

66344 - Eficiencia energética en la edificación

Información del Plan Docente

Año académico	2017/18
Centro académico	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Titulación	330 - Complementos de formación Máster/Doctorado 535 - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética
Créditos	5.0
Curso	XX
Periodo de impartición	Semestral
Clase de asignatura	Optativa, Complementos de Formación
Módulo	---

1. Información Básica

1.1. Introducción

La edificación es una de las actividades con mayor impacto medioambiental. Consume el 60% de materias primas de la litosfera, el 12% del agua y produce el 50% de las emisiones de CO₂, teniendo en cuenta la construcción, uso y desmantelamiento de los edificios. En la actualidad, el sector de la edificación necesita reinventarse, aplicando nuevas soluciones y tecnologías con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad en la construcción de edificios y, sobre todo, en la rehabilitación del gran parque de edificios existente, de modo que pueda reducirse su hipoteca energética. En España hay más de 2.300 millones de m² dedicados a viviendas, de los cuales un 75% corresponden a viviendas construidas hace más de 20 años, y por tanto incumpliendo los actuales criterios de eficiencia energética.

En este contexto, se persigue que los estudiantes de la asignatura adquieran un conocimiento experto que les permita identificar el impacto energético y medioambiental de los edificios, siendo capaces de aplicar las estrategias y tecnologías necesarias para reducir dichos impactos, al tiempo que se mejora la calidad, así como las condiciones de confort y salubridad de los edificios.

En esta asignatura se expondrán los criterios para la certificación y la optimización de la eficiencia energética en los edificios, presentando y analizando el actual marco normativo, y explicando nuevas visiones integradoras sobre el modo de plantear mejoras en los edificios a través de la rehabilitación energética, conforme a los nuevos requisitos normativos y necesidades sociales.

1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se trata de una asignatura descriptiva con elementos prácticos que introducen en el análisis y mejora de la eficiencia energética en edificios y en una planificación energética básica de planes urbanísticos.

Es imprescindible cursar las asignaturas de "Energías Renovables" y "Ampliación de energía solar" y es recomendable la adquisición o revisión, en su caso, de conceptos básicos sobre transferencia de calor y acumulación de energía térmica.

1.3. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Existe una interrelación entre esta asignatura y diversos conceptos expuestos en el Módulo común del Máster.

66344 - Eficiencia energética en la edificación

De este modo, en esta asignatura se detallan los criterios y técnicas generales de eficiencia energética descritos en la asignatura "Eficiencia Energética" y se profundiza en su aplicación a los edificios y las áreas urbanas. Asimismo los conceptos básicos de radiación solar presentados en la asignatura "Energía solar y de la biomasa" son aplicados al balance, análisis y optimización de la eficiencia energética de los edificios.

Por otra parte, esta asignatura introduce el concepto de sostenibilidad en la edificación, que va más allá de la eficiencia energética, incluyendo conceptos de eficiencia en el uso del agua en los edificios, la calidad del ambiente interior, el emplazamiento del edificio y las necesidades de movilidad asociadas, el impacto y coste del ciclo de vida de los productos de construcción utilizados, etc.

1.4.Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del curso, en 2 sesiones que suman un total de 3 horas por semana.

El primer día de clase se presentan los objetivos, contenidos y el sistema de evaluación de la asignatura.

A lo largo del curso, acomodándolo a las posibilidades de los estudiantes, se podrán realizar visitas a diversos edificios de interés, como el edificio CIRCE en el Campus Río Ebro.

El curso incluye varias sesiones prácticas con herramientas de certificación energética y ambiental de edificios, así como de simulación energética de edificios.

Al final del curso se realizará un examen final y se deberán entregar los trabajos e informes previstos en el sistema de evaluación de esta asignatura.

Existe la opción de conectar los trabajos desarrollados en la asignatura con un posible trabajo final del master tras comentar el correspondiente proyecto con el profesorado.

Para conocer las fechas de comienzo de curso y las convocatorias de examen, se puede consultar la página Web de la EINA.

2.Resultados de aprendizaje

2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- Interrelacionar clima, diseño bioclimático y confort térmico. Conocer los pasos a seguir en el análisis de un microclima para una ubicación determinada.
- Identificar la arquitectura natural, su relación con el clima y la validez de los criterios que desarrolla en cada contexto.
- Adquirir los conocimientos necesarios sobre la certificación energética y ambiental de edificios, su contexto actual, así como una serie de técnicas relacionadas con la evaluación de edificios como la termografía, la medida de la transmisividad térmica (U) de los cerramientos y la medida de infiltraciones.
- Conocer los elementos básicos de la arquitectura bioclimática, así como las estrategias pasivas y activas para la mejora de la eficiencia energética de los edificios.
- Adquirir habilidades básicas sobre programas de simulación estacionaria y dinámica de sistemas de climatización en edificios.
- Identificar los elementos del urbanismo sostenible, y aplicarlos en la evaluación ambiental de la planificación urbanística ex novo y de rehabilitación.

66344 - Eficiencia energética en la edificación

- Conocer el peso de la rehabilitación en procesos urbanísticos y los elementos básicos de dicho proceso.
- Conocer los elementos base de la bioconstrucción e identificar distintos aspectos del ciclo de vida aplicables a productos de la construcción, soluciones constructivas, edificios y áreas urbanas.
- Identificar y aplicar en diferentes casos reales los conceptos de los puntos anteriores.

2.2.Importancia de los resultados de aprendizaje

La asignatura presenta un elevado interés para dos perfiles que deben completarse: el de ingeniería térmica aplicada a la edificación, y el de arquitectura con un enfoque cada vez más solicitado en los proyectos de arquitectura.

Los resultados de aprendizaje de la asignatura son fundamentales, ya que con ellos el estudiante será capaz de analizar, evaluar y certificar la eficiencia energética de los edificios, así como aplicar aquellos criterios y medidas de ahorro capaces de reducir drásticamente los consumos de energía y los impactos ambientales. La formación recibida permitirá al estudiante sugerir cambios en la envolvente térmica de los edificios, así como en sus sistemas e instalaciones energéticas, mejorando la eficiencia energética y/o reduciendo los costes energéticos y económicos asociados.

3.Objetivos y competencias

3.1.Objetivos

El **objetivo general** de esta asignatura es la formación especializada en el análisis, la evaluación y certificación de la eficiencia energética de los edificios, así como la aplicación de aquellos criterios y medidas de ahorro energético capaces de reducir drásticamente sus consumos de energía e impactos ambientales asociados. Para ello, los **objetivos específicos** son:

- Adquirir un profundo conocimiento del marco legislativo actual y futuro necesario para la materialización de proyectos de rehabilitación de edificios y/o nueva construcción con criterios de eficiencia energética, a través de ejemplos y casos prácticos de edificios reales.
- Conocer y saber aplicar técnicas de rehabilitación energética a la envolvente e instalaciones energéticas de los edificios, mejorando su operación y funcionamiento.
- Aplicar la herramienta oficialmente reconocida en España para la certificación energética de edificios nuevos y existentes: Herramienta Unificada Lider-Calener.
- Saber proponer y cuantificar las medidas de ahorro energético más adecuadas para la mejora de la calificación energética de los edificios.
- Aprender a utilizar la herramienta de simulación y diseño de edificios DesignBuilder con objeto de calcular, analizar y reducir las demandas y consumos energéticos de los edificios, evaluando medidas concretas para la mejora de su envolvente térmica y sus instalaciones energéticas.
- Conocer los fundamentos básicos de los sistemas de certificación ambiental de edificios: LEED y VERDE, así como de la aplicación del análisis del ciclo de vida a los edificios.
- Conocer los principios del urbanismo sostenible y sensibilizar al alumno en la problemática energética y ambiental actuales, evaluando la contribución del sector de la edificación a dicha problemática.

3.2.Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Competencias específicas:

- Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
- Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.

66344 - Eficiencia energética en la edificación

- Conocer la normativa española y europea relativa a eficiencia energética y producción en régimen especial y su aplicación
- Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.
- Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Competencias generales:

- Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

4.Evaluación

4.1.Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

Para superar la asignatura se plantea un sistema de evaluación global. Se considerarán los siguientes factores de ponderación para la obtención de la nota final de la asignatura:

- **[30%] Trabajo tutorado 1:** Evaluación de la demanda térmica y consumos de energía de un edificio existente (a elegir por el estudiante) con DesignBuilder, así como evaluación técnico-económica de al menos cinco propuestas de mejora (a elegir por el estudiante) en la envolvente y el equipamiento energético existente: Entrega de informe escrito y archivos del programa anexos.
- **[20%] Trabajo tutorado 2:** Evaluación de la demanda térmica y consumos de energía de un edificio existente (a elegir por el estudiante) con la Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC), así como evaluación técnico-económica de al menos cinco propuestas de mejora (a elegir por el estudiante) en la envolvente y el equipamiento energético existente: Entrega de informe escrito y archivos del programa anexos.
- **[20%] Trabajo tutorado 3:** Revisión de tres artículos científicos publicados en revistas indexadas sobre un tema relacionado con los contenidos de la asignatura (a elegir por el estudiante): Entrega de informe escrito en inglés y artículos anexos.
- **[30%] Examen final escrito de conceptos básicos** de la asignatura, a través de cuestiones cortas de tipo

66344 - Eficiencia energética en la edificación

teórico-práctico y/o cuestiones de tipo test y de tipo verdadero-falso.

Para poder mediar entre sí, la nota mínima en cada una de las actividades de evaluación anteriores deberá ser igual o superior a cuatro. No se podrá aprobar la asignatura si alguna de las notas es inferior a cuatro.

Los informes correspondientes a los trabajos tutorados se deberán presentar con anterioridad a la realización del examen final escrito, que tendrá lugar en las convocatorias oficiales correspondientes.

En todas las actividades de evaluación descritas se valorarán los siguientes aspectos y cualidades en el grado indicado en cada caso:

- Realización propia de las tareas.
- Correcto planteamiento del procedimiento de resolución de los problemas planteados.
- Exactitud del resultado obtenido.
- Corrección y claridad en la comunicación escrita: ortografía y gramática correcta, estructura de contenidos coherente, etc.
- Análisis crítico de los resultados: coherencia, relación con otros aspectos de la asignatura, posibilidades de mejora, etc.
- Entrega en el plazo estipulado: no se admitirán informes fuera de la fecha límite, salvo causa debidamente justificada.
- Entrega en el formato y procedimiento indicado por el profesor.

El estudiante que no opte por el procedimiento de evaluación descrito anteriormente, no supere dichas pruebas durante el periodo docente o que quisiera mejorar su calificación tendrá derecho a realizar una prueba global que será programada dentro del periodo de exámenes correspondiente a la primera o segunda convocatoria.

5. Metodología, actividades, programa y recursos

5.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

El proceso de enseñanza se desarrollará en cuatro actividades principales: clases de teoría, clases de resolución de problemas, prácticas de ordenador, y realización de trabajos tutorados evaluables, con creciente nivel de participación del estudiante.

En las **sesiones de teoría** se explican los conceptos básicos y se relacionan con las características técnicas de los procesos utilizando ejercicios cortos que se resuelven en la pizarra, sirviendo de apoyo para fijar la comprensión de los conceptos. En ambos casos la metodología son clases magistrales.

Las **sesiones prácticas** consisten en sesiones con ordenador en la que se estudian casos prácticos más complejos que los presentados en la pizarra, donde es necesaria para su resolución cierta potencia de cálculo. De este modo, las sesiones de prácticas completarán los contenidos desarrollados durante las sesiones de teoría. Durante las prácticas se resolverán casos, mediante el uso de diversas herramientas informáticas, con la asistencia y ayuda del profesor durante la sesión. Los estudiantes dispondrán de un guion de cada práctica, que tendrán previamente que leer y preparar.

Los **trabajos tutorados** se realizarán de forma individual por cada estudiante, como una prolongación y ampliación de las sesiones prácticas, resolviendo problemas de mayor envergadura que los resueltos en las prácticas. De este modo, se potencia el aprendizaje autónomo del estudiante. Para el desarrollo de los trabajos se proporcionará a los alumnos las herramientas necesarias. Los trabajos a realizar se plantearán durante las sesiones presenciales, y se realizará posteriormente de forma no presencial. Estos trabajos tutelados estarán supervisados por el profesor, que resolverá todas las dudas que puedan surgir durante el desarrollo del mismo.

66344 - Eficiencia energética en la edificación

En las **sesiones de tutorías** (voluntarias), el estudiante que lo desee acudirá al profesor a plantearle dudas de la asignatura. El alumnado dispone de un horario de atención de tutorías. Se recomienda altamente el uso de estas tutorías para asegurar el adecuado progreso en el aprendizaje.

5.2.Actividades de aprendizaje

Con objeto de que los alumnos alcancen los resultados de aprendizaje descritos anteriormente y adquieran las competencias diseñadas para esta asignatura, se proponen las siguientes actividades formativas:

- A01. Clase magistral (25 horas): exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura.
- A02. Resolución de problemas y casos (13 horas): realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura.
- A03. Prácticas de laboratorio (12 horas): realización de ejercicios prácticos en grupos reducidos de alumnos de la asignatura.
- A06. Trabajos docentes (20 horas).
- A07. Estudio (50 horas).
- A08. Pruebas de evaluación (5 horas).

Las horas indicadas son de carácter orientativo y serán ajustadas dependiendo del calendario académico del curso.

A principio de curso se informará del calendario de sesiones prácticas, que se fijará según el avance del programa y la disponibilidad de laboratorios y salas informáticas.

5.3.Programa

Los contenidos que se desarrollan en la asignatura corresponden al siguiente programa temático:

Tema 1.- Introducción: edificación y sostenibilidad.

Tema 2.- Definición de los elementos constructivos de la envolvente térmica de un edificio. Transmisividad y puentes térmicos.

Tema 3.- Análisis de la normativa sobre eficiencia energética edificatoria: Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Ahorro de Energía. Limitación del consumo y la demanda térmica en edificios (HE0 y HE1), eficiencia energética en las instalaciones de climatización (HE2) e iluminación (HE3) e integración de energía solar térmica en edificios (HE4).

Tema 4.- Balance de energía en un edificio: pérdidas y ganancias. Cálculo de la demanda térmica de un edificio.

Tema 5.- Certificación energética de edificios. Cálculo de la calificación energética de un edificio: Utilización de la herramienta unificada LIDER-CALENER - resolución de ejemplos prácticos.

Tema 6.- Arquitectura bioclimática y estrategias pasivas de ahorro energético en edificios: forma y orientación, adaptación al clima, confort térmico, microclimas, aislamiento, huecos, almacenamiento térmico, ventilación, calefacción/refrigeración pasiva, iluminación natural, estándar Passive House.

Tema 7.- Simulación energética de edificios: conceptos básicos. Utilización de DESIGNBUILDER: definición geométrica,

66344 - Eficiencia energética en la edificación

cálculo de demanda, evaluación de mejoras en la envolvente de los edificios. Resolución de ejemplos prácticos de rehabilitación energética de edificios.

Tema 8.- Equipos de medición para edificios: Luxómetro, analizador de redes, pinza amperimétrica, cámara termográfica, medidor de transmitancias, analizador de gases de combustión y blower door.

Tema 9.- Edificación sostenible - Análisis de ciclo de vida: metodología general y aplicación a productos, soluciones constructivas (declaraciones ambientales de productos) y edificios. Principios básicos de la bioconstrucción.

Tema 10.- Metodologías de certificación ambiental: LEED y VERDE. Principios básicos e indicadores de evaluación. Guías de certificación y ejercicios prácticos.

Tema 11.- Urbanismo sostenible: conceptos básicos.

Seguidamente se detalla el programa de prácticas de la asignatura:

Práctica 1.- Utilización de la herramienta unificada LIDER-CALENER (4 sesiones de 2 horas cada una: 8 horas, en total).

Práctica 2.- Utilización de la herramienta de simulación energética de edificios DESIGNBUILDER (4 sesiones de 2 horas cada una: 8 horas en total).

Práctica 3.- Utilización de la herramienta de ayuda al diseño HADES y evaluación de criterios en la certificación VERDE (1 sesión de 2 horas).

5.4. Planificación y calendario

Los informes correspondientes a los trabajos tutorados se deberán presentar con anterioridad a la realización del examen final escrito, que tendrá lugar en las convocatorias oficiales correspondientes.

Para conocer las fechas de comienzo de curso, impartición de las sesiones presenciales, así como las convocatorias de examen, consultar la página Web de la EINA.

5.5. Bibliografía y recursos recomendados

La comunicación entre el estudiante y el profesor se gestiona a lo largo del curso mediante la plataforma Moodle2 de la Universidad de Zaragoza (<http://moodle2.unizar.es>). En ella el profesor distribuye los principales materiales de la asignatura (apuntes, cuestiones, problemas, exámenes tipo, tablas, etc.), realiza anuncios y notificaciones a los estudiantes, envía y recibe correos y pone a disposición de los estudiantes las herramientas para el envío de los informes de las actividades de aprendizaje.

Los documentos de referencia básica de la asignatura son los siguientes:

BB

Aranda Usón, Alfonso. Ecodiseño y Análisis de Ciclo de Vida / Alfonso Aranda Usón, Ignacio Zabalza Bribián . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de

66344 - Eficiencia energética en la edificación

- Zaragoza, 2010
Arquitectura bioclimática y urbanismo sostenible / José Antonio Turégano Romero, María del Carmen Velasco Callau y Amaya Martínez Gracia (editores) ; Sergio Díaz de Garaio ... [et al.] . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009
- BB**
- Eficiencia energética en instalaciones y equipamiento de edificios : eficiencia energética / Alfonso Aranda Usón, Ignacio Zabalza Bribián, Sergio Díaz de Garaio, Eva Llera Sastresa . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2010 España. Ministerio de la Presidencia.
- BB**
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios. - 2013 España. Ministerio de la Vivienda. Código Técnico de la Edificación / edición preparada por Departamento de Redacción Aranzadi. - 4ª ed. act. Cizur Menor (Navarra) : Aranzadi, 2013
- BB**
- Metodologías de análisis para la calificación energética de edificios : eficiencia energética / Ignacio Zabalza ... [et al.] Zaragoza : Prensas Universitarias Universidad Zaragoza, [2010]
- BB**
- Zabalza Bribian, Ignacio. Ecodiseño en la edificación / Ignacio Zabalza Bribián, Alfonso Aranda Usón . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011

Otros materiales de consulta son los siguientes:

- BC** Anderson, Bruce. Solar Energy : Fundamentals in Building Design / Bruce Anderson New York : McGraw-Hill,1977
- BC** ASHRAE. Thermal Environment Conditions for Human Occupancy / American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,2010
- BC** BAHADORI, M. N. Y CHAMBERLAIN,M. J., A simplification of weather data to evaluate daily and monthly energy needs of residential buildings. En: Solar Energy, vol. 36, 1986. Phoenix, Ariz : Association for Applied Solar Energy, [1958-

66344 - Eficiencia energética en la edificación

- [Publicación periódica]
- BC** García Arroyo, Arturo. Bases para el diseño solar pasivo / A. García Arroyo
Madrid : CSIC, 1983
- BC** Markus, Thomas A. Buildings, Climate and Energy / Thomas A Markus, Edwin N Morris London ; Marshfield : Pitman, 1980
- BC** Santamouris, Mat. Energy and Climate in the Urban Built Environment / Mat Santamouris London : James & James, 2001
- BC** Santamouris, Mat. Passive Cooling of Buildings / M. Santamouris, D.N. Asimakopoulos London : James & James, 1996
- BC** Técnicas para la elaboración de auditorías energéticas en el sector industrial / Alfonso Aranda Usón ... [et al.] . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2010
- BC** Zabalza Bribian, Ignacio. Energía solar térmica / Ignacio Zabalza Bribian y Alfonso Aranda Usón . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009