

Curso Académico: 2022/23

## 66379 - Almacenamiento químico y eléctrico

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 66379 - Almacenamiento químico y eléctrico

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 636 - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

Los objetivos de la asignatura son los siguientes:

- Conocer distintos modos de almacenamiento de energía y las limitaciones de su intercambiabilidad
- Conocer las reacciones electroquímicas que gobiernan el almacenamiento en baterías y realizar cálculos básicos para su integración en sistemas energéticos
- Conocer los tipos de baterías existentes en el mercado y sus perspectivas de desarrollo futuro
- Conocer los principios de funcionamiento del almacenamiento electrohidráulico reversible
- Conocer la posibilidad de transformar energía eléctrica en química a través de vectores energéticos como el hidrógeno o el gas natural sintético

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

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 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto

de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana

## 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El rápido crecimiento de la nueva potencia instalada de fuentes renovables de generación eléctrica, resultado de la progresiva reducción de los costes de capital y de la aceleración de las estrategias para adelantar las metas de transición energética ha dado lugar a la búsqueda cada vez más necesaria de tecnologías que permitan optimizar el uso de las mismas en cuanto a su integración adecuada en la red eléctrica y al aprovechamiento máximo de la energía generada en momentos de bajo consumo, entre otros aspectos. Además, la instalación de nuevos puntos de generación-consumo, en general de tamaño pequeño o moderado, supone un nuevo reto tecnológico y de ingeniería.

En este sentido, el almacenamiento de energía en general constituye un nuevo y muy importante ámbito complementario a la generación renovable, al que se están dedicando grandes esfuerzos de investigación y desarrollo, así como económicos por parte de instituciones y empresas.

Esta asignatura se engloba dentro de la materia optativa transversal que se imparte durante el segundo semestre del primer curso. Los contenidos de esta asignatura permiten tener amplios conocimientos acerca de los sistemas de almacenamiento que permitirán la integración de las fuentes de generación renovables de energía más extendidas. La existencia de tecnologías muy variadas y con distintos niveles de madurez tecnológica hace necesario un estudio comparativo de las mismas para un diseño óptimo de las estrategias de almacenamiento.

## 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

La adquisición de conocimientos en esta asignatura se fundamenta en haber superado las asignaturas correspondientes a las titulaciones que se consideran idóneas para el acceso al mismo, es decir, los Grados en Ingeniería Eléctrica, Mecánica, Química, de Tecnologías Industriales, de la Energía, Electrónica y Automática y de los Recursos Mineros y Energéticos. También se deberían haber superado una parte significativa de las asignaturas obligatorias incluidas en el Módulo 1 o Común del Máster.

La asistencia y participación en clase, el estudio de los materiales de trabajo y la realización de los ejercicios correspondientes (en modalidad presencial o semipresencial) de forma continuada son de gran importancia para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados.

# 2. Competencias y resultados de aprendizaje

## 2.1. Competencias

Básicas y Generales

CB06.- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB07.- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB08.- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB09.- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10.- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG01.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos en relación con la eficiencia energética.

CG02.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos en relación con las energías renovables.

CG03.- Ser capaz de comunicar los resultados de su propia investigación en forma de artículo científico ante

una audiencia especializada. .

CG05.- Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la eficiencia.

CG6.- Identificar la legislación vigente y reglamentación aplicable al sector de las energías renovables y de la eficiencia energética

CG07.- Valorar la aplicación de tecnologías emergentes en el ámbito de la energía y el medio ambiente.

CG09.- Plantear y resolver problemas, interpretar un conjunto de datos y analizar los resultados obtenidos; en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad.

Específicas

CE01.- Capacidad para utilizar y desarrollar metodologías, métodos, técnicas, programas de uso específico, normas y estándares de computación.

CE03.- Conocimiento de la importancia e implicaciones del uso de la energía en el desarrollo de sociedad.

CE15.- Calcular sistemas de almacenamiento energético.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, al finalizar y superar esta asignatura habrá adquirido el conocimiento requerido acerca de:

- Los distintos modos de almacenamiento de energía (química y electroquímica), las ventajas y las limitaciones de su intercambiabilidad.
- La importancia de los sistemas de almacenamiento en el entorno energético actual y futuro.
- Los campos de aplicación de los distintos sistemas de almacenamiento químico y electroquímico para desarrollar protocolos de implantación buscando una mayor eficiencia en el uso de estos sistemas.
- Los principios de funcionamiento del almacenamiento electrohidráulico reversible.
- Los procesos físico-químicos que tienen lugar en los distintos tipos de baterías.
- Los tipos de baterías existentes en el mercado y sus perspectivas de desarrollo futuro.
- La identificación de los distintos tipos de pilas de combustible, su campo de aplicación y sus características fundamentales.
- Las ventajas y limitaciones asociadas a los distintos tipos de sistemas de almacenamiento electroquímico.
- Las posibles vías de transformación de energía eléctrica en química a través de vectores energéticos como el hidrógeno, el gas natural sintético u otros.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El seguimiento y superación de la asignatura tiene como finalidad completar la formación científica y técnica del estudiante, fijando los conocimientos específicos del Módulo 2 o de Especialización. Se trata de una asignatura del grupo de materias optativas transversales, complementaria a los grupos de materias optativas de sistemas térmicos y de sistemas eléctricos del Resolución de 6 de mayo de 2022, de la Universidad de Zaragoza, por la que se publica el plan de estudios del Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia *Energética*, BOE de 17 de mayo de 2022

## 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:

Opción 1:

Es la opción más recomendable para la adquisición progresiva de los contenidos, habilidades y competencias de la

asignatura. Esta opción sólo es evaluable en la convocatoria ordinaria de la asignatura.

La evaluación es global y comprende:

1. Realización de los problemas y casos propuestos (C) a lo largo del desarrollo de la asignatura. Ejercicios propuestos y resueltos en clase. La participación activa en su exposición y su resolución serán valorados por observación. Solo será evaluable durante la impartición de la docencia de la asignatura.
2. Realización de un examen (E) al finalizar la asignatura. Esta prueba podrá incluir cuestiones teóricas y/o de resolución de ejercicios. La nota de la asignatura se calculará según

Calificación final =  $0.3 \times C + 0.7 \times E$

Todas las categorías de evaluación se puntuarán sobre 10 puntos. Se precisará una nota mínima en el examen (E), de 4 puntos sobre 10 para superar la asignatura.

Opción 2:

Aquellos alumnos que decidan no utilizar el método de evaluación descrito como Opción 1, o se presenten en la convocatoria extraordinaria de evaluación pueden optar por presentarse exclusivamente al examen de convocatoria (E). En este caso la calificación de la asignatura se calculará como un 100% de la nota final.

El mencionado examen (E) será de similares características a las del examen final de la Opción 1. Si el estudiante elige esta opción la nota mínima para superar la asignatura será 5.0.

Las opciones de evaluación 1 y 2 son excluyentes. Las calificaciones alcanzadas serán válidas exclusivamente durante el curso académico en el que se obtengan.

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

### 4.1. Presentación metodológica general

La metodología docente para esta asignatura se basa en diversos recursos docentes:

- Impartición de contenidos teóricos mediante clase magistral y planteamiento de ejercicios para que el alumno trabaje de forma autónoma, analizando en clase los más importantes y representativos. Se puede plantear en algunos casos debate y discusión en grupo.
- Casos de estudio y realización de trabajos a partir de artículos científicos, o informes de instituciones o empresas. Análisis y búsqueda de conclusiones. El estudiante trabajará de forma individual o en grupo y comentados en grupo. Algunos de ellos se presentarán por escrito para su evaluación e incorporación a la calificación final según se recoge en el apartado correspondiente.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

A01 Clase magistral (exposición de contenidos por parte del profesorado o de expertos externos a todos los alumnos de la asignatura) (15h).

A02 Resolución de problemas y casos (realización de ejercicios prácticos con todos los alumnos de la asignatura) (12h).

A05 Trabajos de aplicación o investigación prácticos (12h)

A07 Estudio autónomo por parte del estudiante (30 h).

A08 Pruebas de evaluación (3h).

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

A principio de la asignatura 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 de esta asignatura se detallan a continuación:

1. Intercambiabilidad de las fuentes de energía. Hibridación energética. Ventajas del almacenamiento energético. Usos potenciales. Tipos de almacenamiento.
2. Almacenamiento hidroeléctrico reversible. Principios de funcionamiento.
3. Almacenamiento químico. Power-to-X. Hidrógeno. Amoníaco. Metanol. Gas natural sintético.
4. Almacenamiento electroquímico. Principios físico-químicos. Reacciones. Tipos de baterías. Estructura. Características. Parámetros de funcionamiento. Aplicaciones. Comparación de tecnologías. Futuros desarrollos. Integración en sistemas energéticos.
5. Otros sistemas: supercondensadores, volantes de inercia, almacenamiento electromagnético.

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

Se trata de una asignatura obligatoria de 3 créditos ECTS, lo que equivale a 75 horas de trabajo del estudiante. Las actividades de aprendizaje se han descrito en el apartado 4.2.

Al comienzo de la asignatura, los profesores informarán de la planificación de las actividades docentes, las fechas clave de entrega de ejercicios y de la prueba final de evaluación de la asignatura.

El calendario detallado de comienzo de las actividades, así como el lugar de impartición de cada una de ellas es responsabilidad de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), y puede ser consultado en tiempo y forma en la dirección web (<http://eina.unizar.es>). Cada profesor informará sobre su disponibilidad para la atención de tutorías y sobre las modificaciones, puntuales o prolongadas que puedan producirse en éstas a lo largo del curso.