



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y
Energia

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

65004064 - Seguridad Nuclear

PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado En Ingenieria De La Energia

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	65004064 - Seguridad Nuclear
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Eduardo Florentino Gallego Díaz	Ing. Nuclear	eduardo.gallego@upm.es	M - 15:00 - 15:30 Previa cita.
Gonzalo Jimenez Varas (Coordinador/a)	Ing. Nuclear	gonzalo.jimenez@upm.es	M - 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.

2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Larriba Del Apio, Samantha	samantha.larriba@upm.es	Jimenez Varas, Gonzalo

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
César Queral Salazar	cesar.querel@upm.es	ETSIME

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Transferencia De Calor Y Materia
- Tecnologia Nuclear
- Ecuaciones Diferenciales
- Centrales Nucleares
- Ingenieria De Fluidos
- Mecanica De Fluidos E Hidraulica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Es recomendable no empezar la asignatura con materias pendientes de cursos previos.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE42 - Conocer y comprender la física y tecnología de la desintegración radiactiva, la fisión y la fusión nuclear.

CE43 - Aplicar los principios de la ingeniería nuclear y de la protección radiológica.

CE53 - Aplicar los principios de la tecnología ambiental a la evaluación de impactos, al tratamiento de residuos y a la sostenibilidad.

CE58 - Aplicar los fundamentos de la prevención de riesgos laborales en los proyectos e instalaciones energéticas.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA350 - Iniciación al manejo de algunos programas de ordenador útiles en el análisis de seguridad nuclear

RA239 - Introducir los criterios de seguridad y los aspectos tecnológicos necesarios para el emplazamiento, diseño, construcción y operación de centrales nucleares en condiciones seguras, así como las bases teóricas del análisis de accidentes y del análisis de seguridad.

RA240 - Preparación básica para desempeñar un trabajo en ingeniería o en organismo regulador sobre seguridad de las centrales nucleares

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La seguridad nuclear abarca el conjunto de ciencias y tecnologías para diseñar componentes, sistemas y estructuras nucleares; así como establecer objetivos, principios, criterios y procedimientos para conseguir mantener bajo control, de forma permanente, los productos radiactivos que se acumulan en el combustible nuclear, mientras estén en el núcleo del reactor y fuera de éste.

En esta asignatura, de carácter introductorio, se tratan de introducir los conceptos básicos necesarios en seguridad nuclear, centrados en la dinámica de la acumulación y liberación de radiactividad en las centrales nucleares, los criterios de seguridad nuclear para centrales nucleares y el análisis de accidentes.

5.2. Temario de la asignatura

1. MÓDULO I INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS

- 1.1. Los principios fundamentales de la seguridad nuclear y su aplicación.
- 1.2. El concepto de riesgo y la cuantificación de la seguridad

2. MÓDULO II ACUMULACIÓN Y LIBERACIÓN DE RADIATIVIDAD EN LAS CC.NN.

- 2.1. La acumulación de productos radiactivos en el reactor nuclear
- 2.2. El balance de radiactividad en el refrigerante de una central nuclear
- 2.3. La descarga de radiactividad al medio ambiente

3. MÓDULO III: ANÁLISIS DE TRANSITORIOS Y ACCIDENTES EN CC.NN.

- 3.1. Introducción a los accidentes en centrales nucleares. Clasificación. Metodologías de análisis determinista

y probabilista. Ejemplo de transitorio: disparo de turbina

3.2. Accidentes en reactores tipo PWR:

3.2.1. Large Break Loss of Coolant Accident (LBLOCA)

3.2.2. Small Break Loss of Coolant Accident (SBLOCA)

3.2.3. Steam Generator Tube Rupture (SGTR)

3.2.4. Total Loss of Feedwater (TLOFW)

3.2.5. Transitorios de reactividad

3.2.6. Station Blackout (SBO)

3.3. Introducción a los accidentes severos en reactores de agua ligera

3.4. Accidentes históricos en centrales nucleares: TMI-2; Chernóbil; Fukushima

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
4	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
6	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
8	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Problemas para trabajo personal TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
9	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

10	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
11	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Práctica en simulador virtual Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
12	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica en simulador de Central Nuclear Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Examen y memoria de práctica de laboratorio TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
13	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
15				Examen evaluación continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
16				
17				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:30

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
8	Problemas para trabajo personal	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG2 CE42 CE43 CE53
12	Examen y memoria de práctica de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CE42 CE43
15	Examen evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CE42 CE43 CE53 CE58 CG7

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Examen y memoria de práctica de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CE42 CE43
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	90%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CE42 CE43 CE53 CE58

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación continua: Tipos de pruebas y peso en la nota final (recomendable superior al 35%):

- 80 % Controles escritos (prueba parcial).
- 10 % Ejercicios periódicos (tutoría grupal).
- 0 % Autoevaluación (AulaWeb, Mecfunnet).
- 0 % Exposiciones orales en sesión pública.
- 10 % Prácticas.
- 0 % Otros (especifíquese):

Examen final: Nota mínima exigible en el examen final: 5. Para aprobar la asignatura será necesario obtener más de un 4.0 en ambas partes de la misma (Módulos I+II y Módulo III).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes del Profesor	Bibliografía	Editados por el profesor
Moodle o Aula web de la asignatura	Recursos web	Contenidos variados: presentaciones, problemas resueltos, enlaces a webs de interés, etc.
Simulador de central nuclear PWR	Equipamiento	Programa de simulación
Bibliografía complementaria	Bibliografía	Textos para ampliación de temas, a disposición de los alumnos en el Departamento

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

En caso de tener que recurrir a la telenseñanza por medidas de confinamiento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Las clases se realizarán por vía telemática, haciendo uso de las herramientas disponibles en la UPM (Windows Teams, Blackboard Collaborate, etc.) o bien se grabarán, se editarán y se subirán a Moodle.
- La comunicación con el profesorado se realizará por correo electrónico y Windows Teams.
- La práctica del simulador del Dpto. pasará a realizarse con un simulador virtual.

Material bibliográfico e informático a disposición de los alumnos:

- Lee J.C., McCormick N. J., Risk and Safety Analysis of Nuclear Systems. Wiley (2011).
- Petrangeli G., Nuclear Safety. Butterworth-Heinemann (2006).
- Abramson P.B. (Editor), "Guidebook to Light Water Reactor Safety Analysis". Hemisphere Publishing Co., Washington (1985).
- Alonso A., "Introducción a la Seguridad Nuclear"; Vol. I: Fundamentos; Vol. II: La seguridad en la ubicación, proyecto, construcción y explotación de las centrales nucleares; Editorial Instituto de Estudios Nucleares, Junta de Energía Nuclear, Madrid (1975).
- Alonso A., y col., "Curso monográfico sobre análisis de accidentes". Editorial Instituto de Estudios de la Energía. CIEMAT, Madrid (1988).
- Eurocourse on Analysis of Severe Accidents in Light Water Reactors. F212-ETSII-UPM. 1997.
- Goded, F., Serradell, V., Martínez-Val, J.M y Oltrá, F., Teoría de Reactores y elementos de Ingeniería Nuclear, J.E.N., Madrid (1975, tomo I) (1981, tomo II).
- Lewis E.E., "Nuclear Power Reactor Safety". John Wiley & Sons, N.York (1977).
- Thompson T.J., Beckerley J.G. (Editors), "The Technology of Nuclear Reactor Safety"; Vol 1: Reactor Physics and Control; Vol. 2: Reactor Materials and Engineering. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts (1964 y 1973).
- Sehgal B.R., Nuclear Safety in Light Water Reactors: Severe Accident Phenomenology. Academic Press. (2012).

