



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

**53001037 - Ampliacion de Tecnologia Nuclear**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AX - Master Universitario En Ingenieria De La Energia

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001037 - Ampliacion de Tecnologia Nuclear
<b>No de créditos</b>	4.5 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 Ingenieria De La Energia
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Nuria Garcia Herranz (Coordinador/a)	Nuclear Planta1	nuria.garcia.herranz@upm.es	Sin horario. Solicitar por correo electrónico
Alfredo Lorente Fillol	Laboratorio	alfredo.lorente@upm.es	Sin horario. Solicitar por correo electrónico

Oscar Luis Cabellos De Francisco	Nuclear Planta2	oscar.cabellos@upm.es	Sin horario. Solicitar por correo electrónico
-------------------------------------	--------------------	-----------------------	---

\* 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

- Tecnología nuclear: fundamentos de las desintegraciones, reacciones nucleares, ciclo neutrónico en reactores de fisión
- Centrales nucleares: reactores de fisión nuclear

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE 10. - Aplicar los conocimientos adquiridos en la ciencia y tecnología nuclear para la práctica profesional en las empresas del sector nuclear, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para poner en marcha y operar una instalación nuclear.

CE 15 - Analizar y simular los principios de la Física Nuclear y de la estructura de los núcleos, en relación con la Ingeniería nuclear

CE 16 - Capacitar en el cálculo del diseño de los reactores nucleares, mediante herramientas computacionales de simulación neutrónica y termohidráulica. Resolver problemas, interpretar los resultados, y conocer las limitaciones y capacidades de la simulación.

CE 22 - Conocer los criterios básicos de seguridad y protección radiológica, y las tecnologías del blindaje contra las radiaciones.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA36 - Aplicabilidad de los códigos de cálculo para física de reactores de fisión

RA163 - Conocimiento avanzado del diseño de los núcleos de reactores de fisión

RA34 - Conocimiento del esquema de cálculo empleado para diseño y análisis de reactores de fisión

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es que los alumnos adquieran un conocimiento avanzado en Física de Reactores Nucleares de Fisión, es decir, en la física de los sistemas donde se producen reacciones de fisión en cadena mantenidas y controladas. El comportamiento de tales sistemas está gobernado por la distribución de neutrones en su seno, por lo que la asignatura se centra en el estudio de la Neutrónica, disciplina que analiza la difusión de los neutrones a través de la materia, sus interacciones con los núcleos y los cambios en la materia debidos a dichas interacciones.

Además de para el estudio de reactores, la Neutrónica es fundamental en otras áreas como: evaluación de riesgo de criticidad en instalaciones donde se manipula material fisible, estudios de blankets para futuros reactores de fusión, estudios de protección radiológica, activación de estructuras por irradiación neutrónica, transmutación de residuos radiactivos o uso de neutrones en análisis de activación e imagen para aplicaciones industriales y médicas. Por tanto, es fundamental que un ingeniero nuclear tenga una sólida formación en Neutrónica.

En relación a la Física de Reactores, su estudio se aborda en tres fases:

- 1) Caracterizando cómo interaccionan los neutrones con la materia. Para ello se estudian con detalle los datos nucleares (producción y almacenamiento en librerías evaluadas, que se visualizan con el programa JANIS de la OCDE/NEA Data Bank).
- 2) Analizando cómo se mueven y distribuyen los neutrones en la materia. Para ello se estudia la teoría del transporte neutrónico y su aproximación de difusión.
- 3) Analizando cómo la distribución de neutrones determina el funcionamiento de los reactores en condiciones estacionarias y transitorias. Para ello se aborda el análisis de reactores con el simulador de núcleo desarrollado en

la UPM COBAYA.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Datos nucleares

- 1.1. Bases de datos nucleares. Visualización con JANIS
- 1.2. Secciones eficaces con neutrones. Visualización y manipulación con JANIS

### 2. Transporte Neutrónico

- 2.1. Ecuación del transporte neutrónico
- 2.2. Métodos de resolución de la ecuación de transporte
- 2.3. Aproximación de difusión

### 3. Análisis 3D de reactores

- 3.1. Cálculos neutrónicos 3D: aproximación estándar
- 3.2. Cálculos 3D con simulador de núcleo COBAYA

## 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>Impartición Tema 1.1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Ejercicios computacionales del Tema 1.1</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
3	<b>Impartición Tema 1.2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Ejercicios computacionales Tema 1.2</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Impartición Tema 2.1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega 1 de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
6	<b>Ejercicios Tema 2.1</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
7	<b>Impartición Tema 2.2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Ejercicios computacionales Tema 2.2</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
9	<b>Impartición Tema 2.3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Ejercicios computacionales Tema 2.3</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Práctica de laboratorio: medida del flujo neutrónico</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Evaluación de la práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00
11	<b>Ejercicios computacionales Tema 2.3</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Entrega 2 de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
12	<b>Impartición Tema 3.1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

13	<b>Impartición Tema 3.2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Ejercicios computacionales Tema 3.2</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Entrega 3 de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
15				
16				
17				<b>Examen de 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
5	Entrega 1 de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CE 15 CE 10.
10	Evaluación de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CE 22
11	Entrega 2 de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CE 15 CE 10.
14	Entrega 3 de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CE 15 CE 10.
17	Examen de evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CE 16

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Evaluación de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CE 22
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	90%	5 / 10	CE 15 CE 16 CE 10.

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Dos opciones de evaluación a elegir por el alumno: 1) Evaluación continua y 2) Evaluación final

1) Evaluación continua (la entrega de TODOS los ejercicios es OBLIGATORIA)

- 60% de la nota por evaluación de un examen a celebrar el día del examen final
- 30% de la nota por entrega de ejercicios de trabajo personal correspondientes a los tres módulos del temario
- 10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio (OBLIGATORIAS)

2) Evaluación final

- 90% de la nota por evaluación de un examen final
- 10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio (OBLIGATORIAS)

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes elaborados por el equipo docente	Bibliografía	Apuntes de la asignatura
Neutronics, A Nuclear Energy Division Monograph. CEA, 2015	Bibliografía	Muy recomendable. Se puede descargar en <a href="http://www.materials.cea.fr/en/PDF/MonographiesDEN/Neutronics_CEA-en.pdf">http://www.materials.cea.fr/en/PDF/MonographiesDEN/Neutronics_CEA-en.pdf</a>
Reuss P., Neutron Physics, EDP Sciences, 2008	Bibliografía	Otra bibliografía para profundizar
Stacey W.M., Nuclear Reactor Physics, Ed. John Wiley & Sons, 2001	Bibliografía	Otra bibliografía para profundizar

Código MARIA	Otros	Código de simulación computacional con el que se resolverán parte de los ejercicios propuestos
Código JANIS	Otros	Código de simulación computacional con el que se resolverán parte de los ejercicios propuestos
Código COBAYA	Otros	Código de simulación computacional con el que se resolverán parte de los ejercicios propuestos