

## Guía docente

# 820737 - EEEURE - Ahorro, Eficiencia Energética y Uso Racional de la Energía

Última modificación: 10/07/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona  
**Unidad que imparte:** 709 - DEE - Departamento de Ingeniería Eléctrica.  
724 - MMT - Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2022). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Rigola Serrano, Joaquim

**Otros:** Monjo Mur, Lluís  
Kizildag, Deniz

### CAPACIDADES PREVIAS

---

- Fundamentos de termodinámica.
- Fundamentos de ingeniería eléctrica

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

**Específicas:**

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

**Transversales:**

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes metodologías docentes:

- Clase magistral o conferencia (EXP): exposición de conocimientos por parte del profesorado mediante clases magistrales o bien por personas externas mediante conferencias invitadas.
- Clases participativas (PART): resolución colectiva de ejercicios, realización de debates y dinámicas de grupo con el profesor y otros estudiantes en el aula; presentación en el aula de una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Presentaciones (PS): presentar en el aula una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Laboratorio/Taller (L/T): realización de diseños, medidas, verificaciones, etc., Y presentación de los resultados en forma oral o escrita de forma individual o en grupos reducidos.
- Trabajo teórico-práctico dirigido (TD): realización en el aula de una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor.
- Proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR): aprendizaje basado en la realización, individual o en grupo, de un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Proyecto o trabajo de amplio alcance (PA): aprendizaje basado en el diseño, la planificación y realización en grupo de un proyecto o trabajo de amplia complejidad o extensión, aplicando y ampliando conocimientos y redactando una memoria donde se vierte el planteamiento de este y los resultados y conclusiones.
- Actividades de Evaluación (EV).

Actividades formativas:

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes actividades formativas:

Presenciales

- Clases magistrales y conferencias (CM): conocer, comprender y sintetizar los conocimientos expuestos por el profesor mediante clases magistrales o bien por conferenciantes.
- Clases participativas (CP): participar en la resolución colectiva de ejercicios, así como en debates y dinámicas de grupo, con el profesor y otros estudiantes en el aula.
- Laboratorio / Taller (L / T): comprender el funcionamiento de equipos, especificaciones y documentación, realizar diseños, medidas, verificaciones, etc., Y presentar los resultados en forma oral o escrita de forma individual o en grupos reducidos.
- Trabajo teórico práctico dirigido (TD): realizar en el aula una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor.

No Presenciales

- Proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR): llevar a cabo, individualmente o en grupo, un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Proyecto o trabajo de amplio alcance (PA): diseñar, planificar y llevar a cabo individualmente o en grupo un proyecto o trabajo de amplia complejidad o extensión, aplicando y ampliando conocimientos y redactando una memoria donde se vierte el planteamiento de éste y los resultados y conclusiones.
- Estudio autónomo (EA): estudiar o ampliar los contenidos de la materia de forma individual o en grupo, comprendiendo, asimilando, analizando y sintetizando conocimientos.



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

### Objetivos

El ámbito de la asignatura corresponde a la eficiencia energética y al uso racional de la energía. En este ámbito se pretende que los estudiantes adquieran los conocimientos y habilidades necesarios para el diagnóstico y cálculo de la eficiencia energética de equipos y servicios, así como para el diseño e implantación de medidas de ahorro energético y de la mejora de la eficiencia energética en los diferentes sectores: doméstico, productivo, y de servicios.

### Resultados del aprendizaje

Al finalizar la asignatura, el / la estudiante:

- Entiende el papel de la gestión y el uso eficiente de la energía y del ahorro energético en el contexto del sistema energético mundial y regional, sus connotaciones económicas, sociales y ambientales, así como el impacto de las tecnologías asociadas a un contexto local y global.
- Conoce de las organizaciones relevantes, los principales proyectos en el ámbito internacional, las principales fuentes de información y las normativas relacionadas con la gestión y el uso eficiente de la energía en los diferentes sectores de consumo.
- Dispone de los elementos de análisis y conocimientos necesarios para llevar a cabo proyectos y consultorías relacionados con la gestión y el uso eficiente de la energía en diferentes sectores.
- Es capaz de proponer resultados transferibles - en la aplicación de los aspectos relacionados con la gestión y el uso eficiente de la energía - mediante la elaboración de nuevas ideas.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	45,0	36.00

**Dedicación total:** 125 h

## CONTENIDOS

### 1. Introducción

#### Descripción:

Presentación del curso. Conceptos básicos.

Panorama general de los diferentes contenidos de la asignatura. Planificación del curso y metodología de evaluación. Conceptos básicos de la eficiencia energética, el ahorro energético y el uso racional de la energía

#### Objetivos específicos:

Introducir al estudiante en los conceptos básicos de la eficiencia energética, el ahorro energético y el uso racional de la energía

#### Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h



## 2. Diagnóstico y auditoría energética

### Descripción:

Eficiencia Energética. Gestión de la Demanda. Uso Racional de la Energía. Auditorías energéticas. Diagnóstico de la Energía. Auditorías energéticas: caso ilustrativo general de implementación y ejemplos. Balances energéticos. Disponibilidad. Termo-economía. Ejemplo de aplicación.

### Objetivos específicos:

Desarrollar las habilidades del estudiante para aplicar los conocimientos previos y los conceptos básicos en la realización práctica de diagnósticos y auditorías energéticas.

Desarrollar las habilidades del estudiante en el tratamiento de datos y en el análisis de resultados experimentales.

### Actividades vinculadas:

1. Ciclos de refrigeración, aire acondicionado e intercambiadores de calor (HVAC & R). Heat pump water heater

### Competencias relacionadas:

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

### Dedicación: 14h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 8h

## 3. Tecnologías de almacenamiento de energía

### Descripción:

Definición. Historia. La eficiencia de almacenamiento de energía. Diferentes formas de almacenar energía. Técnicas de almacenamiento de energía. Materiales de cambio de fase PCM.

### Objetivos específicos:

Se pretende introducir al estudiante en los conceptos científicos y técnicos del almacenamiento de energía térmica, así como su relación con el uso eficiente y racional de la energía.

### Competencias relacionadas:

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

### Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h

#### 4. La eficiencia energética en los edificios (sector de la vivienda)

**Descripción:**

Eficiencia energética. Sistemas térmicos solares pasivos y activos.

**Objetivos específicos:**

Se pretende proporcionar una información sólida, aunque no exhaustiva sobre la energía solar térmica y la posibilidad de aprovecharla en edificaciones.

Una vez finalizado el módulo, el alumno debe estar en condiciones de:

- Conocer qué disponibilidad de energía hay a nivel de la superficie de la Tierra y cuál es su potencial de aprovechamiento
- Tener una idea aproximada de cómo se determina la posición del Sol dependiendo de la época del año a fin de maximizar las ganancias solares en las edificaciones. Estas ganancias solares podrán aplicarse tanto a sistemas activos (calentamiento de agua y calefacción), como sistemas pasivos.
- Tener una idea aproximada de qué tipo de sistemas se utilizan para el aprovechamiento de la energía solar en las edificaciones.

**Actividades vinculadas:**

2. Ejercicio de evaluación 1

**Competencias relacionadas:**

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

**Dedicación:** 35h

Grupo grande/Teoría: 4h

Actividades dirigidas: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 23h 30m

#### 5. La eficiencia energética en los edificios (industria y servicios)

**Descripción:**

La aplicación de los métodos de auditoría energética. La eficiencia energética en los sistemas eléctricos.

- 1) Presentación de las tecnologías más importantes para la eficiencia energética en sistemas eléctricos
- 2) Calidad del suministro
- 3) Motores y Accionamientos
- 4) Sistemas de potencia

La eficiencia energética en sistemas de alumbrado.

**Objetivos específicos:**

Aportar al estudiante los conocimientos necesarios para evaluar la eficiencia energética en los sistemas eléctricos, a través de la descripción de las principales características de los sistemas y de las máquinas eléctricas.

**Competencias relacionadas:**

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h

## 6. La eficiencia energética en la industria

### Descripción:

La electricidad y la demanda de calor en las instalaciones industriales. Cogeneración, parámetros de eficiencia. Las tecnologías de cogeneración.

### Objetivos específicos:

Por un lado se pretende introducir al estudiante en el concepto de cogeneración termoeléctrica y en su uso en la industria como elemento de mejora de la gestión energética interna y de la eficiencia energética global.

Asimismo, se pretende desarrollar, a partir de la realización de ejercicios prácticos y de una práctica de laboratorio, las habilidades del estudiante en la realización de balances y en el cálculo de la eficiencia energética.

### Actividades vinculadas:

3. Ejercicio de evaluación 2
4. Free-cooling y reaprovechamiento de calor en el DATA CENTER del CTTC

### Competencias relacionadas:

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

### Dedicación: 40h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Actividades dirigidas: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 26h 30m

## 7. La eficiencia energética en el transporte

### Descripción:

Los trenes y tranvías. Otros modos de transporte.

- 1) Conceptos Básicos
- 2) Instalaciones ferroviarias
- 3) Criterios de eficiencia en diseño y operación de redes ferroviarias
- 4) Tecnologías para la eficiencia energética
- 5) Otros vehículos eléctricos o híbridos

### Objetivos específicos:

Aportar al estudiante los conocimientos necesarios para evaluar la eficiencia energética en el transporte ferroviario, a través de la descripción de sus principales características y parámetros de eficiencia. Asimismo se pretende introducir al estudiante en los vehículos eléctricos e híbridos como tecnologías alternativas a los vehículos convencionales que permiten mejorar la eficiencia a escala local y global.

### Competencias relacionadas:

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

### Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h

## ACTIVIDADES

### 1. Ciclos de refrigeración, aire acondicionado e intercambiadores de calor (HVAC & R). Heat pump water heater

**Descripción:**

La actividad consiste en la realización de los balances de energía de un calentador de agua con bomba de calor y en sus componentes, incluyendo el tanque de almacenamiento de calor.

**Objetivos específicos:**

- Profundizar en los conocimientos teóricos y en su aplicación a la determinación experimental de parámetros vinculados con la eficiencia energética.
- Desarrollar las habilidades de los estudiantes en la realización de balances energéticos a partir de datos experimentales.

**Material:**

Datos para la realización de los balances de energía.

**Entregable:**

Informe de resultados

**Competencias relacionadas:**

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

**Dedicación:** 6h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

### 2. Ejercicio de evaluación 1

**Descripción:**

La actividad consiste en el dimensionamiento de un sistema de energía solar térmica

**Objetivos específicos:**

- Profundizar en los conocimientos teóricos y en su aplicación a la resolución de ejercicios prácticos de cálculo y dimensionamiento.
- Desarrollar las habilidades de los estudiantes en la selección y dimensionamiento de equipos para sistemas de energía solar térmica, así como para el cálculo de prestaciones de equipos e instalaciones preexistentes.

**Material:**

Enunciado del ejercicio

**Entregable:**

Informe de resultados

**Competencias relacionadas:**

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

**Dedicación:** 15h

Aprendizaje autónomo: 7h 30m

Actividades dirigidas: 7h 30m



### 3. Ejercicio de evaluación 2

**Descripción:**

La actividad consiste en la realización de los balances de energía de los diferentes tipos de plantas de cogeneración. Y en el análisis de los parámetros de eficiencia energética de las mismas.

**Objetivos específicos:**

- Profundizar en los conocimientos teóricos y en su aplicación a la resolución de ejercicios prácticos de cálculo y dimensionamiento.
- Desarrollar las habilidades de los estudiantes en la realización de balances energéticos en plantas industriales y en el análisis de los parámetros de eficiencia energética.

**Material:**

Enunciado del ejercicio

**Entregable:**

Informe de resultados

**Competencias relacionadas:**

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

**Dedicación:** 15h

Aprendizaje autónomo: 7h 30m

Actividades dirigidas: 7h 30m

### 4. Free-cooling y reaprovechamiento de calor en el DATA CENTER del CTTC

**Descripción:**

La actividad consiste en el análisis del ahorro de energía mediante el sistema de enfriamiento libre, como el que controla la temperatura y la humedad en la cámara de un centro de datos

**Objetivos específicos:**

- Profundizar en los conocimientos teóricos y en su aplicación a la determinación experimental de parámetros vinculados con la eficiencia energética.
- Desarrollar las habilidades de los estudiantes en la realización de balances energéticos a partir de datos experimentales.

**Material:**

Instalación experimental

**Entregable:**

Informe de resultados

**Competencias relacionadas:**

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

**Dedicación:** 6h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Trabajo en grupo: 35%

Trabajo de laboratorio: 15%

Examen final: 50%





## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Eastop, T. D.; Croft, D. R. Energy efficiency : for engineers and technologists. Harlow, Essex, England : New York: Longman Scientific & Technical ; Wiley, 1990. ISBN 9780582031845.
- Duffie, J. A.; Beckman, W. A. Solar engineering of thermal processes [en línea]. 4th ed. Chichester: Wiley, 2013 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781118671603>. ISBN 9781118671603.
- Balcomb, J. Douglas. Passive solar design handbook. New York: American Solar Energy Society, cop. 1983-. ISBN 0895531240.
- González Fernández, Francisco Javier; Fuentes Losa, Julio. Ingeniería ferroviaria. 2a ed. act. y ampl. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2010. ISBN 9788436260748.

### Complementaria:

- SGS TECNOS, S.A.. Guia metodològica per a realitzar auditories energètiques [en línea]. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Institut Català d'Energia, 2011 [Consulta: 20/04/2023]. Disponible a: [https://icaen.gencat.cat/web/.content/10\\_ICAEN/17\\_publicacions\\_informes/08\\_guies\\_informes\\_estudis/informes\\_i\\_estudis/arxius/2011\\_guia\\_auditories\\_secured.pdf](https://icaen.gencat.cat/web/.content/10_ICAEN/17_publicacions_informes/08_guies_informes_estudis/informes_i_estudis/arxius/2011_guia_auditories_secured.pdf).
- Mitjà i Sarvisé, Albert. Atlas de radiació solar a Catalunya. Ed 2000. Barcelona: GC, Dpt. Indústria, Comerç i Turisme (Institut Català d'Energia), 2001.
- Energy efficiency in buildings. 2nd ed. London: CIBSE, cop. 2004. ISBN 9781903287347.
- Clark II, William H.; Míguez Gómez, Claudio. Análisis y gestión energética de edificios : métodos, proyectos y sistemas de ahorro energético. Madrid: McGraw-Hill, cop. 1998. ISBN 8448121023.
- Querol, E.; Gonzalez-Regueral, B.; Perez-Benedito, J. L. Practical approach to exergy and thermoeconomic analyses of industrial processes [en línea]. 1st ed. London: Springer London, 2013 [Consulta: 19/09/2022]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-1-4471-4622-3>. ISBN 9781283909181.
- American Society of Heating, Refrigerating and air-Conditioning Engineers. The ASHRAE handbook. Refrigeration.... IP and SI ed. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2008-. ISBN 9781936504732.

## RECURSOS

---

### Enlace web:

- World energy outlook. [www.iea.org/weo/](http://www.iea.org/weo/)