



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre Completo	Termodinámica
Código	DIM-GITI-213
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y Grado en Administración y Dirección de Empresas [Segundo Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Segundo Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	7,5
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Responsable	José Ignacio Linares Hurtado
Horario de tutorías	Solicitar cita por e-mail

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Beatriz Yolanda Moratilla Soria
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-306]
Correo electrónico	ymoratilla@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Eva María Arenas Pinilla
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-318]
Correo electrónico	earenas@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Francisco Fernández Vázquez del Mercado
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-314]
Correo electrónico	ffernandez@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	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>	José Luis Becerra García
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25 [D-314]
<b>Correo electrónico</b>	jlbecerra@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	María del Mar Cledera Castro
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Despacho</b>	Alberto Aguilera 25 [D-310]
<b>Correo electrónico</b>	mcledera@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales esta asignatura pretende dotar al alumno de los conocimientos básicos para poder entender la energía y sus procesos de transformación, así como su aplicación a los principales sistemas energéticos.

Al finalizar el curso los alumnos serán capaces de determinar propiedades termodinámicas de cualquier sustancia; sabrán aplicar el balance másico, energético y entrópico a cualquier dispositivo térmico o hidráulico para valorar sus prestaciones, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo; sabrán resolver cualquier configuración de centrales térmicas basadas en ciclos Rankine, Brayton o combinados; sabrán calcular las prestaciones de máquinas térmicas volumétricas (compresores y motores de combustión interna) y sabrán determinar las propiedades del aire húmedo, siendo capaces de resolver procesos psicrométricos básicos. Los conceptos aquí adquiridos sentarán las bases para el aprendizaje de asignaturas que estudiarán en los cursos posteriores relacionadas con los sistemas térmicos e hidráulicos.

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.

#### 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:

Física

- Cinemática y dinámica de la partícula
- Trabajo y energía.
- Variación de la energía mecánica

Cálculo

- Resolución de ecuaciones implícitas

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG01</b>	Capacidad para el desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial.
<b>CG03</b>	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
<b>CG04</b>	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

#### ESPECÍFICAS

<b>CEM03</b>	Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.
<b>CRI01</b>	Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Determinar propiedades termodinámicas de cualquier sustancia según el modelo de comportamiento elegido
<b>RA2</b>	Aplicar el balance másico y energético a cualquier dispositivo térmico o hidráulico de interés industrial con objeto de realizar una evaluación cuantitativa de sus prestaciones.
<b>RA3</b>	Aplicar el balance de entropía a cualquier dispositivo térmico o hidráulico de interés industrial con objeto de realizar una evaluación cualitativa de sus prestaciones
<b>RA4</b>	Aplicar el balance de exergía a cualquier dispositivo térmico o hidráulico de interés industrial con objeto de identificar las oportunidades de mejora de la eficiencia



<b>RA5</b>	Resolver cualquier configuración de centrales térmicas basadas en ciclos Rankine, Brayton o combinados
<b>RA6</b>	Conocer los fundamentos tecnológicos de los motores alternativos de combustión interna, siendo capaz de calcular los parámetros de funcionamiento y de resolver los ciclos de aire equivalentes.
<b>RA7</b>	Conocer los fundamentos tecnológicos de los compresores alternativos, siendo capaz de calcular los parámetros de funcionamiento
<b>RA8</b>	Entender la metodología para el tratamiento de las mezclas de gases y en particular del aire húmedo, siendo capaz de resolver procesos básicos de psicrometría

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### FUNDAMENTOS

##### Tema 1: INTRODUCCIÓN

- 1.1 Antecedentes y objeto.
- 1.2 Sistemas termodinámicos.
- 1.3 Formas de energía.
- 1.4 Propiedades termodinámicas.
- 1.5 Estado y equilibrio.
- 1.6 Procesos y ciclos.
- 1.7 El postulado de estado.
- 1.8 Variables de estado habituales.

##### Tema 2: PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Fase y sustancia pura.
- 2.3 La superficie p-v-T.
- 2.4 Tablas de propiedades.
- 2.5 Aproximaciones y modelos.

##### Tema 3: EL PRIMER PRINCIPIO EN SISTEMAS CERRADOS



**3.1** Introducción.

**3.2** Transferencia de calor.

**3.3** Transferencia de trabajo.

**3.4** El Primer Principio.

**3.5** Calores específicos.

## Tema 4: EL PRIMER PRINCIPIO EN SISTEMAS ABIERTOS

**4.1** Introducción.

**4.2** Balance másico.

**4.3** Balance energético.

**4.4** Sistemas en régimen permanente.

## Tema 5: EL SEGUNDO PRINCIPIO

**5.1** Introducción.

**5.2** Formulación Clásica

5.2.1 Focos y máquinas térmicas.

5.2.2 Enunciados del Segundo Principio.

5.2.3 Procesos reversibles e irreversibles.

5.2.4 El ciclo de Carnot.

5.2.5 Los teoremas de Carnot.

5.2.6 Prestaciones máximas de las máquinas térmicas.

**5.3** Entropía

5.3.1 La desigualdad de Clausius.

5.3.2 Entropía.

5.3.3 Balance de entropía en sistemas cerrados.

5.3.4 Balance de entropía en sistemas abiertos.

5.3.5 Determinación de la entropía.

5.3.6 Representación de procesos cuasiestáticos.

5.3.7 Rendimientos isentrópicos.

**5.4** Exergía



5.4.1 Definiciones

5.4.2 Balance exergético en sistemas abiertos

5.4.3 Diagrama de Sankey

5.4.4 Eficiencia exergética

## APLICACIONES

### Tema 6. CENTRALES TÉRMICAS

**6.1** Introducción.

**6.2** Ciclo de Rankine básico.

**6.3** Procedimientos para mejorar el rendimiento en el ciclo de Rankine.

**6.4** Ciclos de Rankine reales.

**6.5** Ciclos de Brayton simple.

**6.6** Ciclo combinado

### TEMA 7. MÁQUINAS TÉRMICAS VOLUMÉTRICAS

**7.1** Introducción.

**7.2** Motores alternativos de combustión interna

7.2.1 Introducción

7.2.2 Modelo termodinámico

7.2.3 Diagrama indicado

7.2.4 Parámetros fundamentales

7.2.5 Ciclos termodinámicos

**7.3** Compresores alternativos

7.3.1 Introducción

7.3.2 Modelo termodinámico

7.3.3 Rendimiento volumétrico

7.3.4 Compresión multietapa

7.3.5 Diagrama indicado

7.3.6 Trabajos, potencias y rendimientos

### Tema 8. MEZCLAS DE GASES Y PSICROMETRÍA



**8.1** Introducción.

**8.2** Descripción de la composición de una mezcla.

**8.3** Propiedades termodinámicas de las mezclas.

**8.4** Psicrometría.

8.4.1 Composición del aire húmedo

8.4.2 Propiedades psicrométricas

8.4.3 Ábaco psicrométrico

8.4.4 Procesos psicrométricos

## 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. **(40 horas).**

CG01, CG03,  
CEM03

**Resolución en clase de problemas propuestos.** 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. **(33 horas).**

CG04, CRI01

**Evaluación.** Al finalizar los temas 3 y 5 se realizará, en una de las sesiones de clase (50 minutos), una prueba de seguimiento. Se realizarán también, fuera del horario de clase y en fecha establecida por la Jefatura de Estudios, un Examen Intersemestral de 1,5 horas y un Examen Final de 3 horas. **(2 horas).**

CG03, CG04,  
CEM03, CRI01

#### 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. **(40 horas).**

CG01, CG03,  
CEM03

**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. **(110 horas).**

CG04, CRI01

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES	
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos
40,00	35,00
HORAS NO PRESENCIALES	
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno
40,00	110,00
<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>	85 %
<p><b>Realización de pruebas de seguimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas realizadas en clase al finalizar algunos temas (2 pruebas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> </ul>	15 %

### Calificaciones

#### CONVOCATORIA ORDINARIA

- Un 85% la calificación de los exámenes. La calificación del examen final supondrá un 70% de la



calificación final en la asignatura mientras que la calificación del intersemestral supondrá un 15%.

- Un 15% será la calificación de las pruebas de seguimiento. Habrá 2 pruebas, después de los temas 3 y 5, que se realizarán en clase.
- 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 exclusivamente a partir del examen final realizado en la citada convocatoria.

## NORMAS

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 (disponible en Moodle) sobre el Tema 7.

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.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Lectura de las transparencias que se exponen en clase.	Antes de la clase	
Estudio de las transparencias expuestas en clase.	Después de la clase	
Complemento del estudio de las transparencias con el material contenido en los apuntes.	Después de la clase	
Intento de resolución de los problemas a realizar en clase.	Antes de la clase	
Revisión y estudio de los problemas resueltos en clase.	Después de la clase	
Intento de resolución de los problemas no realizados en clase. Consulta de la solución publicada en el Portal de Recursos y solicitud de tutoría si es preciso.	Al finalizar cada tema	



Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase.	Al finalizar los temas 3 y 5	
Preparación de Examen intersemestral y final. Se trabajará especialmente sobre la recapitulación de los temas correspondientes realizado por el profesor en clase.	Principios de octubre y finales de Noviembre	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

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

### Bibliografía Complementaria

- Y.A. Çengel, M.A. Boles. Termodinámica. (8ªed.). Mc Graw-Hill (2015).
- M.J. Moran, H.N. Shapiro. Fundamentos de Termodinámica Técnica (2ªed.). Reverté. Barcelona (2004).