

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

Unitat responsable: 240 - ETSEIB - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
Unitat que imparteix: 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics  
Curs: 2019  
Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN SISTEMES ENERGÈTICS SOSTENIBLES (Pla 2012).  
(Unitat docent Optativa)  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN SISTEMES ENERGÈTICS SOSTENIBLES (Pla 2013).  
(Unitat docent Optativa)  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: Ivette Rodríguez

Altres: Ivette Rodríguez

### Horari d'atenció

Horari: dimarts, dimecres 16-18h; dijous 17-19h

### Capacitats prèvies

Aspectes fonamentals de termodinàmica, mecànica de fluids i transferència de calor necessaris per a entendre el comportament tèrmic dels edificis.

### Requisits

Coneixements equivalents a haver superat el curs d'actualització del màster.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

- CEMT-1. Entendre, descriure i analitzar, de forma clara i àmplia tota la cadena de conversió energètica, des del seu estat com a font d'energia fins al seu ús com a servei energètic. Identificar, descriure i analitzar la situació i característiques dels diferents recursos energètics i dels usos finals de l'energia, en les seves dimensions econòmica, social i ambiental; i formular judicis valoratius.
- CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com aplicar coneixements i criteris de valoració en el disseny i avaluació de solucions tecnològiques per a l'aprofitament de recursos renovables d'energia, tant per a sistemes aïllats com connectats a xarxa. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.
- CEMT-5. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip tèrmic més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions tèrmiques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.
- CEMT-7. Analitzar el comportament d'equips i instal·lacions en operació per tal d'elaborar un diagnòstic valoratiu sobre el seu règim d'explotació i d'establir mesures dirigides a millorar l'eficiència energètica dels mateixos.

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

### 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.
- 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).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- Conèixer els fenòmens de transferència de calor (radiació, convecció, conducció) que tenen lloc a l'edificació.
- Coneixer els diferents criteris de disseny i conceptes bàsics relacionats amb el condicionament tèrmic d'edificis i l'arquitectura bioclimàtica
- Coneixer les normatives d'aplicació en projectes d'edificis bioclimàtics i certificació tèrmica d'edificis
- Coneixement de les metodologies de càlcul de càrregues tèrmiques a edificis: des de models simplificats fins a tècniques avançades de simulació numèrica
- Realització de pràctiques de laboratori que permetran a l'estudiant conèixer les diferents fenomenologies presents als edificis com també les possibilitats de les eines de càlcul numèric per a l'estimació de les càrregues tèrmiques a edificis.
- Coneixement de diferents tècniques de climatització i calefacció fent ús de criteris d'arquitectura bioclimàtica.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Hores grup petit:	30h	24.00%
	Hores activitats dirigides:	10h	8.00%
	Hores aprenentatge autònom:	85h	68.00%

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

### Continguts

<p><b>Introducció</b></p>	<p>Dedicació: 7h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 3h</p>
<p><b>Descripció:</b> Rol de l'enginyer en el disseny de sistemes de climatització i calefacció. Conceptes bàsics de transferència de calor (conducció, convecció, radiació). Processos termodinàmics bàsics a edificis, processos psicromètrics.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe teòrica</li> <li>- Classe pràctica</li> </ul> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conèixer les tasques que a de dur a terme un enginyer pel disseny dels sistemes de calefacció i climatització i com s'han d'integrar per tal d'aconseguir un disseny eficient des de un punt de vista energètic com també des del punt de vista del confort i la seguretat.</li> <li>- Dominar els principis bàsics de transferència de calor, així com també els processos termodinàmics amb aire humit necessaris per a comprendre les diferents fenomenologies presents als edificis.</li> </ul>	
<p><b>Qualitat de l'aire i confort tèrmic</b></p>	<p>Dedicació: 11h Grup petit/Laboratori: 3h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p><b>Descripció:</b> Índexs de confort, variables que influeixen en el confort tèrmic, avaluació del confort. Ventilació i qualitat de l'aire interior. Síndrome de l'edifici malalt, avaluació dels índexs de contaminants. Eficàcia de la ventilació.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe teòrica</li> <li>- Classe pràctica</li> <li>- Treball d'abast reduït</li> </ul> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre que el condicionament tèrmic d'edificis implica crear espais amb condicions de benestar tèrmic. Es pretén estudiar com estan interrelacionades les respostes de l'ésser humà a les condicions tèrmiques de l'ambient.</li> <li>- Conèixer les diferents variables que poden influir en el confort tèrmic i ésser capaç d'avaluar els índexs de confort tèrmic.</li> <li>- Conèixer què és la síndrome de l'edifici malalt, quines son les seves característiques i símptomes i quins son els factors de risc: contaminants químics, físics i biològics en un edifici malalt i aspectes psicosocials.</li> </ul>	

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

<p><b>Radiació solar i l'edificació. Condicions de contorn</b></p>	<p>Dedicació: 19h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p><b>Descripció:</b> Conceptes bàsics sobre radiació solar. Estimació de les càrregues per radiació solar a edificis. Geometria solar i càlcul d'ombres. Altres variables climàtiques: la temperatura i la humitat. Influència del vent.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe teòrica</li> <li>- Classe pràctica</li> <li>- Treball d'abast reduït</li> </ul> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ésser capaç d'avaluar la posició angular del Sol.</li> <li>- Ésser capaç d'estimar les càrregues tèrmiques per radiació solar a l'envolvent d'un edifici.</li> <li>- Avaluar les ombres que es poden produir sobre la façana d'un edifici.</li> <li>- Determinar totes les condicions de contorn necessàries per a fer un càlcul de càrregues tèrmiques a un edifici: radiació solar, temperatura, humitat, velocitat del vent.</li> </ul>	
<p><b>Estimació de les càrregues tèrmiques de calefacció i climatització</b></p>	<p>Dedicació: 26h Grup petit/Laboratori: 6h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p><b>Descripció:</b> Estimació de les càrregues tèrmiques tant per calefacció com per a climatització. Condicions de disseny de l'aire interior. Transmissió de calor a través de la pell de l'edifici. Ventilació i infiltració d'aire. Guanys interns de calor (ocupants, il·luminació, equips, etc.). Altres consideracions.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe teòrica</li> <li>- Classe pràctica</li> <li>- Treball d'abast reduït</li> </ul> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conèixer les característiques constructives de l'edifici, per tal de poder determinar l'influència de la pell de l'edifici en els guanys/pèrdues de calor i la seva evolució temporal.</li> <li>- Conèixer quines són les diferents fonts de pèrdues i guanys de calor a un edifici i que poden influir en l'estimació de les càrregues tèrmiques de climatització i calefacció</li> <li>- Estimar l'impacte que tenen les diferents fonts de pèrdues i guanys de calor en la demanda total de calefacció i climatització d'un edifici.</li> <li>- Conèixer les diferents metodologies de càlcul de càrregues tèrmiques i les diferents eines a l'abast d'un enginyer a l'hora d'estimar la demanda total de calefacció i climatització a un edifici.</li> </ul>	

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

<p>Consideracions teòrico-pràctiques pel disseny tèrmic. Eficiència energètica a edificis</p>	<p>Dedicació: 6h Grup petit/Laboratori: 2h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p><b>Descripció:</b> Normatives vigents d'aplicació al disseny tèrmic de edificis. Codi tècnic de l'edificació (CTE) i reglament d'instal·lacions tèrmiques (RITE). Exigències tèrmiques i necessitat d'establir uns consums màxims. Eficiència energètica a edificis i la introducció d'energies renovables i aprofitament d'energies residuals. Edificis d'energia casi nul·la: principis i reptes. Smart-cities i bombes de calor.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> - Classe teòrica</p> <p><b>Objectius específics:</b> - Conèixer les normatives vigents relacionades amb el disseny tèrmic d'un edifici. - Entendre el rol del codi tècnic de l'edificació i les exigències tèrmiques que imposa. - Conèixer les tendències actuals i la planificació energètica cap a l'horitzó 2020 a Europa. - Entendre que significa un edifici d'energia casi nul·la, quin és l'estat de l'art actual i quin son els principals reptes que s'han d'afrontar. - Conèixer com integrar diferents tecnologies per aconseguir edificis d'energia casi nul·la. - Que son les smart-cities i com les tecnologies de bombes de calor poden ser usades.</p>	
<p>Tècniques de refredament i escalfament passiu de l'edifici</p>	<p>Dedicació: 40h Grup petit/Laboratori: 7h Activitats dirigides: 6h Aprentatge autònom: 27h</p>
<p><b>Descripció:</b> Estudi de diferents tècniques de disseny que consideren tots els impactes climàtics existents a un edifici: arquitectura bioclimàtica. Tècniques de refredament passiu: refredament evaporatiu, refredament per radiació, refredament gratuït. Conceptes i definicions. Tipologia d'instal·lacions. Sistemes de captació solar passiva: sistemes de guany directe, hivernacles, sistemes amb acumulació d'energia: mur trombe, murs amb materials de canvi de fase. Exemples d'aplicació. Càlcul i disseny d'edificis bioclimàtics.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> - Classe teòrica - Classe pràctica - Treball teòric pràctic dirigit - Treball d'abast ampli</p> <p><b>Objectius específics:</b> - Conèixer els conceptes de l'arquitectura bioclimàtica. - Reconèixer els diferents elements medi-ambientals que poden ser utilitzats a un projecte bioclimàtic. - Habilitar a l'estudiant en les diferents tècniques de disseny bioclimàtic i la seva integració en l'edificació per tal d'aconseguir dissenys actuals, eficients i orientats dins de l'horitzó 2020 per a edificis amb consum d'energia casi nul·la. - Dotar a l'estudiant d'eines de treball i coneixements per a la presa de decisions en el camp de control passivo de les variables climàtiques.</p>	

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

Tècniques avançades per a la simulació tèrmica d'edificis

Dedicació: 13h

Grup petit/Laboratori: 4h

Activitats dirigides: 6h

Aprentatge autònom: 3h

**Descripció:**

L'estudiant ha de ser capaç d'utilitzar tècniques numèriques per a la simulació del comportament tèrmic d'un edifici. Els diferents temes tractats al llarg del curs seran necessaris per dur a terme amb èxit aquest tema.

**Activitats vinculades:**

- Classe teòrica
- Classe pràctica
- Treball teòric pràctic dirigit

**Objectius específics:**

L'ús dels diferents conceptes tractats al llarg del curs que s'han d'aplicar en la simulació d'un petit edifici  
Aprendre les diferents tècniques i eines per a la simulació d'un edifici

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

### Planificació d'activitats

<p><b>Classes teòriques i conferències</b></p>	<p>Dedicació: 25h Aprentatge autònom: 10h Grup petit/Laboratori: 15h</p>
<p><b>Descripció:</b> Exposició dels continguts de l'assignatura seguint un model de classe expositiu i participatiu. La matèria s'ha organitzat en diferents grups de continguts d'acord a les àrees de coneixement de l'assignatura.</p> <p><b>Material de suport:</b> Bibliografia recomanada. Apunts del professor.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 2 (problemes) mitjançant el treball de curs i les proves de coneixement.</p> <p><b>Objectius específics:</b> En finalitzar aquesta activitat, l'alumne ha de ser capaç de dominar els coneixements adquirits, consolidar-los i aplicar-los correctament a diferents problemes tècnics. A més a més, essent una assignatura tecnològica aplicada, les classes de teoria han de servir com a complement d'altres assignatures tècniques de l'àmbit tèrmic relacionades, com Refrigeració, Motors Tèrmics o Energia Solar.</p>	
<p><b>Classes pràctiques</b></p>	<p>Dedicació: 25h Aprentatge autònom: 10h Grup petit/Laboratori: 15h</p>
<p><b>Descripció:</b> Durant aquestes activitats es realitzaran problemes i exercicis seguint un model de classe participatiu. De cadascun dels temes, es realitzaran uns problemes a classe per tal de què els alumnes adquireixin les pautes necessàries per a portar a terme aquesta resolució: hipòtesis simplificatòries, plantejament, resolució numèrica, discussió dels resultats.</p> <p><b>Material de suport:</b> Bibliografia recomanada. Apunts del professor</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 1 (teoria) mitjançant el treball de curs i les proves de coneixement.</p> <p><b>Objectius específics:</b> En finalitzar aquesta activitat, l'alumne ha de ser capaç d'aplicar els coneixements teòrics a la resolució de diferents tipus de problemes. Atenent a la metodologia l'alumne ha de ser capaç de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Entendre l'enunciat i analitzar el problema.</li> <li>2.- Plantejar i desenvolupar un esquema de resolució del mateix.</li> <li>3.- Resoldre el problema emprant les equacions plantejades, amb un adequat algorisme de resolució.</li> <li>4.- Interpretar críticament els resultats.</li> </ol>	
<p><b>Treball teòric-pràctic dirigit</b></p>	<p>Dedicació: 22h Activitats dirigides: 4h 30m Grup petit/Laboratori: 7h 30m Aprentatge autònom: 10h</p>

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

### Descripció:

Durant aquestes activitats es realitzaran activitats de laboratori per a l'assaig d'equips i sistemes estudiats a l'assignatura, així com també activitats amb suport informàtic.

### Material de suport:

Apunts i material facilitat pel professor a atenea

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Informe amb els resultats de la pràctica

### Objectius específics:

Consolidar els coneixements adquirits a classe de teoria i pràctiques.

### Treball d'abast ampli

Dedicació: 20h

Aprenentatge autònom: 20h

### Descripció:

L'alumne aprofundirà en un tema i resoldrà un problema en què serà necessari aplicar diferents conceptes adquirits en el curs. S'espera que l'estudiant sigui capaç d'utilitzar les diferents metodologies que s'ensenyen a la classe per tal de complir amb el treball.

### Material de suport:

Bibliografia recomanada. Apunts del professor

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Es farà un informe seguint unes pautes donades a classe.

### Objectius específics:

Ampliar i consolidar els coneixements adquirits a classe de teoria i pràctiques.

### Treball d'abast reduït

Dedicació: 30h

Aprenentatge autònom: 30h

### Descripció:

Al llarg del curs l'alumne realitzarà diferents treballs d'abast reduït vinculats amb certes temàtiques del curs. Aquests treballs podren ser des de l'anàlisi bibliogràfic de temes d'interès fins a petits càlculs de càrregues tèrmiques a través d'una façana i/o una habitació petita.

### Material de suport:

Apunts del curs i bibliografia recomanada

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Informe tot seguint les instruccions donades a classe

### Objectius específics:

- Adquirir coneixements bàsics sobre temàtiques d'interès al curs com ara el confort tèrmic a l'edificació i l'eficiència energètica
- Esser capaç d'aplicar els coneixements adquirits tant a les classes teòriques com a pràctiques per a estimar les càrregues tèrmiques sobre una façana d'un edifici. i/o estimar la demanda de calefacció i climatització d'una vivenda
- Esser capaç d'analitzar els resultats i la seva dependència amb la localització geogràfica, l'època del any, etc. així com proposar solucions per tal de millorar l'eficiència energètica a un edifici des d'un punt de vista tèrmic.



## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

Proves de coneixement	Dedicació: 3h Activitats dirigides: 3h
Descripció: Exercisís teòrics i pràctics dels diferents temes tractats al curs	
Objectius específics: L'estudiant ha de ser capaç de demostrar uns coneixements teòrics i pràctics mínims i aplicar-los a la resolució de diferents problemes tècnics	

### Sistema de qualificació

- Prova escrita de control de coneixements (PE): 50%
- Treball realitzat en forma individual o en grup al llarg del curs (TR): 40%
- Assistència i participació en classes i laboratoris (AP): 5%
- Qualitat i rendiment del treball en grup (TG): 5%

### Normes de realització de les activitats

- Prova escrita de control de coneixements (PE). Es farà un examen final de l'assignatura. L'alumne haurà de completar tant preguntes teòriques com problemes relacionats amb els continguts teòric i pràctic de l'assignatura. Les revisions i/o reclamacions en referència als exàmens es realitzaran d'acord a les dates i horaris establerts al calendari acadèmic.
- Treball realitzat en forma individual o en grup al llarg del curs (TR): L'estudiant haurà de seguir les instruccions explicades a classe i contingudes a l'arxiu corresponent al treball que es proposarà a l'alumne en relació al diferents continguts docents de l'assignatura. Com a resultat d'aquestes activitats, l'estudiant haurà d'entregar un report (preferiblement en format pdf) al professor, amb la data límit que es fixi per a cada activitat. L'avaluació del treball comportarà tant la seva realització, com la seva possible defensa.
- Assistència i participació en classes i laboratoris (AP): Les pràctiques de laboratori es valoraran tant durant la seva realització com en l'execució dels exercicis de pràctiques que es proposaran; que poden iniciar-se durant l'horari de classes previst per aquest tipus d'activitat i que es completaran (se s'escau) com una activitat autònoma, seguint les instruccions donades a classe. Els resultats dels exercicis de pràctiques s'entregaran al professor seguint les instruccions donades a classe. L'avaluació de la pràctica comportarà tant la seva realització, com la seva possible defensa.
- Qualitat i rendiment del treball en grup (TG): Els informes de les pràctiques i/o els treballs en grup es valoraran a nivell individual sobre la defensa oral si s'escau i en conjunt sobre l'informe únic.

## 820759 - CTEAB - Condicionament Tèrmic d'Edificis. Arquitectura Bioclimàtica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Cook, Jeffrey. Passive cooling. Cambridge: MIT Press, cop. 1989. ISBN 0262031477.

Balcomb, J. Douglas. Passive solar buildings. London: The MIT Press, cop. 1992. ISBN 0262023415.

Hays, Steve M; Gobbell, Ronald V; Ganick, Nicholas R. Indoor air quality : solutions and strategies. New York: McGraw-Hill, cop. 1995. ISBN 0070273731.

Kreider, Jan F. [et al.]. Heating and cooling of buildings : design for efficiency. 2n ed. rev.. Boca Raton: CRC Press, 2010. ISBN 9781439811511.

The ASHRAE handbook. I-P and SI ed. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and air-Conditioning Engineers, 2013-. ISBN 9781936504473.

#### Complementària:

Duffie, John A; Beckman, William A. Solar engineering of thermal processes. 3rd ed. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, cop. 2006. ISBN 9780471698678.

Johnston, David; Gibson, Scott. Toward a zero energy home : a complete guide to energy self-sufficiency at home. Newtown: The Taunton Press, 2010. ISBN 9781600851438.

#### Altres recursos:

##### Material audiovisual

###### Transparències

Transparències, problemes proposats que es faran servir a classe

##### Material informàtic

###### Apunts

Apunts realitzats pel professorat de l'assignatura