



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
<b>NombreCompleto</b>	Ingeniería energética
<b>Código</b>	DIM-IND-523
<b>Título</b>	<a href="#">Máster Universitario en Ingeniería Industrial</a>
<b>Impartido en</b>	Máster Universitario en Ingeniería Industrial [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Administración de Empresas [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sector Eléctrico [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Mast. Univ. Inves. en Modelado de Sistemas de Ingen. [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster en Industria Conectada / in Smart Industry [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster in Smart Grids [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster en Ingeniería para la Movilidad y Seguridad [Primer Curso]
<b>Nivel</b>	Postgrado Oficial Master
<b>Cuatrimestre</b>	Semestral
<b>Créditos</b>	7,5
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Responsable</b>	José Ignacio Linares Hurtado
<b>Horario de tutorías</b>	Previa petición por e-mail

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Beatriz Yolanda Moratilla Soria
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25 [D-306]
<b>Correo electrónico</b>	ymoratilla@icai.comillas.edu
<b>Teléfono</b>	2363
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Francisco González Hierro
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica



<b>Correo electrónico</b>	fgonzalez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	José Ignacio Linares Hurtado
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25 [D-017]
<b>Correo electrónico</b>	linares@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Luis López Álvarez
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Correo electrónico</b>	llopez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Bienvenido Martínez Pantoja
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Correo electrónico</b>	bmartinez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Javier Tardieu Benlloch
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Correo electrónico</b>	jtardieu@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	José Rafael Rubio Caldera
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Correo electrónico</b>	jrrubio@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Leopoldo Prieto Fernández
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Correo electrónico</b>	lpfernandez@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del máster en Ingeniería Industrial esta asignatura pretende dotar al alumno de los conocimientos básicos para poder entender tanto las fuentes de energía y los sistemas de conversión de las mismas en trabajo, calor y frío como para analizar la viabilidad técnico-económica de los sistemas



energéticos.

Al finalizar el curso los alumnos serán capaces de discutir sobre escenarios y políticas energéticas con criterios técnicos, evaluar sistemas energéticos mediante técnicas exergéticas, analizar el comportamiento de sistemas energéticos fuera del punto de diseño, conocer y saber proponer mejoras en centrales térmicas de todo tipo y determinar las debilidades y fortalezas de las diferentes fuentes energéticas, tanto desde la producción como desde la logística y su transformación. En definitiva, los conceptos adquiridos en esta asignatura aportarán al alumno los criterios técnicos para contribuir al debate energético buscando la sostenibilidad en un sentido integral (económico, social y medioambiental).

Además, esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-práctico por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico orientados a la resolución de cuestiones numéricas en las que se ejercitaran los conceptos estudiados, así como a la realización de prácticas de laboratorio donde se enfrenten a sistemas reales a escala.

## Prerrequisitos

No existen prerrequisitos que de manera formal impidan cursar la asignatura. Sin embargo, por estar inmersa en un plan de estudios sí se apoya en conceptos vistos con anterioridad en asignaturas precedentes:

Termodinámica

- Balances másicos y energéticos

Transferencia de calor

- Intercambiadores de calor

Ingeniería y Desarrollo Sostenible

- Recursos renovables

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>BA02</b>	Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.
<b>BA07</b>	Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.



<b>CG01</b>	Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
<b>CG02</b>	Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

## ESPECÍFICAS

<b>CM104</b>	Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de seguridad
<b>CMT05</b>	Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial
<b>CMT06</b>	Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía

## Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Calcular el balance energético y másico de una combustión
<b>RA2</b>	Conocer las tecnologías de captura y almacenamiento de CO <sub>2</sub> .
<b>RA3</b>	Analizar sistemas energéticos para identificar las oportunidades de mejora de su eficiencia.
<b>RA4</b>	Obtener las prestaciones de sistemas energéticos complejos tanto en su punto nominal como en operación real.
<b>RA5</b>	Diseñar y analizar circuitos térmicos e hidráulicos tanto para el transporte de fluidos como para la transmisión de potencia y accionamiento de otros equipos.
<b>RA6</b>	Conocer y analizar sistemas avanzados de producción de energía eléctrica.
<b>RA7</b>	Calcular el balance másico y energético de equipos de refrigeración basados en diferentes tecnologías.
<b>RA8</b>	Conocer los actuales retos tecnológicos de los combustibles fósiles.
<b>RA9</b>	Comprender la tecnología de generación eléctrica a partir de energía nuclear.
<b>RA10</b>	Calcular las prestaciones de instalaciones de energías renovables.
<b>RA11</b>	Conocer las tecnologías de aprovechamiento energético del hidrógeno analizando sus prestaciones energéticas.



## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### SISTEMAS

##### Tema 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Energía, clasificación y tipos. Fuentes de energía
- 1.2 Unidades macroenergéticas.
- 1.3 Implicaciones medioambientales de la generación de energía.
- 1.4 Aspectos geoestratégicos y sociales de las fuentes energéticas.
- 1.5 Valoración de escenarios y políticas energéticas.
- 1.6 Valoración económica de proyectos energéticos.

##### Tema 2. ANÁLISIS EXERGÉTICO

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Análisis exergético en ciclos de potencia y refrigeración.
- 3.3 Análisis exergético en sistemas abiertos.
- 3.4 Eficiencia exergética.

##### Tema 9. MODELADO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

- 9.1 Introducción.
- 9.2 Intercambiadores de calor y conductos.
- 9.3 Máquinas volumétricas.
- 9.4 Turbomáquinas.
- 9.5 Integración.

#### FUENTES ENERGÉTICAS

##### Tema 2. COMBUSTIÓN

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Reacciones de combustión.
- 2.3 Balance másico.
- 2.4 Balance energético.



## Tema 7. ENERGÍA NUCLEAR

- 7.1** Introducción.
- 7.2** Reacciones nucleares.
- 7.3** Componentes y sistemas de un reactor nuclear.
- 7.4** Ciclo del combustible nuclear.
- 7.5** Residuos Radiactivos.
- 7.6** Radiaciones ionizantes.
- 7.7** Fusión nuclear.
- 7.8** Centrales nucleares: tipos y generaciones
- 7.9** Centrales nucleares actuales: Generación II y III
- 7.10** Centrales nucleares futuras: Generación III+, IV y Fusión

## Tema 8. COMBUSTIBLES FÓSILES

- 8.1** Introducción.
- 8.2** Producción y distribución de petróleo y derivados.
- 8.3** Producción y distribución de gas natural.
- 8.4** Producción y distribución de carbón.
- 8.5** Producción de hidrocarburos no convencionales.
- 8.6** Almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

## Tema 10. VECTOR HIDRÓGENO

- 10.1** Introducción.
- 10.2** Producción de hidrógeno.
- 10.3** Almacenamiento de hidrógeno.
- 10.4** Combustión directa de hidrógeno.
- 10.5** Pilas de combustible.

## CONVERSIÓN DE ENERGÍA

## Tema 4. CENTRALES TÉRMICAS DE COMBUSTIBLE FÓSIL

- 4.1** Introducción.



- 4.2 Centrales de carbón (ciclo de vapor).
- 4.3 Centrales de ciclo combinado.
- 4.4 Repotenciación de centrales de carbón.
- 4.5 Combustión limpia en centrales térmicas.
- 4.6 Captura de CO<sub>2</sub>.

## Tema 5. CICLOS DE REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR AVANZADOS

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Producción de frío a baja temperatura.
- 5.3 Bombas de calor avanzadas.
- 5.4 Producción de frío con tecnología no convencional.
- 5.5 Refrigeración por absorción.

## Tema 6. CICLOS DE GENERACIÓN AVANZADOS

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Cogeneración.
- 6.3 Ciclos de Rankine orgánicos.
- 6.4 Ciclos supercríticos de CO<sub>2</sub>.
- 6.5 Otros ciclos.
- 6.6 Generación eléctrica mediante renovables.
- 6.7 Almacenamiento masivo de energía.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Metodología Presencial: Actividades

**Clase magistral y presentaciones generales.** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante. Se hará especial hincapié en el significado de las ecuaciones y su aplicación. Seguidamente se resolverán diversos ejemplos prácticos. De forma ocasional se invitará a profesionales de reconocido prestigio. **(46 horas)**.

CG01, CMI04,  
CMT05, CMT06

**Resolución en clase de problemas prácticos.** En estas sesiones se explicarán,



resolverán y analizarán problemas de un nivel similar al encontrado en los exámenes de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno. **(16 horas)**.

BA02, BA07, CG02

**Exposición de los alumnos.** Los alumnos, divididos en grupos pequeños, expondrán en clase un trabajo sobre temas afines a la asignatura. Los temas podrán ser propuestos por el profesor o por los alumnos, previa aprobación del profesor. **(5 horas)**.

BA02, BA07, CG02

**Prácticas de laboratorio.** Los alumnos, divididos en grupos pequeños, realizarán sesiones prácticas con diversos equipos y software de simulación para aplicar los conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas a instalaciones energéticas reales. **(8 horas)**.

BA02, BA07, CG02

### Metodología No presencial: Actividades

**Estudio de los conceptos teóricos.** El alumno debe realizar un trabajo personal posterior a las clases teóricas para comprender e interiorizar los conocimientos aportados en la materia. Se empleará para ello el material presentado en transparencias y los apuntes (material complementario) de la asignatura **(60 horas)**.

BA02, BA07, CG02

**Trabajo autónomo sobre los problemas.** El alumno analizará la resolución de los problemas llevada a cabo en clase principalmente por el profesor, para pasar luego a enfrentarse a los problemas propuestos y no resueltos en clase, de los que dispondrá de la resolución posteriormente, preguntando las dudas en las sesiones de tutoría. Esta actividad también se aplicará sobre exámenes resueltos de cursos anteriores disponibles para los alumnos en Moodle. **(50 horas)**.

BA02, BA07, CG02

**Prácticas de laboratorio.** Tras la sesión presencial en el Laboratorio se redactará un informe técnico siguiendo un guion facilitado por el profesor. **(16 horas)**.

BA02, BA07, CG02

**Trabajos.** Una vez asignado el tema del trabajo los alumnos en pequeños grupos realizarán la búsqueda de información y el desarrollo del trabajo y de la presentación. El trabajo se controlará mediante entregas parciales previamente establecidas (hitos). **(24 horas)**.

BA02, BA07, CG02

### RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES			
Clase magistral y presentaciones generales	Presentaciones orales	Resolución en clase de problemas prácticos	Prácticas de laboratorio
46,00	5,00	16,00	8,00





HORAS NO PRESENCIALES		
Presentaciones orales	Estudio y resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno	Prácticas de laboratorio
24,00	110,00	16,00
<b>CRÉDITOS ECTS: 7,5 (225,00 horas)</b>		

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<p><b>Realización de exámenes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Examen Intersemestral</li> <li>Examen Final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	70 %
<p><b>Evaluación del Rendimiento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo y presentación</li> <li>Informes de prácticas</li> </ul>	<p>Trabajo y presentación del mismo (15%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda de información.</li> <li>Aplicación de conceptos para valorar críticamente información técnica.</li> <li>Expresión oral y escrita.</li> </ul> <p>Informes de prácticas (15%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Redacción de documentos técnicos.</li> <li>Presentación de los resultados.</li> <li>Análisis de los resultados según los conocimientos adquiridos en la asignatura.</li> </ul>	30 %

## Calificaciones

### CONVOCATORIA ORDINARIA

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 70% la calificación de los exámenes. La calificación del examen final supondrá un 50% de la calificación final en la asignatura mientras que la calificación del intersemestral supondrá un 20%.
- Un 15% será la calificación del trabajo.



- Un 15% será la entrega de informes de las prácticas.

En caso de que la media ponderada anterior resulte mayor de 5 la calificación de la asignatura será dicha media; en caso contrario será la nota mínima de dicha media y el examen final.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La calificación en la **convocatoria extraordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 20% la media entre la calificación obtenida en el trabajo y la media de los informes de prácticas.
- Un 80% la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.

En caso de que la media ponderada anterior resulte mayor de 5 la calificación de la asignatura será dicha media; en caso contrario será la nota mínima de dicha media y el examen de la convocatoria extraordinaria.

## NORMAS

La realización del trabajo y las prácticas (tanto participación en los informes y memoria como asistencia a las sesiones) es condición necesaria para aprobar la asignatura en ambas convocatorias.

No se permite el uso de calculadoras programables en los exámenes, así como tampoco de formularios, libros o apuntes. En el examen final de la convocatoria ordinaria y en el examen de la convocatoria extraordinaria se incluirá en el enunciado un formulario relativo a parámetros económicos (Tema 1) e índices de cogeneración (Tema 6). En los exámenes de cursos anteriores disponibles en Moodle se pueden consultar dichos formularios.

La inasistencia a más del 15% de las horas presenciales de esta asignatura puede tener como consecuencia la imposibilidad de presentarse a la convocatoria ordinaria de esta asignatura.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Lectura y estudio de los contenidos teóricos (transparencias y texto cuando esté disponible).	Después de cada clase.	
Resolución de los problemas propuestos.	Al finalizar el tema correspondiente.	
Examen Intersemestral y Examen Final.	Semana 8 y periodo de exámenes ordinarios.	



Preparación de Examen intersemestral.	Al menos semanas 7 y 8.	
Preparación de Examen Final.	Al menos semanas 13, 14 y 15.	
Prácticas de laboratorio.	Semanas 11, 12, 13 y 14.	
Elaboración de los informes de laboratorio.		Semanas 12, 13, 14 y 15.
Elaboración del trabajo.	Semanas 3 a 15	Hito 1: semana 7 / Hito 2: semana 11 / Hito 3: Semana 13 a 15.
Exposición pública del trabajo.	Semanas 13 a 15.	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Transparencias de cada tema (disponibles en Moodle).
- Apuntes de la mayoría de los temas (disponibles en Moodle).
- Problemas resueltos (disponibles en Moodle).
- Exámenes resueltos (disponibles en Moodle).

### Bibliografía Complementaria

- E. Cassedy and P. Grossman, Introduction to Energy: Resources, Technology and Society. Cambridge University Press, 1998.
- R.W. Haywood, Analysis of Engineering Cycles, 4th Edition. Pergamon Press, 1991.