

Curso Académico: 2021/22

## 66344 - Eficiencia energética en la edificación

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 66344 - Energy efficiency in buildings

**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:** 535 - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética: 1

330 - Complementos de formación Máster/Doctorado: XX

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** 535 - Optativa

330 - Complementos de Formación

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante
  - Meta 7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles fiables y modernos
  - Meta 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovables en el conjunto de fuentes energéticas

- Meta 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
  - Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo
- Objetivo 11: Lograr que las ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
  - Meta 11.3. De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países
  - Meta 11.6. De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

## 1.2. 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.

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.

## 1.3. 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.

# 2. Competencias y resultados de aprendizaje

## 2.1. 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.
- 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.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

**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.
- 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.

## 2.3. 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. Evaluación

## 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**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. Presentación oral del trabajo.
- **[30%] Examen final escrito de conceptos básicos** de la asignatura, a través de cuestiones cortas de tipo 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.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. 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 de clase, 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.

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.

La comunicación entre el estudiante y el profesor se gestiona a lo largo del curso mediante la plataforma Moodle de la Universidad de Zaragoza (<http://moodle.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.

## 4.2. 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.

## 4.3. 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, 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).

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

**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 de clase, así como las convocatorias de examen, consultar la página Web de la EINA.

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 máster tras comentar el correspondiente proyecto con el profesorado.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=66344>