



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53002065 - Tecnologías Del Hidrógeno Y Pilas De Combustible**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Master Universitario En Ingeniería De La Energía

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	9

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53002065 - Tecnologías del Hidrógeno y Pilas de Combustible
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BK - Master Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Angel Jimenez Alvaro	Despacho	a.jimenez@upm.es	Sin horario. A demanda
Alberto Abanades Velasco (Coordinador/a)	sala GIT	alberto.abanades@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos básicos de Química

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB7 - 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

CE17 - Comprender los procesos que integran el ciclo de vida de los procesos energéticos, desde la obtención del recurso primario, hasta su desmantelamiento, y su integración en la economía circular.

CE3 - Utilizar las herramientas necesarias para el diseño y análisis de sistemas de generación, transformación, almacenamiento y utilización de energías nucleares, mecánicas, eléctricas, térmicas e hidráulicas.

CE7 - Conocer y aplicar las alternativas para la operación segura de instalaciones energéticas, tanto renovables, como no renovables, y de transformación de vectores energéticos, como refinerías o biorrefinerías

CE9 - Disponer de criterios y herramientas para entender la composición y características de los diferentes tipos de combustibles convencionales y no convencionales.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG8 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales o investigadoras.

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos.

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/español).

CT8 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA20 - Conocimiento y habilidades de cálculo y diseño de pilas de combustible

RA21 - Conocimientos y habilidades de cálculo y diseño de tecnologías de producción, almacenamiento y distribución de hidrógeno.

RA22 - Conocimiento de tecnologías aplicadas en la economía del Hidrógeno.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se mostrarán los fundamentos tecnológicos de generación y uso del hidrógeno, repasando sus propiedades termofísicas y las aplicaciones más comunes desde pilas de combustible a motores de automoción. Se incluyen formas de almacenamiento y su aplicación como vector energético en esquemas Power-to-gas.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentos de la economía del hidrógeno, el hidrógeno como vector energético
2. Tecnologías de producción de hidrógeno: termoquímicos, reformado, electrolisis, etc
3. Almacenamiento de hidrógeno
4. Motores de hidrógeno
5. Transformaciones electroquímicas y termoquímicas
6. Bases y fundamentos de los diferentes tipos de pila de combustible. Ventajas e inconvenientes
7. Pilas de combustible para automoción

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Fundamentos de la economía del hidrógeno</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Características físico químicas . Seguridad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	<b>Producción de hidrógeno</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	<b>Almacenamiento de hidrógeno</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	<b>Motores de hidrógeno</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6				<b>Primer Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
7	<b>Fundamentos termodinámicos: propiedades en sistemas multicomponentes</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

8	<b>Fundamentos termodinámicos: cálculos en sistemas reactivos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9	<b>Conferencia: La economía del hidrógeno. Situación actual y retos futuros</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas	
10	<b>Fundamentos termodinámicos: sistemas electroquímicos y cinética química</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11	<b>Cálculos en pilas de combustible</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
12	<b>Tipos de pilas. Comparación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
13	<b>Pilas de combustible aplicadas al transporte</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En caso de limitaciones por COVID o por cualquier otro motivo, se puede realizar el seguimiento de la clase con herramientas como TEAMS o Blackboard Collaborate Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14				<b>Segundo Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso



derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Primer Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CT12 CT8 CE3 CE9 CG1 CG8 CE17
14	Segundo Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CE7 CB7 CT10 CE9 CG8

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CT12 CE7 CB7 CT8 CT10 CE3 CE9 CG1 CG8 CE17

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Para la evaluación continua se exige la asistencia.

En evaluación continua: Los dos exámenes escritos serán liberatorios para el examen final. Deben aprobarse ambos (al menos 5 puntos). Si no, se realizará la parte correspondiente en el examen final.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de la asignatura	Bibliografía	Disponibles en Moodle
Visita instalación	Otros	Si es posible, se organizará una visita a una instalación relacionada con la economía del hidrógeno.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura está relacionada con el ODS 7: Energía asequible y no contaminante , ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.