



## Guía docente

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

Última modificación: 22/07/2020

**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 ERASMUS MUNDUS EN SISTEMAS ENERGÉTICOS SOSTENIBLES (Plan 2012). (Asignatura obligatoria).  
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN SISTEMAS ENERGÉTICOS SOSTENIBLES (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2020      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Rigola Serrano, Joaquim

**Otros:** Rodriguez Perez, Ivette Maria  
Monjo Mur, Lluís  
Rull Duran, Juan

### 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 actividades dirigidas | 15,0  | 12.00      |
| Horas aprendizaje autónomo  | 80,0  | 64.00      |
| Horas grupo grande          | 30,0  | 24.00      |

**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

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

### 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

Actividades dirigidas: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 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

Actividades dirigidas: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 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

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h



## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

Durante el cuadrimestre de primavera del curso 2019-2020, todo y la crisis sanitaria por causa de la Covid19, el método de calificación será el habitual de:

Trabajo en grupo: 30%

Trabajo de laboratorio: 20%

Examen final: 50%

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Duffie, John A ; Beckman, William A. Solar engineering of thermal processes [en línea]. 3rd ed. Chichester: Wiley, 2013 [Consulta: 17/10/2016]. Disponible a: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9781118671603>. ISBN 9781118671603.
- Balcomb, J. Douglas. Passive solar design handbook. New York: American Solar Energy Society, cop. 1983-. ISBN 0895531240.
- Eastop, T. D; Croft, D. R. Energy efficiency : for engineers and technologists. Harlow, Essex, England : New York: Longman Scientific & Technical ; Wiley, 1990. ISBN 9780582031845.
- 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:

- Energy efficiency in buildings. 2nd ed. London: CIBSE, cop. 2004. ISBN 9781903287347.
- SGS Tecnos, S.A.. Guia metodològica per a realitzar auditories energètiques [en línea]. Barcelona: Institut Català d'Energia, 2011 [Consulta: 17/10/2016]. Disponible a: [http://www20.gencat.cat/docs/icaen/06\\_Relacions%20Institucionals%20I%20Comunicacio/04\\_Publicacions/Arxius/2011\\_guia\\_auditories\\_secured.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/icaen/06_Relacions%20Institucionals%20I%20Comunicacio/04_Publicacions/Arxius/2011_guia_auditories_secured.pdf).
- Clark II, William H; Míguez Gómez, Claudio. Análisis y gestión energética de edificios : métodos, proyectos y sistemas de ahorro energético. Madrid: McGraw-Hill, 1998. ISBN 8448121023.
- Mitjà, Albert. Atlas de radiació solar a Catalunya [en línea]. Barcelona: Institut Català d'Energia, 2001 [Consulta: 17/10/2016]. Disponible a: <http://www20.gencat.cat/docs/icaen/Migracio%20automatica/Documents/Activitats%20i%20dades%20energetiques/Arxius/monografic12.pdf>.
- Querol, Enrique; Gonzalez Regueral, Borja; Perez Benedito, Jose Luis. Practical approach to exergy and thermoeconomic analyses of industrial processes [en línea]. London: Springer, 2013 [Consulta: 17/10/2016]. Disponible a: <http://lib.myilibrary.com?id=422168>. ISBN 9781283909181.
- ASHRAE. ASHRAE handbook. Refrigeration. IP and SI ed. Atlanta: 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/)