

# Guia docent

## 820737 - EEEURE - Estalvi, Eficiència Energètica i Ús Racional de l'Energia

Última modificació: 16/05/2023

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.  
724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN SISTEMES ENERGÈTICS SOSTENIBLES (Pla 2012). (Assignatura obligatòria).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Assignatura obligatòria).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2022). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2023      **Crèdits ECTS:** 5.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Rigola Serrano, Joaquim

**Altres:** Rodríguez Perez, Ivette Maria  
Monjo Mur, Lluís  
Rull Duran, Juan

### CAPACITATS PRÈVIES

---

- Fonaments de termodinàmica.
- Fonaments d'enginyeria elèctrica

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

**Específiques:**

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

**Transversals:**

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

## METODOLOGIES DOCENTS

---

### Metodologies docents

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents metodologies docents:

- Classe magistral o conferència (EXP): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.
- Classes participatives (PART): resolució col·lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Laboratori/Taller (L/T): realització de dissenys, mesures, verificacions, etc., i presentació dels resultats en forma oral o escrita de forma individual o en grups reduïts.
- Treball teòric-pràctic dirigit (TD): realització a l'aula d'una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.
- Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Projecte o treball d'abast ampli (PA): aprenentatge basat en el disseny, la planificació i realització en grup d'un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions.
- Activitats d'Avaluació (EV).

### Activitats formatives:

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents activitats formatives:

#### Presencials

- Classes magistrals i conferències (CM): conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants.
- Classes participatives (CP): participar en la resolució col·lectiva d'exercicis, així com en debats i dinàmiques de grup, amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula.
- Laboratori/Taller (L/T): comprendre el funcionament d'equips, especificacions i documentació, realitzar dissenys, mesures, verificacions, etc., i presentar els resultats en forma oral o escrita de forma individual o en grups reduïts.
- Treball teòric pràctic dirigit (TD): realitzar a l'aula una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.

#### No Presencials

- Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): dur a terme, individualment o en grup, un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Projecte o treball d'abast ampli (PA): dissenyar, planificar i dur a terme individualment o en grup un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions.
- Estudi autònom (EA): estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

### Objectius

L'àmbit de l'assignatura correspon a l'eficiència energètica i a l'ús racional de l'energia. En aquest àmbit es pretén que els estudiants adquireixin els coneixements i habilitats necessaris per al diagnòstic i determinació de l'eficiència energètica d'equips i serveis, així com per al disseny i implantació de mesures d'estalvi energètic i de millora de l'eficiència energètica en els diferents sectors: domèstic, productiu i de serveis.

### Resultats de l'aprenentatge

Al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

- Entén el paper de la gestió i l'ús eficient de l'energia i de l'estalvi energètic en el context del sistema energètic mundial i regional, les seves connotacions econòmiques, socials i ambientals, així com l'impacte de les tecnologies associades a un context local i global.
- Coneix de les organitzacions rellevants, els principals projectes en l'àmbit internacional, les principals fonts d'informació i les normatives relacionades amb la gestió i l'ús eficient de l'energia en els diferents sectors de consum.
- Disposa dels elements d'anàlisi i coneixements necessaris per dur a terme projectes i consultories relacionats amb la gestió i l'ús eficient de l'energia en diferents sectors.
- És capaç de proposar resultats transferibles - en l'aplicació dels aspectes relacionats amb la gestió i l'ús eficient de l'energia - mitjançant l'elaboració d'idees noves.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	66.39
Hores grup gran	40,5	33.61

**Dedicació total:** 120.5 h

## CONTINGUTS

### 1. Introducció

#### Descripció:

Presentació del curs. Conceptes bàsics.

Panorama general de diferents continguts de l'assignatura. Planificació del curs i metodologia d'avaluació. Conceptes bàsics de l'eficiència energètica, l'estalvi energètic i l'ús racional de l'energia

#### Objectius específics:

Introduir l'estudiant en els conceptes bàsics de l'eficiència energètica, l'estalvi energètic i l'ús racional de l'energia

#### Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

## 2. Diagnòstic i auditoria energètica

### Descripció:

Eficiència Energètica. Gestió de la Demanda. Ús Racional de l'Energia. Auditories energètiques.  
Diagnòstic de l'Energia. Auditories energètiques: cas il·lustratiu general d'implementació i exemples. Balanços energètics.  
Disponibilitat. Termo-economia. Exemple d'aplicació.

### Objectius específics:

Desenvolupar les habilitats de l'estudiant per aplicar els coneixements previs i els conceptes bàsics a la realització pràctica de diagnòstics i auditories energètiques.

Desenvolupar les habilitats de l'estudiant en el tractament de dades i en l'anàlisi de resultats experimentals.

### Activitats vinculades:

1. Cicles de refrigeració, aire condicionat i bescanviadors de calor (HVAC&R). Heat pump water heater

### Competències relacionades:

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

**Dedicació:** 14h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

## 3. Tecnologies d'emmagatzemament d'energia

### Descripció:

Definició. Història. L'eficiència d'emmagatzematge d'energia. Diferents formes d'emmagatzemar energia. Tècniques d'emmagatzematge d'energia. Materials de canvi de fase PCM.

### Objectius específics:

Es pretén introduir l'estudiant en els conceptes científics i tècnics de l'emmagatzematge d'energia tèrmica, així com la seva relació amb l'ús eficient i racional de l'energia.

### Competències relacionades:

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 6h

#### 4. L'eficiència energètica als edificis (sector de l'habitatge)

**Descripció:**

Eficiència energètica. Sistemes tèrmics solars passius i actius.

**Objectius específics:**

Es pretén proporcionar una informació sòlida, encara que no exhaustiva sobre l'energia solar tèrmica i la possibilitat d'aprofitar-la a edificacions.

Un cop finalitzat el mòdul, l'alumne ha de estar en condicions de:

- Conèixer quina disponibilitat d'energia hi ha a nivell de la superfície de la Terra i quin és el seu potencial d'aprofitament
- Tenir una idea aproximada de com es determina la posició del Sol depenent de l'època de l'any per tal de maximitzar els guanys solars a les edificacions. Aquests guanys solars podran aplicar-se tan a sistemes actius (escalfament d'aigua i calefacció), com a sistemes passius.
- Tenir una idea aproximada de quin tipus de sistemes s'utilitzen per l'aprofitament de l'energia solar a les edificacions.

**Activitats vinculades:**

2. Exercici d'avaluació 1

**Competències relacionades:**

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

**Dedicació:** 35h

Grup gran/Teoria: 4h

Activitats dirigides: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 23h 30m

#### 5. L'eficiència energètica als edificis (indústria i serveis)

**Descripció:**

L'aplicació dels mètodes d'auditoria energètica. L'eficiència energètica en els sistemes elèctrics.

- 1) Presentació de les tecnologies més importants per a l'eficiència energètica en sistemes elèctrics
- 2) Qualitat del subministrament
- 3) Motors i Accionaments
- 4) Sistemes de potència

L'eficiència energètica en sistemes d'enllumenat.

**Objectius específics:**

Aportar a l'estudiant els coneixements necessaris per avaluar l'eficiència energètica en els sistemes elèctrics, a través de la descripció de les principals característiques dels sistemes i de les màquines elèctriques.

**Competències relacionades:**

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 6h

## 6. L'eficiència energètica en la indústria

### Descripció:

L'electricitat i la demanda de calor a les instal·lacions industrials. Cogeneració, paràmetres d'eficiència. Les tecnologies de cogeneració.

### Objectius específics:

D'una banda es pretén introduir a l'estudiant en el concepte de cogeneració termoelèctrica i en el seu ús en la indústria com element de millora de la gestió energètica interna i de l'eficiència energètica global.

Així mateix, es pretén desenvolupar, a partir de la realització d'exercicis pràctics i d'una pràctica de laboratori, les habilitats de l'estudiant en la realització de balanços i en el càlcul de l'eficiència energètica.

### Activitats vinculades:

3. Exercici d'avaluació 2
4. Free-cooling i reaprofitament de calor en el DATA CENTER del CTTC

### Competències relacionades:

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

### Dedicació: 40h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 26h 30m

## 7. L'eficiència energètica en el transport

### Descripció:

Els trens i tramvies. Altres modes de transport.

- 1) Conceptes Bàsics
- 2) Instal·lacions ferroviàries
- 3) Criteris d'eficiència en disseny i operació de xarxes ferroviàries
- 4) Tecnologies per a l'eficiència energètica
- 5) Altres vehicles elèctrics o híbrids

### Objectius específics:

Aportar a l'estudiant els coneixements necessaris per avaluar l'eficiència energètica en el transport ferroviari, a través de la descripció de les seves principals característiques i paràmetres d'eficiència. Així mateix es pretén introduir l'estudiant en els vehicles elèctrics i híbrids com a tecnologies alternatives als vehicles convencionals que permeten millorar l'eficiència a escala local i global.

### Competències relacionades:

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

### Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 6h

## ACTIVITATS

### 1. Cicles de refrigeració, aire condicionat i bescanviadors de calor (HVAC&R). Heat pump water heater

**Descripció:**

L'activitat consisteix en la realització dels balanços d'energia d'un escalfador d'aigua amb bomba de calor i en els seus components, incloent el tanc d'emmagatzematge de calor.

**Objectius específics:**

- Aprofundir en els coneixements teòrics i en la seva aplicació a la determinació experimental de paràmetres vinculats amb l'eficiència energètica.
- Desenvolupar les habilitats dels estudiants en la realització de balanços energètics a partir de dades experimentals.

**Material:**

Dades per a la realització dels balanços d'energia.

**Lliurament:**

Informe de resultats

**Competències relacionades:**

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

**Dedicació:** 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

### 2. Exercici d'avaluació 1

**Descripció:**

L'activitat consisteix en el dimensionament d'un sistema d'energia solar tèrmica

**Objectius específics:**

- Aprofundir en els coneixements teòrics i en la seva aplicació a la resolució d'exercicis pràctics de càlcul i dimensionament.
- Desenvolupar les habilitats dels estudiants en la selecció i dimensionament d'equips per a sistemes d'energia solar tèrmica, així com per al càlcul de prestacions d'equips i instal·lacions preexistents.

**Material:**

Enunciat de l'exercici

**Lliurament:**

Informe de resultats

**Competències relacionades:**

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

**Dedicació:** 15h

Activitats dirigides: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 7h 30m

### 3. Exercici d'avaluació 2

**Descripció:**

L'activitat consisteix en la realització dels balanços d'energia dels diferents tipus de plantes de cogeneració. I en l'anàlisi dels paràmetres d'eficiència energètica de les mateixes.

**Objectius específics:**

- Aprofundir en els coneixements teòrics i en la seva aplicació a la resolució d'exercicis pràctics de càlcul i dimensionament.
- Desenvolupar les habilitats dels estudiants en la realització de balanços energètics en plantes industrials i en l'anàlisi dels paràmetres d'eficiència energètica.

**Material:**

Enunciat de l'exercici

**Lliurament:**

Informe de resultats

**Competències relacionades:**

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

**Dedicació:** 15h

Activitats dirigides: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 7h 30m

### 4. Free-cooling i reaprofitament de calor en el DATA CENTER del CTTC

**Descripció:**

L'activitat consisteix en l'anàlisi de l'estalvi d'energia mitjançant el sistema de refredament lliure, com ara el que controla la temperatura i la humitat en la cambra d'un centre de dades

**Objectius específics:**

- Aprofundir en els coneixements teòrics i en la seva aplicació a la determinació experimental de paràmetres vinculats amb l'eficiència energètica.
- Desenvolupar les habilitats dels estudiants en la realització de balanços energètics a partir de dades experimentals.

**Material:**

Instal·lació experimental

**Lliurament:**

Informe de resultats

**Competències relacionades:**

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

**Dedicació:** 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 4h





## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Durant el quadrimestre de primavera del curs 2019-2020, tot i la crisi sanitària per causa de la Covid19, el mètode de qualificació serà l'habitual de:

Treball en grup: 30%

Treball de laboratori: 20%

Examen final: 50%

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Duffie, J. A.; Beckman, W. A. Solar engineering of thermal processes [en línia]. 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.

- 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.

### Complementària:

- Energy efficiency in buildings. 2nd ed. London: CIBSE, cop. 2004. ISBN 9781903287347.

- SGS TECNOS, S.A.. Guia metodològica per a realitzar auditories energètiques [en línia]. 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).

- 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. Ed 2000. Barcelona: GC, Dpt. Indústria, Comerç i Turisme (Institut Català d'Energia), 2001.

- Querol, E.; Gonzalez-Regueras, B.; Perez-Benedito, J. L. Practical approach to exergy and thermoeconomic analyses of industrial processes [en línia]. 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.

- ASHRAE. ASHRAE handbook. Refrigeration. IP and SI ed. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2008-. ISBN 9781936504732.

## RECURSOS

---

### Enllaç web:

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