



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001040 - Fusion nuclear**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AX - Master Universitario en Ingeniería de la Energía

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017/18 - 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.....	7
8. Recursos didácticos.....	8
9. Otra información.....	9

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001040 - Fusion nuclear
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<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>	05AX - Master Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Jose Manuel Perlado Martin		josemanuel.perlado@upm.es	Sin horario.
Antonio Juan Rivera De Mena (Coordinador/a)		antonio.rivera@upm.es	- -
Manuel Cotelo Ferreiro		manuel.cotelo@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

- Óptica, Electromagnetismo, Fluidos, Mecánica Cuántica a nivel básico

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE 11 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en las metodologías de simulación y de diseño de los reactores de fisión y fusión nuclear.

CE 20 - Capacitar para el análisis del daño de materiales por irradiación, y conocer los métodos para su simulación en los materiales empleados en los reactores nucleares.

CE 25 - Conocer y entender los principios de las Tecnologías de Generación de Energía por Fusión Nuclear magnética e inercial, y de la Física de los Plasmas.

CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG 7 - Poseer habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando, de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, para su adecuado desarrollo profesional o como investigador

## 4.2. Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA31 - Analizar el estado de instalaciones actuales y futuras. Sistemas y Materiales.

RA29 - Conocer los Principios de la Física de los Plasmas de alta y baja densidad con ó sin campos electromagnéticos.

RA30 - Entender de los Principios de la Tecnología de Generación de Energía por Fusión Nuclear por Confinamiento Magnético e Inercial.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Tras el modulo de Fusión Nuclear impartido en Tecnología Nuclear, esta asignatura, profundiza en los fundamentos de la Fusión Nuclear como fuente de energía así como en el análisis crítico de las tecnologías en desarrollo para su futura implantación comercial. Se tratan con cierta profusión de detalles aspectos relacionados con las reacciones de fusión nuclear, criterio de ignición, Física de Plasmas aplicada a Confinamiento Inercial y a Confinamiento Magnético y Tecnologías de Planta de Potencia. Además, se introducen aspectos de interacción de radiación-materia para describir de forma detallada el efecto de la irradiación en los materiales involucrados y las distintas estrategias diseño resultantes.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. FUNDAMENTOS DE FUSION NUCLEAR

- 1.1. Reacciones de fusión nuclear.
- 1.2. Cinética de reacción.
- 1.3. Criterio de ignición.

#### 2. FISICA DE PLASMAS

- 2.1. Parámetros de plasma.
- 2.2. Partículas individuales en campo magnético.
- 2.3. Colisiones en plasmas.
- 2.4. Ondas en plasmas.
- 2.5. El plasma como fluido conductor.

### 3. PLASMAS DE FUSIÓN

#### 3.1. Confinamiento inercial

##### 3.1.1. Tipos de blancos

##### 3.1.2. Interacción láser-blanco

##### 3.1.3. Compresión hidrodinámica

##### 3.1.4. Esquemas de ignición

##### 3.1.5. Ganancia de energía

#### 3.2. Confinamiento magnético

##### 3.2.1. Tokamak y stellarator

##### 3.2.2. Calentamiento del plasma

##### 3.2.3. Ignición y ganancia

##### 3.2.4. Efectos de borde

##### 3.2.5. Inestabilidades

### 4. TECNOLOGIAS DE PLANTA DE POTENCIA

#### 4.1. Interacción Radiación-Materia

#### 4.2. Confinamiento inercial

##### 4.2.1. Sistemas de planta

##### 4.2.2. Tipos de cámara

##### 4.2.3. De NIF y LMJ a plantas de potencia

#### 4.3. Confinamiento magnético

##### 4.3.1. Tecnologías de calentamiento

##### 4.3.2. Primera pared, divertor y manto reproductor

##### 4.3.3. De JET e ITER a plantas de potencia

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>TEMA 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>TEMA 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>TEMA 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>TEMA 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>TEMA 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>TEMA 1 y 2: Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	<b>TEMA 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega de trabajos</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00
8	<b>TEMA 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>TEMA 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>TEMA 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>TEMA 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>TEMA 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Visita a instalación de Fusión por Confinamiento Magnético T-J-II en el CIEMAT.</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
13	<b>TEMA 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

14	<b>TEMA 3 y 4: Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Entrega de trabajos</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Examen Evaluación Continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 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
7	Entrega de trabajos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	4 / 10	CG 7 CE 25
14	Entrega de trabajos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	4 / 10	CE 11 CG 7 CE 20
17	Examen Evaluación Continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	4 / 10	CG 1 CE 11 CE 20 CE 25

#### 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	No Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG 1 CE 11 CG 7 CE 20 CE 25

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación se basa en la combinación de trabajos y examen. Se darán hasta dos puntos por los trabajos individuales. El examen se puntuará de 0 a 10 y la nota de los trabajos se sumará a la del examen sin que la nota global supere el 10.

Se primará la asimilación de conceptos, la visión crítica respecto a las tecnologías en desarrollo y la capacidad de proponer soluciones a problemas tecnológicos.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bibliografía	Bibliografía	Referencias bibliográficas relevantes comentadas.
Recursos web	Recursos web	Aplicaciones abiertas, simuladores y páginas de referencia, comentadas para profundizar en la asignatura.
Visita a instalación	Otros	Visita a instalación de Fusión Nuclear (CIEMAT) en activo con guía experto en el uso de la instalación.
Apuntes	Otros	Apuntes de asignatura con el contenido completo de la asignatura y aspectos adicionales para autoestudio.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura