



E.T.S. de Ingeniería de  
Caminos, Canales y Puertos y  
de Ingeniería de Minas  
Universidad Politécnica  
de Cartagena



## Guía docente de la asignatura:

# Termodinámica aplicada y fenómenos de transporte

**Titulación: Graduado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía**

|                 |   |         |                     |  |
|-----------------|---|---------|---------------------|--|
| CSV:            | IsHgrCU1SIJibXIIIfQsbHZ5V7  | Fecha:  | 16/01/2019 13:13:48 |  |
| Normativa:      | Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena. |         |                     |  |
| Firmado Por:    | Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E  |         |                     |  |
| Url Validación: | https://validador.upct.es/csv/IsHgrCU1SIJibXIIIfQsbHZ5V7  | Página: | 1/15                |  |

## 1. Datos de la asignatura

|                         |   |                     |    |                                       |     |
|-------------------------|---|---------------------|----|---------------------------------------|-----|
| <b>Nombre</b>           | Termodinámica Aplicada y Fenómenos de Transporte<br>( <i>Applied Thermodynamics and Transport Phenomena</i> ) |                     |    |                                       |     |
| <b>Materia*</b>         | Ingeniería y Tecnología Energética  |                     |    |                                       |     |
| <b>Módulo*</b>          | Módulo común a la rama de Minas (II)  |                     |    |                                       |     |
| <b>Código</b>           | 517102009   |                     |    |                                       |     |
| <b>Titulación</b>       | Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía   |                     |    |                                       |     |
| <b>Plan de estudios</b> | 2010  |                     |    |                                       |     |
| <b>Centro</b>           | Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos<br>y de Ingeniería de Minas                               |                     |    |                                       |     |
| <b>Tipo</b>             | Obligatoria   |                     |    |                                       |     |
| <b>Periodo lectivo</b>  | Cuatrimstral  | <b>Cuatrimestre</b> | 1  | <b>Curso</b>                          | 2   |
| <b>Idioma</b>           | Español   |                     |    |                                       |     |
| <b>ECTS</b>             | 6   | <b>Horas / ECTS</b> | 30 | <b>Carga total de trabajo (horas)</b> | 180 |

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

|                                       |  |            |             |
|---------------------------------------|--|------------|-------------|
| <b>Profesor responsable</b>           | Juan Pedro Solano Fernández                                    |            |             |
| <b>Departamento</b>                   | Ingeniería Térmica y de Fluidos                                |            |             |
| <b>Área de conocimiento</b>           | Máquinas y Motores Térmicos                                    |            |             |
| <b>Ubicación del despacho</b>         | ETSII, Planta Bajo Cubierta, Ala Noreste, Puerta 3024          |            |             |
| <b>Teléfono</b>                       | 968 32 5938  | <b>Fax</b> | 968 32 5999 |
| <b>Correo electrónico</b>             | <a href="mailto:juanp.solano@upct.es">juanp.solano@upct.es</a> |            |             |
| <b>URL / WEB</b>                      |  |            |             |
| <b>Horario de atención / Tutorías</b> | Horario publicado en Aula Virtual                              |            |             |
| <b>Ubicación durante las tutorías</b> | Ubicación publicada en Aula Virtual                            |            |             |

|   |   |
|---|---|
| <b>Titulación</b>                           | Doctor Ingeniero Industrial   |
| <b>Vinculación con la UPCT</b>              | Profesor Contratado Doctor B  |
| <b>Año de ingreso en la UPCT</b>            | 2005  |
| <b>Nº de quinquenios (si procede)</b>       | 2   |
| <b>Líneas de investigación (si procede)</b> | Mejora de la transferencia de calor; Mezclado   |
| <b>Nº de sexenios (si procede)</b>          | 2   |
| <b>Experiencia profesional (si procede)</b> | Participación en diversos proyectos Art. 83 con empresas relacionadas con las tecnologías del intercambio de calor. |
| <b>Otros temas de interés</b>               |   |

|                                       |  |            |             |
|---------------------------------------|--|------------|-------------|
| <b>Profesor</b>                       | José Muñoz Cámara  |            |             |
| <b>Departamento</b>                   | Ingeniería Térmica y de Fluidos                            |            |             |
| <b>Área de conocimiento</b>           | Máquinas y Motores Térmicos                                |            |             |
| <b>Ubicación del despacho</b>         | ETSII, 2ª Planta, Sala I+D                                 |            |             |
| <b>Teléfono</b>                       | 968 32 5994 / 868 07 1058                                  | <b>Fax</b> | 968 32 5999 |
| <b>Correo electrónico</b>             | <a href="mailto:jose.munoz@upct.es">jose.munoz@upct.es</a> |            |             |
| <b>URL / WEB</b>                      |  |            |             |
| <b>Horario de atención / Tutorías</b> | Horario publicado en Aula Virtual                          |            |             |
| <b>Ubicación durante las tutorías</b> | Ubicación publicada en Aula Virtual                        |            |             |

|   |   |
|---|---|
| <b>Titulación</b>                           | Máster Universitario en Ingeniería Industrial |
| <b>Vinculación con la UPCT</b>              | Laboral de Investigación en Formación         |
| <b>Año de ingreso en la UPCT</b>            | 2017  |
| <b>Nº de quinquenios (si procede)</b>       |   |
| <b>Líneas de investigación (si procede)</b> | Mejora de la transferencia de calor; Mezclado |
| <b>Nº de sexenios (si procede)</b>          |   |
| <b>Experiencia profesional (si procede)</b> | Modelado de motores diésel (Navantia)         |
| <b>Otros temas de interés</b>               |   |

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Termodinámica Aplicada y Fenómenos de Transporte pertenece a la materia de Ingeniería y Tecnología Energética. Después de cursar esta asignatura los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería de Minas y Energía deberán alcanzar un conocimiento de los conceptos fundamentales de la Termodinámica y de los procesos de Transferencia de Calor. Deberán ser capaces de aplicar los conocimientos básicos de la profesión relacionados con el análisis de sistemas térmicos y energéticos. Es la base a utilizar para el desarrollo de otras competencias dentro del campo de la ingeniería térmica en la industria. Se fomentará principalmente el desarrollo de habilidades y competencias genéricas como el aprendizaje autónomo, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En la práctica totalidad de los procesos industriales relacionados con la Ingeniería Energética se requiere la aplicación de los Principios de la Termodinámica y la Transmisión del Calor. El conocimiento de estos principios es básico en ingeniería térmica, por ejemplo, para la realización de un análisis energético (con determinación del rendimiento energético) de sistemas de potencia para la generación de electricidad (ciclo combinado con turbina de vapor y de gas), una caldera de vapor, un ciclo de refrigeración, etc. El conocimiento de si un proceso termodinámico puede ocurrir o no en la realidad es imprescindible para el diseño de nuevos procesos, así como el conocimiento de las máximas prestaciones que se pueden obtener en los diferentes dispositivos que componen una instalación energética, y cuáles son las causas que impiden alcanzarlas. El estudio de las propiedades termodinámicas de los fluidos de trabajo que circulan por los dispositivos, agua, aire, refrigerantes, gases y mezcla de gases, es indispensable para analizar el comportamiento de los sistemas térmicos. Asimismo el estudio del procedimiento a seguir para el análisis energético de instalaciones energéticas de sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire y en procesos de combustión es de gran interés.

El conocimiento de los Fenómenos de Transporte involucrados en la transmisión de calor es fundamental para acometer el diseño de los equipos industriales que intervienen en los procesos mencionados más arriba: por ejemplo, para el dimensionamiento de un sistema aleteado en un sistema de refrigeración, o para la optimización o diseño de un intercambiador de calor a emplear en cualquier instalación química, refinería de petróleo, etc.

Por esta razón, la asignatura "Termodinámica Aplicada y Fenómenos de Transporte" proporciona conocimientos fundamentales para la formación del Ingeniero de Minas y Energía actual, y sienta las bases para el estudio de las aplicaciones tecnológicas desarrolladas en el ejercicio de esta profesión.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura de Termodinámica Aplicada y Fenómenos de Transporte se complementa con otras materias comunes como Mecánica de Fluidos. En esta asignatura se imparten los conceptos básicos para cursar las materias específicas "Centrales Térmicas", "Ingeniería Nuclear", "Energías Alternativas" y "Gestión y logística energética".

### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable haber aprobado las asignaturas Física I y Matemáticas de primer curso

### 3.6. Medidas especiales previstas

Se adoptarán medidas para facilitar el seguimiento de la asignatura a aquellos estudiantes con necesidad especiales.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Minas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
- Capacidad para diseñar, redactar y planificar proyectos parciales o específicos de las unidades definidas en el apartado anterior, tales como instalaciones mecánicas y eléctricas y con su mantenimiento, redes de transporte de energía, instalaciones de transporte y almacenamiento para materiales sólidos, líquidos o gaseosos, escombreras, balsas o presas, sostenimiento y cimentación, demolición, restauración, voladuras y logística de explosivos.
- Capacidad para el mantenimiento, conservación y explotación de los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

C04: Comprensión y dominio de conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica y de la termodinámica, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. Transferencia de calor y materia y máquinas térmica

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Competencia N°7: Diseñar y emprender proyectos innovadores.

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura


Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Aplicar los principios de la termodinámica para el cálculo de las prestaciones de los sistemas reales en sistemas cerrados y abiertos.
2. Calcular las propiedades termodinámicas de los diferentes fluidos empleados en ingeniería térmica, con la ayuda de tablas y diagramas.
3. Describir los ciclos de las máquinas térmicas más habituales, y calcular los flujos energéticos intercambiados (tanto en forma de calor como de trabajo) y su correspondiente rendimiento.
4. Calcular el calor intercambiado por conducción y dimensionar las superficies de transferencia de calor en paredes aisladas y en superficies aleteadas.

5. Calcular procesos de transferencia de calor por convección libre y forzada.
6. Calcular el calor intercambiado entre dos superficies por radiación y mediante mecanismos combinados (conducción-convección-radiación).
7. Analizar, calcular y dimensionar intercambiadores de calor de tubos concéntricos y de carcasa-tubo.
8. Seleccionar ideas de mejora en sistemas de intercambio de calor, aplicando criterios razonados.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

|                 |   |         |                     |   |
|-----------------|---|---------|---------------------|---|
| CSV:            | IsHgrCU1SIJibXIIIfQsbHZ5V7  | Fecha:  | 16/01/2019 13:13:48 |  |
| Normativa:      | Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena. |         |                     |   |
| Firmado Por:    | Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E  |         |                     |   |
| Url Validación: | https://validador.upct.es/csv/IsHgrCU1SIJibXIIIfQsbHZ5V7  | Página: | 8/15                |   |



## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Propiedades de las sustancias puras. Balances de energía y entropía en sistemas abiertos y cerrados. Fundamentos de máquinas térmicas. Mezclas reactivas y no reactivas. Transferencia de calor. Fenómenos de transporte

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UD 1. INTRODUCCIÓN

T.1 Tema 1. Definiciones y conceptos introductorios

T.2 Tema 2. Propiedades de sustancias puras

#### UD 2. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

T.3 Tema 3. Sistemas cerrados

T.4 Tema 4. Sistemas abiertos

#### UD 3. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

T.5 Tema 5. Segundo Principio

T.6 Tema 6. Entropía. Balances de entropía

#### UD 4. TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN

T.7 Tema 7. Conducción unidimensional estacionaria

T.8 Tema 8. Superficies extendidas

#### UD 5. TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN

T.9 Tema 9. Convección forzada

T.10 Tema 10. Convección libre

#### UD 6. TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN

T.11 Tema 11. Transmisión de calor por radiación

#### UD 7. INTERCAMBIADORES DE CALOR

T.12 Tema 12. Intercambiadores de calor

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Las prácticas se realizan en el Laboratorio de Termotecnia del Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos (2ª Planta ETSII). La asistencia a las sesiones de prácticas es obligatoria, y para su evaluación habrá que entregar una memoria y someterse a una entrevista oral sobre la misma. La nota de prácticas no se guarda para otros cursos académicos.


**Práctica 1.** Comportamiento p-V-T para el agua: obtención de una parte de la curva de vaporización, p-T

**Práctica 2.** Análisis de un ciclo frigorífico por compresión mecánica simple

**Práctica 3.** Estudio de radiación en un cubo de Leslie

**Práctica 4.** Estudio de conducción de calor en sólidos

## Prevención de riesgos

|                 |   |        |                     |   |
|-----------------|---|--------|---------------------|---|
| CSV:            | IsHgrCU1SIJibXlIfQsbHZ5V7   | Fecha: | 16/01/2019 13:13:48 |  |
| Normativa:      | Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena. |        |                     |   |
| Firmado Por:    | Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E  |        |                     |   |
| Url Validación: | https://validador.upct.es/csv/IsHgrCU1SIJibXlIfQsbHZ5V7   |        | Página:             |   |

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

#### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

##### **UD 1. INTRODUCTION**

T.1 Lesson 1. Introductory concepts and definitions

T.2 Lesson 2. Evaluating properties

##### **UD 2. FIRST PRINCIPLE OF THERMODYNAMICS**

T.3 Lesson 3. Closed systems

T.4 Lesson 4. Open systems

##### **UD 3. SECOND PRINCIPLE OF THERMODYNAMICS**

T.5 Lesson 5. The second principle

T.6 Lesson 6. Entropy. Entropy balances

##### **UD 4. CONDUCTION**

T.7 Lesson 7. One-dimensional steady-state conduction

T.8 Lesson 8 Extended surfaces. Fins

##### **UD 6. CONVECTION**

T.9 Lesson 9. Forced convection

T.10 Lesson 10. Free convection

##### **UD 6. RADIATION**

T.11 Lesson 11. Radiative heat transfer

##### **UD 7. HEAT EXCHANGERS**

T.12 Lesson 12. Heat exchangers

#### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en ocho unidades didácticas:

- **UD1. Introducción.** Los objetivos de esta unidad didáctica son:
  - Presentar las curvas de equilibrio líquido-vapor del agua y de los refrigerantes más comunes en ingeniería.
  - Explicar la estructura de la tabla de propiedades termodinámicas, y mostrar ejemplos de obtención de propiedades con agua y refrigerantes.
  - Describir el comportamiento termodinámico de los gases ideales y las leyes que permiten predecir sus propiedades.
  - Explicar la estructura de las tablas de propiedades de gases ideales, y utilizarlas para

la obtención de propiedades.

- **UD 2. Primer principio de la termodinámica.** Los objetivos de aprendizaje de esta unidad didáctica son:
    - Enunciar el primer principio de la termodinámica, discutiendo sus implicaciones en la naturaleza.
    - Deducir las expresiones que permiten hacer balances de energía de acuerdo con el primer principio.
    - Aplicar el primer principio de la termodinámica a sistemas abiertos y cerrados.
  - **UD 3. Segundo principio de la termodinámica.** Los objetivos de aprendizaje de esta unidad didáctica son:
    - Enunciar el segundo principio de la termodinámica, discutiendo sus implicaciones en la naturaleza.
    - Introducir la definición de exergía, y desarrollar balances de exergía en sistemas abiertos y cerrados.
  - **UD 4. Transmisión de calor por conducción.** Los objetivos de aprendizaje de esta unidad didáctica son:
    - Presentar la ecuación de conducción de calor general, y discutir las hipótesis que permiten simplificarla para el estudio de fenómenos de conducción 1D estacionarios.
    - Enunciar la ley de Fourier y calcular flujos de calor a través de paredes planas y cilíndricas, simples y compuestas.
    - Aplicar la ecuación de conducción de calor al estudio de superficies extendidas. Elaborar una expresión para el cálculo de tubos aleteados.
    - Dimensionar superficies de intercambio térmico con aletas exteriores circulares y rectas.
  - **UD 3. Transmisión de calor por convección.** Los objetivos de aprendizaje de esta unidad didáctica son:
    - Enunciar la ley de enfriamiento de Newton, y discutir la naturaleza del coeficiente de convección.
    - Aplicar la ley de enfriamiento de Newton al cálculo y al dimensionamiento de superficies de transferencia de calor.
  - **UD 2. Transmisión de calor por radiación.** Los objetivos de aprendizaje de esta unidad didáctica son:
    - Enunciar la ley de Stefan-Boltzmann y discutir sobre los fenómenos de transmisión de calor por radiación.
    - Calcular el calor intercambiado entre superficies por radiación, y mediante mecanismos combinados de convección-radiación.
  - **UD 1. Intercambiadores de calor.** Los objetivos de aprendizaje de esta unidad didáctica son:
    - Presentar las características constructivas clásicas de intercambiadores de calor.
    - Definir la eficiencia de un intercambiador de calor, y las curvas de evolución de temperatura en intercambiadores tubulares.
- Analizar y dimensionar intercambiadores de carcasa y tubo por los métodos LTMD y NTU.

## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

| Actividad*               | Técnicas docentes  | Trabajo del estudiante   | Horas |
|--------------------------|--|--|-------|
| Clases teóricas          | Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.  | <u>Presencial</u> : Toma de notas y apuntes. Planteamiento de dudas.   | 27    |
|                          |  | <u>No presencial</u> : Estudio de la materia.  | 55    |
| Clases de problemas      | Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará tanto en el método de resolución como en el resultado y el sentido físico de éste. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los resuelvan en casa. | <u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios y planteamiento de dudas.                             | 23    |
|                          |  | <u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.                       | 30    |
| Prácticas de laboratorio | Las sesiones prácticas de laboratorio son fundamentales para enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa.   | <u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación y equipos termodinámicos. Toma de datos experimentales.                    | 6     |
|                          |  | <u>No presencial</u> : Análisis y tratamiento de resultados. Redacción de un informe y preparación de la defensa oral.   | 6     |
| Prácticas de informática | Se busca desarrollar habilidades básicas computacionales relacionadas con la aplicación de la termodinámica y la transmisión del calor   | <u>Presencial</u> : Manejo de programas informáticos   | 4     |
|                          |  | <u>No presencial</u> : Análisis y tratamiento de resultados. Redacción de un informe y preparación de la defensa oral.   | 2     |
| Seminarios de problemas  | En los seminarios se plantea al estudiante dos ejercicios similares a los de examen. Su resolución contará en la nota final.   | <u>Presencial</u> : Resolución de dos problemas en horario presencial no convencional.                                   | 2     |
|                          |  | <u>No presencial</u> : Preparación de la prueba.   | 5     |
| Semillero de ideas       | Seminario orientado al desarrollo de la competencia transversal N° 7.  | <u>Presencial</u> : Planteamiento de un caso práctico de innovación tecnológica.   | 4     |
|                          |  | <u>No presencial</u> : Trabajo en equipo para la elaboración de una propuesta de solución técnica al problema planteado. | 8     |
| Tutorías                 | Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje.   | <u>Presencial</u> : Resolución de dudas y retroalimentación sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje.                   | 4     |
| Exámenes                 | Se realizarán una prueba escrita de tipo individual.   | <u>Presencial</u> : Realización de la prueba.  | 4     |
|                          |  |  | 180   |

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

| Actividades formativas (6.1) | Resultados del aprendizaje (4.5) |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                              | 1                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Clases teóricas              | X                                |   | X | X | X | X | X |   |
| Clases de problemas          |                                  | X | X | X | X | X | X | X |
| Prácticas de laboratorio     |                                  |   | X | X |   |   |   |   |
| Seminarios de problemas      |                                  |   | X |   | X |   |   |   |
| Semillero de ideas           |                                  |   |   |   |   |   | X | X |

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

| Actividad                | Tipo      |            | Sistema y criterios de evaluación*   | Peso (%) | Resultados (4.5) evaluados |
|--------------------------|-----------|------------|--|----------|----------------------------|
|                          | Sumativa* | Formativa* |  |          |                            |
| Informes de prácticas    | X         | X          | Se evalúa el análisis e interpretación de los datos medidos en laboratorio, la corrección del informe técnico y la defensa oral del mismo.   | 20%      | 3,4                        |
| Resolución de ejercicios |           | X          | Se entrega la solución de los ejercicios propuestos para su autoevaluación.  | -        | 2,3,4,5,6,7,8              |
| Seminarios de problemas  |           | X          | Se realizarán seminarios de problemas de las partes más representativas de la asignatura para reforzar el aprendizaje.   | -        | 3,5                        |
| Semillero de ideas       | X         | X          | Se valorarán las ideas propuestas para la resolución de un problema práctico de transferencia de calor en la industria energética.   | 5%       | 7,8                        |
| Examen final             | X         |            | Examen escrito. Peso de la teoría: 40%.<br>Peso de los problemas: 60%<br>Es necesario obtener una nota mínima de 3,5 puntos sobre 10 en cada uno de los bloques (Termodinámica Aplicada; Fenómenos de Transporte).<br>Es necesario obtener una nota mínima de 5 puntos sobre 10 en el examen para aprobar la asignatura. | 75%      | 1,2,3,4,5,6,7              |

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clases de teoría y problemas
- Asistencia a tutorías
- Supervisión de los informes de prácticas y entrega de problemas propuestos

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

MORAN, M.J.; SHAPIRO, H.N. *Fundamentos de Termodinámica Técnica*. Editorial Reverte, 2004

[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=190126%7bCKEY%7d&searchfield1=GENERAL%5eSUBJECT%5eGENERAL%5e%5e&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=190126%7bCKEY%7d&searchfield1=GENERAL%5eSUBJECT%5eGENERAL%5e%5e&user_id=WEBSERVER)

ÇENGEL, Y.; GHAJAR, A. *Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones*, McGraw-Hill, 2011. 920 p. ISBN: 9786071505408

[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=211707{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=211707{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

ÇENGEL, Y. *Termodinámica*. McGraw-Hill, 2007, 988 p. ISBN: 9701056116

[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=136661{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=136661{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

INCROPERA, F.; DEWITT, D. *Fundamentos de transferencia de calor*. Prentice Hall Hispanoamericana, 1999. 886 p. ISBN: 9701701704

[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=57276{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=57276{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

ZUECO JORDÁN, Joaquín. *100 problemas resueltos de termodinámica aplicada*. Bellisco, 2010, 304 p. ISBN: 9788492970018

[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=190126{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=190126{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

LIENHARD, J.H. *A Heat Transfer Textbook*. 2003. [consulta: 28 mayo 2015]. Disponible en: <http://web.mit.edu/lienhard/www/ahtt.html>

Heat Transfer. G. Nellis, S. Klein, Ed. Cambridge Cambridge University  
2009 XXXVII, 1107 p. ISBN: 9780521881074

[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=172968{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=172968{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Programa informático Engineering Equation Solver (EES)