



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

53002043 - Gestión De Residuos Radiactivos

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.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53002043 - Gestión de Residuos Radiactivos
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BK - Master Universitario en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Eduardo Florentino Gallego Díaz (Coordinador/a)	Ing. Nuclear	eduardo.gallego@upm.es	M - 17:00 - 17:30 Previa cita.
Gonzalo Felipe García Fernández	Ing. Nuclear	gf.garcia@upm.es	M - 17:00 - 17:30 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
Francisco Javier Elorza Tenreiro	franciscojavier.elorza@upm.es	ETS de Ingenieros de Minas de la UPM

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 - Ciclo del combustible nuclear
- Protección Radiológica

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CE14 - Ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios, en el tratamiento y almacenamiento de los residuos radiactivos generados en instalaciones nucleares y radiactivas, incluyendo reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

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.

CE6 - Disponer de habilidades, criterios y conocimientos para analizar de forma objetiva el impacto ambiental de cualquier fuente de energía.

CG5 - 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.

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos.

CT13 - Planifica. Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

CT4 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

CT6 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.

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

RA83 - - Conocer la física de la separación y opciones de transmutación de residuos radiactivos y de las Tecnologías que se están desarrollando.

RA87 - - Abordar las cuestiones éticas, sociales, legales e institucionales relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.

RA85 - - Conocer y razonar los criterios básicos de seguridad y protección radiológica.

RA86 - - Conocer las tecnologías para la gestión de residuos de baja, media y alta actividad específica, así como para el desmantelamiento de instalaciones.

RA82 - - Saber evaluar las magnitudes y naturaleza (clasificación) de los residuos radiactivos generados en las Plantas Nucleares

RA88 - - Conocimiento de los tipos y los procesos físicos asociados a las desintegraciones nucleares y a las reacciones nucleares inducidas

RA84 - - Conocer con detalle la problemática de los residuos radiactivos y nucleares en general.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La toxicidad de los residuos radiactivos obliga a que su gestión se realice en condiciones seguras, de tal modo que el riesgo para las personas y el medio ambiente resulte aceptable. La asignatura "Gestión de Residuos Radiactivos" tiene como objetivo principal permitir al alumno:

- Conocer con detalle la problemática de los residuos radiactivos y nucleares en general.
- Conocer y razonar los criterios básicos de seguridad y protección radiológica.
- Conocer las tecnologías para la gestión de residuos de baja, media y alta actividad específica, así como para el desmantelamiento de instalaciones.
- Abordar las cuestiones éticas, sociales, legales e institucionales relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.

5.2. Temario de la asignatura

1. ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

- 1.1. Generación, tipos y clasificación de los residuos radiactivos
- 1.2. Los residuos de la primera parte del ciclo del combustible y su estabilización
- 1.3. Los residuos en las centrales nucleares
- 1.4. Los residuos en las instalaciones radiactivas
- 1.5. El Plan General de residuos radiactivos de España

2. CRITERIOS BÁSICOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

- 2.1. Los principios fundamentales de seguridad del OIEA. Aplicación a la gestión de residuos radiactivos
- 2.2. Detección y dosimetría de la radiación
- 2.3. Efectos sobre la salud derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes

- 2.4. Criterios y objetivos de la protección radiológica
- 2.5. Criterios para la gestión de materiales con muy bajo contenido radiactivo
- 2.6. Normativa aplicable a la gestión de residuos radiactivos en España
- 2.7. Modelización de la biosfera en el análisis de seguridad
- 3. GESTIÓN DE RESIDUOS DE MEDIA, BAJA Y MUY BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA
 - 3.1. Inventario y caracterización de residuos
 - 3.2. Entrega y transporte de residuos radiactivos
 - 3.3. Criterios básicos de gestión y almacenamiento definitivo en instalaciones superficiales
 - 3.4. Evaluación de la seguridad de las instalaciones superficiales de almacenamiento definitivo
 - 3.5. Almacén centralizado de RBMA de "El Cabril".
 - 3.6. Instalaciones para almacenamiento de residuos de muy baja actividad
- 4. GESTIÓN DE RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD ESPECÍFICA
 - 4.1. Almacenamiento temporal del combustible irradiado: Soluciones técnicas y criterios de seguridad
 - 4.2. Almacenamiento temporal del combustible irradiado: Aplicaciones y situación en España
 - 4.3. El Almacén Temporal Centralizado (ATC) del combustible irradiado y residuos radiactivos de alta actividad
 - 4.4. La reelaboración del combustible gastado y la separación de los productos de vida larga
 - 4.5. Transmutación de residuos radiactivos de vida larga
 - 4.6. Almacenamiento definitivo de residuos de actividad elevada: Soluciones técnicas, criterios de seguridad y diseño conceptual
 - 4.7. Almacenamientos geológicos profundos: El campo próximo y la geosfera
 - 4.8. Almacenamientos geológicos profundos: Evaluación del comportamiento
 - 4.9. Caracterización de emplazamientos
 - 4.10. Análogos naturales del AGP: El fenómeno de Oklo y otras analogías naturales
 - 4.11. La I + D en la gestión de los residuos radiactivos
- 5. DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES
 - 5.1. Desmantelamiento de las instalaciones nucleares
 - 5.2. Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del CIEMAT (PIMIC). Proyecto de desmantelamiento
 - 5.3. Proyecto de desmantelamiento y clausura de la C.N. José Cabrera

6. ASPECTOS GENERALES E INSTITUCIONALES

6.1. Calidad en la gestión de residuos radiactivos

6.2. Panorama internacional

6.3. Información al público y comunicación

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7				
8	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9				
10				
11	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Visita Técnica Almacén de residuos radiactivos de "El Cabril" Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	
12	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Visita Técnica desmantelamiento de la Central Nuclear "José Cabrera" Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	

16	Presentación en clase Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
17				Preparación y entrega de trabajos de evaluación TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 32:00

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
17	Preparación y entrega de trabajos de evaluación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	32:00	100%	5 / 10	CT10 CT13 CE14 CE17 CG5 CB8 CT4 CT6 CE6 CT8

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Preparación y entrega de trabajos de evaluación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	32:00	100%	5 / 10	CT10 CT13 CE14 CE17 CG5 CB8 CT4 CT6 CE6 CT8

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

La asignatura tiene una orientación clara hacia la tecnología y las cuestiones de actualidad en cuanto al campo de la gestión de residuos radiactivos. En ella se pone énfasis en las soluciones técnicas empleadas en España.

La evaluación de los alumnos se basa esencialmente en el desarrollo de un trabajo sobre alguna de las cuestiones abordadas en el temario de la asignatura. 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.

La asistencia a clase se controla mediante firma y 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
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.
Biblioteca de ENRESA	Bibliografía	La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) ofrece acceso a su biblioteca a los alumnos de la asignatura.

Libro del curso	Bibliografía	Libro digital con los textos escritos de cada lección. Editado por CIEMAT.
Aula Virtual	Recursos web	Aula Virtual en Moodle con los contenidos y presentaciones de la asignatura.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura está planteada como curso de postgrado y de Máster, con la participación como conferenciantes de expertos de la UPM, ENRESA, el CIEMAT, el Consejo de Seguridad Nuclear e Iberdrola. Para su impartición en el formato presente, cuenta con el patrocinio de ENRESA y la colaboración del CIEMAT en su organización. en 2022 se imparte por trigésimo primera ocasión. El Coordinador de la asignatura actúa como Director del Curso de postgrado.

La asignatura se relaciona con el ODS 7- Energía asequible y no contaminante.

En el Curso 2021 - 2022 , debido a las limitaciones impuestas por las medidas contra la COVID-19, de no poderlo hacer en el aula, las clases serán impartidas telemáticamente.