



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

**53001600 - Seguridad nuclear: análisis de accidentes nucleares**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BF - Master universitario en ciencia y tecnología nuclear

### 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.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	9

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001600 - Seguridad nuclear: análisis de accidentes nucleares
<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>	05BF - Master universitario en ciencia y tecnología nuclear
<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> *
Eduardo Florentino Gallego Díaz (Coordinador/a)	Ing. Nuclear	eduardo.gallego@upm.es	J - 15:00 - 15:30 Previa cita
Gonzalo Jimenez Varas	Ing. Nuclear	gonzalo.jimenez@upm.es	J - 15:00 - 15:30 Previa cita

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

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
César Queral Salazar	cesar.querel@upm.es	ETSI Minas y Energía

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Tecnología Nuclear
- Centrales Nucleares
- Seguridad Nuclear: Introducción
- Neutrónica

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

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

CE02 - Es capaz de realizar análisis matemático avanzado y simulación numérica de los diferentes procesos y sistemas de la física y de la ingeniería de los reactores de energía nuclear de fisión y/o fusión

CE04 - Es capaz de diseñar nuevos sistemas para centrales nucleares de fisión, con todos sus componentes principales, atendiendo en particular a su influencia sobre la seguridad

CE05 - Entiende a fondo el sistema de regulación de la seguridad, está comprometido con la seguridad y es consciente de la importancia de la cultura de seguridad para las aplicaciones de la energía nuclear, así como las implicaciones ético-sociales del manejo de residuos radiactivos y materiales del ciclo nuclear

CE07 - Es capaz de trabajar profesionalmente en las empresas del sector nuclear, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para participar en la puesta en marcha y apoyo a operación

de las instalaciones nucleares

CG02 - Realizar investigación, desarrollo e innovación en procesos y métodos aplicables a los sistemas de fisión o fusión nuclear

CG05 - Saber comunicar las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CG06 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo

CT06 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional

CT08 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global

CT09 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

## **4.2. Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura**

RA63 - Conocer las metodologías para el análisis de accidentes y el análisis probabilista de la seguridad.

RA64 - Programas de Investigación y Desarrollo a escala nacional e internacional.

RA62 - Revisión de la evolución de los criterios de seguridad para centrales nucleares actuales y futuras

RA61 - Conocer los accidentes históricos en centrales nucleares y su importancia para la mejora de la seguridad

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura "Seguridad Nuclear" tiene como objetivos principales:

- Presentar una revisión de la evolución de los criterios de seguridad para centrales nucleares actuales y futuras.
- Conocer las metodologías para el análisis de accidentes y el análisis probabilista de la seguridad.
- Estudiar la fenomenología de los accidentes severos en reactores nucleares de agua ligera.
- Profundizar en los temas abiertos que son objeto de investigación.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Objetivos y principios fundamentales de la Seguridad Nuclear. Cultura de Seguridad Nuclear
2. Métodos de evaluación de la seguridad de las centrales nucleares
3. El Análisis Probabilista de Seguridad. Sucesos iniciadores. Realización de un APS nivel I.
4. APS nivel II: Los accidentes severos en las centrales con reactor de agua ligera.
  - 4.1. Los fenómenos "en vasija" asociados a los accidentes severos.
  - 4.2. Los fenómenos "fuera de vasija" asociados a los accidentes severos.
  - 4.3. Los fenómenos asociados al término fuente. El fallo de la contención.
  - 4.4. La investigación sobre accidentes severos.
  - 4.5. Modelos integrales y análisis de secuencias.
5. La gestión de los accidentes severos
6. Los objetivos de diseño desde el punto de vista de la seguridad para centrales avanzadas (Generación III+) y futuras (Generación IV).
7. Los accidentes nucleares de TMI-2 y Chernóbil.
8. El accidente nuclear de Fukushima-Daiichi
9. Metodologías integrales de análisis de la seguridad

## 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>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8				
9	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11				
12				
13	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

14	<p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Seminario sobre investigación en accidentes severos en reactores de agua ligera</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
15	<p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Seminario sobre accidentes históricos</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
16				
17				<p><b>Presentación del Trabajo para evaluación</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 30:00</p> <p><b>Presentación del trabajo final</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 15:00</p>

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
17	Presentación del Trabajo para evaluación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	30:00	75%	5 / 10	CG02 CG06 CT06 CT08 CT09 CT10 CT11 CE02 CE04 CE05 CE07
17	Presentación del trabajo final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	15:00	25%	5 / 10	CG05 CT06 CT11 CE05

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Presentación del Trabajo para evaluación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	30:00	75%	5 / 10	CG02 CG06 CT06 CT08 CT09 CT10 CT11 CE02 CE04 CE05 CE07
17	Presentación del trabajo final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	15:00	25%	5 / 10	CG05 CT06 CT11 CE05

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura tiene una orientación clara de tipo investigador y de actualidad. Por ello, la evaluación de los alumnos se basa esencialmente en el desarrollo de un trabajo sobre alguno de los aspectos tratados en la asignatura. Algunas de las áreas para dichos trabajos son:

- Estudios APS.
- Programa experimentales internacionales.
- Diseños avanzados de centrales frente a accidentes.
- Trabajos de investigación publicados recientemente.
- Revisión y conclusiones de los accidentes nucleares más significativos.
- Estudio de módulos de los códigos MELCOR y ASTEC.
- Revisión y estudio de normativa o requisitos internacionales: OIEA, EPRI, etc

En su valoración se tiene en cuenta, entre otros, los criterios de profundidad del trabajo, originalidad, aportación personal y validez de las conclusiones. Se trata de que el alumno demuestre que ha adquirido las competencias previstas en la asignatura y adquirido la madurez y responsabilidad deseables.

También se tiene en cuenta, de forma no precisa, la participación que el alumno haya hecho en las clases, sus intervenciones sobre los temas tratados y el interés general demostrado por la temática de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Abramson	Bibliografía	Abramson, Paul B., Guidebook to Light Water Reactor Safety Analysis. Hemisphere Publishing Corporation (Springer-Verlag), Washington (1985).
Alonso	Bibliografía	Alonso A., y otros, Curso de doctorado sobre "Análisis de accidentes severos" (3 tomos). Apuntes publicados por la Cátedra de Tecnología Nuclear, ETSII-UPM. Madrid, (1993-95).
Bolado y Gallego	Bibliografía	Bolado R. y Gallego E. (Editores), El Juicio de Expertos y su aplicación a cuestiones de seguridad. Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial. Madrid, (ISBN 84-95108-06-2), (2000)
Sehgal	Bibliografía	Sehgal, B. R., Nuclear safety in light water reactors. Academic Press (2012)
Biblioteca especializada	Bibliografía	Informes especializados de proyectos de investigación internacionales y nacionales, así como de estudios y evaluaciones de los organismos reguladores y centros de investigación.
Código MELCOR	Equipamiento	Código para análisis de accidentes severos, desarrollado por los Sandia National Laboratories para la Nuclear Regulatory Commission de los EE.UU.
Código TRACE	Equipamiento	Código de análisis termohidráulico desarrollado por la Nuclear Regulatory Commission de los EE.UU.

Simulador de Central Nuclear	Equipamiento	Simulador de la Central Nuclear José Cabrera del tipo agua a presión.
------------------------------	--------------	---