposición tema 6.2 (Ciclo Rankine)	GG	T	3	6.2	6
55.- Estudio tema 6.2 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	3	6.2	6
56.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	6.2	6
57.- Exposición tema 6.3 (Ciclos de combustión interna)	GG	T	1	6.3	6
58.- Estudio 6.3 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	1	6.3	6
59.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	6.3	6
60.- Exposición tema 6.4 (Ciclo de Brayton)	GG	T	2.5	6.4	6
61.- Estudio tema 6.4 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	3	6.4	6
62.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	1	6.4	6
63.- Exposición tema 6.5 (Eficiencia de los Ciclos)	GG	T	1	6.5	6
64.- Estudio tema 6.5 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	0.5	6.5	6
65.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	0.5	6.5	6
66.- Exposición tema 6.6 (Cogeneración)	GG	T	1	6.6	6
67.- Estudio 6.2 y preparación de la relación de problemas	NP	T, P	0.5	6.6	6
68.- Corrección y Discusión de Relación de Problemas	S	P	0.5	6.6	6
69.- Estudio y preparación 2º Examen Parcial	NP	T-P	15	Todos	Todos
70.- Realización del 2º Examen Parcial	GG	C-E	2	2.4 - 6.6	Todos
71.- Preparación del supuesto práctico y su presentación	Tut	T,P	7.5	Todos	Todos
72.- Realización de prácticas sobre Coeficientes Térmicos	S	P	6	1	Todos
73.- Realización de prácticas sobre Coeficientes Energéticos y Sustancias Puras	S	P	6	2	Todos
74.- Realización de prácticas sobre Energías Renovables	S	P	1.5	Todos	Todos
75.- Estudio y preparación examen final	NP	T-P	17	Todos	Todos
76.- Realización examen final	GG	C-E	3	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>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.	60	1 (7)	0.5	1(7)	30
	Teóricas	60	29	20	29	29
	Prácticas	60	--	20	--	--
	Subtotal	60	30	40.5	30	59
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac/evaluac.	12	--	--	-	15
	Teóricas	12	--	12	--	6
	Prácticas	12	30	30	150	8
	Subtotal	12	30	42	150	29
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac/evaluac.	4	1.5	--	22,5	8
	Teóricas	4	3	--	45	8
	Prácticas	4	3	--	45	24
	Subtotal	4	7,5	--	112,5	24
Tutoría comp. y preparación de ex. (VII)		1	-	--	-	58
Totales			67,5	82,5	292,5	158

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación*</i>		<i>Vinculación*</i>	
Descripción		<i>Objetivo</i>	<i>CC^{iv}</i>
1. Demostrar la adquisición, comprensión de los principales conceptos de la asignatura		1-6	30%
2. Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos y basándose en resultados experimentales		1-6	40%
3. Preparar un supuesto práctico relacionado con la asignatura		2, 4, 6, 8.	10%
4. Exponer el supuesto práctico.		2, 4, 6, 8.	
5. Analizar críticamente y con rigor los resultados de las prácticas		Todos	10%
6. Participar activamente en la resolución de problemas en clase.		1, 3-5, 7-11	10%

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios y Tutorías ECTS	La valoración de las actividades registradas en el cuaderno de prácticas, junto a la evaluación continua del trabajo y dedicación en el desarrollo de las mismas (10%). Será necesario tener aprobadas las prácticas para aprobar la asignatura. Elaboración y exposición pública del trabajo tutorizado (10%)	20%
	La realización de problemas en clase reportará al alumno de una bonificación sobre su nota final de hasta un punto si ha salido a, al menos, cuatro problemas.	(10%)
Exámenes	Habrán dos parciales eliminatorios. Cada uno de ellos constará de una prueba objetiva de 5 cuestiones teóricas 5 problemas: Los problemas puntúan aproximadamente el doble que la teoría. El alumno que no supere alguno de estos parciales dispondrá de un examen final con características similares a los parciales.	70%