

Universitat Politècnica de Catalunya – Universitat de Barcelona

Máster oficial de Ingeniería de la Energía

Ficha de descripción de asignatura

Asignatura	Código:		33546
SEGURIDAD NUCLEAR Y GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS	Versión:		
Tipo:	Optativa	Créditos totales ECTS:	5
	Castellano	Horas/semana totales:	9
Horas/crédito:	25	Créditos presenciales Teoría:	2
Cuatrimestre:	3	Horas/semana presenciales Teoría:	2
Nivel:		Créditos presenciales Problemas:	1
		Horas/semana presenciales Problemas:	1
		Créditos presenciales Laboratorio:	1
		Horas/semana presenciales Laboratorio:	1
		Créditos no presenciales:	5
		Horas/semana no presenciales:	5
Coordinador:	CARLOS TAPIA FERNÁNDEZ (UPC)		
Profesores:	CARLOS TAPIA FERNÁNDEZ (UPC), GUILLEM CORTÈS ROSSELL (UPC)		
Horario i lugar de tutorías:	Horario: horas convenidas. Lugar: Sección de Ingeniería Nuclear. ETSEIB Pabellón C. Avda. Diagonal 647. 08028 Barcelona		
Prerrequisitos:			
Co-requisitos:			
Objetivos generales:	Presentar los principios de la seguridad nuclear a considerar en el proyecto, la construcción, la operación y el desmantelamiento de las instalaciones nucleares. Presentar las fuentes de generación de residuos radiactivos, su caracterización, tecnologías y métodos de tratamiento y eliminación, y las alternativas de gestión final. introducir los aspectos administrativos del control regulador de la seguridad de las instalaciones nucleares, transporte de materias radiactivas y gestión de residuos radiactivos en el ámbito mundial y de la Unión Europea.		
Objetivos específicos de cada tema:			
Objetivos transversales:			
Programa de Teoría:	<p>Tema 1. Aspectos básicos y organizativos de la seguridad nuclear.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los pilares de la energía nuclear: tecnología nuclear, seguridad nuclear y verificación. - Concepto de la seguridad nuclear (Riesgo nuclear y daño nuclear). - Control administrativo de la seguridad nuclear. <p>Tema 2. Principios de la seguridad nuclear</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criterios de seguridad básicos aplicados al diseño de las centrales nucleares. - El reactor nuclear, la central y el ciclo de combustible. - Inventario de actividad en los reactores. - Dinámica del reactor. (Http://www-sen.upc.es/Situacion/Sim_Con_CenNu.htm) - Seguridad intrínseca (sistemas pasivos) y seguridad extrínseca. - Riesgos, probabilidad de los accidentes y consecuencias radiológicas de los mismos. - Métodos de cálculo del riesgo. <p>Tema 3. Aplicación de la seguridad en centrales nucleares (emplazamiento).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelos de cálculo de las consecuencias radiológicas. - Términos fuente. Modelos de dispersión atmosférica y modelos de cálculo de dosis. <p>Tema 4. Aplicación de la seguridad en centrales nucleares (diseño y operación)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepto de central de referencia e implicaciones durante el proyecto y la operación. - Estructura, alcance, contenido y actualización del Estudio de Seguridad y de los Planes de Emergencia de las centrales actuales. <p>Tema 5. Aplicación de la seguridad en centrales nucleares (desmantelamiento y clausura)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Autorizaciones y acondicionamiento técnico sobre seguridad nuclear y protección radiológica de las centrales nucleares en fase de desmantelamiento y clausura. <p>Tema 6. La seguridad nuclear en los reactores avanzados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejoras relacionadas en la seguridad nuclear en los proyectos de los reactores evolutivos y avanzados. - Propuestas de seguridad nuclear para los reactores de la cuarta generación. <p>Tema 7. Ejemplos de sucesos y accidentes nucleares importantes. Lecciones aprendidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accidentes de reactividad: reactor BWR SL1 (1961) y central RMBK (LWGR) Chernobyl 4 (1986) 		

- Accidentes de pérdida de refrigerante: central PWR TMI-2 (1979) y su precursor el incidente de la central PWR Davis Besse (1978)

Tema 8. Residuos radiactivos, clasificación y origen

- Definición de residuo radiactivo y clasificación.
- Fuentes de producción de residuos radiactivos por sectores:

- Instalaciones nucleares
- Instalaciones radiactivas del ciclo combustible
- Instalaciones radiactivas médicas, industriales, comerciales y de investigación.
- Residuos operacionales y en el desmantelamiento de las instalaciones.

Tema 9. Residuos radiactivos de alta actividad. Caracterización y tratamiento

- Caracterización del combustible nuclear irradiado. Ejemplos.
- reprocesado del combustible nuclear. Etapas previas. Procesos. Producción de residuos. Vitrificación.
- Transmutación de residuos de alta actividad.

Tema 10. Instalaciones de almacenaje de los residuos de alta actividad.

- La gestión del combustible nuclear irradiado.
- Instalaciones de almacenaje temporal e instalaciones almacenaje definitivo.
- Instalaciones en operaciones en el mundo.
- Instalaciones proyectadas.

Tema 11. Instalaciones de almacenaje de los residuos de baja y media actividad.

- Producción y tecnologías de tratamiento de los residuos de baja y media actividad (RBMA) en las instalaciones nucleares durante operación.
- Instalaciones de almacenaje definitivo.

Tema 12. El desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares.

- Niveles, etapas o fases de los desmantelamientos.
- Caracterización radiológica de las instalaciones.
- Generación de residuos, tratamiento y gestión.
- Tecnologías de desmantelamiento y descontaminación.

Tema 13. El transporte de los materiales radiactivos.

- Tipos de transportes.
- El Reglamento el OIEA para el transporte seguro.
- Acuerdos internacionales.

Tema 14. La evaluación de la seguridad de los proyectos nucleares

- Legislación aplicable.
- Normas y códigos aplicables.
- Criterios de evaluación aplicables.
- Ejemplos de evaluación. (Standard Review Planes)

Prácticas de Laboratorio:

- Estados de funcionamiento de una central nuclear (Utilización del código SIREP)
- Caracterización de un conjunto combustible irradiado (Utilización del código SCALE 5.1)

EJERCICIOS

(A elegir por los alumnos para realizar el trabajo individual)

1. Accidentes severos. Ejemplo de cálculo de tasas de dosis en la proximidad de la contención.
2. Análisis probabilístico de la seguridad (APS) de un sistema de extracción de calor residual
3. Precursores de secuencias de accidentes severos en el reactor.
4. Aplicación de los criterios de seguridad al Sistema de refrigeración de la CN Ascó.
5. Aplicación de los criterios de seguridad al Sistema de refrigeración de la CN Vandellós.
6. Sistema de barreras múltiples y análisis de consecuencias de accidentes postulados: Accidente de manipulación de combustible irradiado.
7. Análisis de los programas de gestión de vida de los componentes mecánicos de las centrales de agua ligera: Cuva del reactor.
8. Estudio de las medidas de seguridad en el transporte de elementos combustibles nuevos y / o combustible irradiado. Análisis de la respuesta ante un accidente de un transporte por carretera (caso real).
9. Análisis de consecuencias de accidentes externos a la central. Aplicación de Criterios Generales de Diseño. Accidentes de transporte de mercancías peligrosas.
10. Estudio detallado de la Orden Ministerial por la que se autoriza el funcionamiento de una central nuclear española (1).
11. Ejercicios de Análisis Probabilístico de la Seguridad (APS). Modelos básicos de indisponibilidad para construir los árboles de

fallos.

12. Revisión de la seguridad nuclear de las centrales nucleares de la ex-URSS. Situación actual de las centrales.
13. Análisis de accidentes en las piscinas de almacenaje de combustible nuclear agotado con vistas al desmantelamiento de las centrales al final de vida
14. Control de las salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica
15. Análisis de accidentes de reactividad en las centrales nucleares
16. Objetivos cuantitativos de verificación de la seguridad nuclear en la fase de diseño de los nuevos reactores
17. Estructura del plan básico de emergencia nuclear en España.
20. Sistemas de vigilancia y control de las emisiones de radiactividad de las centrales nucleares españolas al medio ambiente.
21. Conceptos de almacenaje temporal de combustible nuclear irradiado y / o residuos de alta actividad.
22. Experiencia de desmantelamiento de nivel 2 de la central nuclear Vandellós I.
23. Almacenaje temporal del combustible irradiado en seco (contenedores de almacenaje). Experiencia en el mundo y en España.
24. Tratamiento y gestión de los residuos radiactivos generados en las instalaciones radiactivas del sector de la medicina y / o industria.
25. Residuos radiactivos generados en la clausura de las instalaciones de la primera parte del ciclo de combustible nuclear. situación a España.
26. Verificación de niveles de actividad en residuos sólidos (Ejercicio numérico).
27. Métodos de caracterización radiológica de las instalaciones nucleares por su desmantelamiento
28. Cuestiones sobre el Sexto Plan General de Residuos Radiactivos del Ministerio de Industria y Energía.
29. Transmutación del I-129 y / o Tc-99
30. Transmutación de transuránicos
31. Estudio de los límites de actividad en la instalación nuclear de almacenaje de residuos de media y baja actividad (RBMA) de Sierra Albarrana (El Cabril), de ENRESA.
32. La generación de residuos radiactivos en los reactores de fusión
33. La vitrificación de residuos radiactivos de alta actividad.

Actividades No Presenciales:

- 1.- Estudio de la documentación y apuntes de clase
- 2.- Preparación de un trabajo monográfico sobre la temática del curso:
 - Búsqueda de información
 - Preparación de un informe
 - Presentación del trabajo

Carga semanal del estudiante en horas:

Tipo de actividad / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Teoría	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28
Prácticas					3					3						6
Problemas	2	2	2	2		2	2	2	2		2	2	2	2		24
Actividad No presencial						4	4	4	4	6	6	6	6	6		46
Trabajo individual	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		65
Trabajo en grupo																
Pruebas y exámenes															4	4
Otras actividades																
																127

Metodología docente:

Bibliografía Básica:

- Lewis, Elmer Eugene. Nuclear Power Reactor Safety. New York [etc.]: Wiley & Sons, cop. 1977. ISBN 0-471-53335-1.
- Alonso Santos, Agustín. Introducción a la seguridad Nuclear. [Madrid]: Instituto de Estudios Nucleares, D.L. 1977. Conté: part I: fundamentos; part II: la seguridad en la ubicación, proyecto, construcción.
- Fullwood, Ralph R.; Hall, Robert Ernest. Probabilistic Risk Assessment in the nuclear power industry: fundamentals & applications. Oxford [Oxfordshire]: Pergamon Press, 1988. ISBN 0-08-036362-8.
- Ministerio de Industria y Energía. Sexto Plan General de Residuos Radiactivos. 2006. Disponible en <http://www.enresa.es>

- Taboas, A.L., A.A. Moghissi, T.S. LaGuardia. The Decommissioning Handbook ASME, 2004

Bibliografía Complementaria:

- Nuclear Safety. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Office of Public Affairs. 1959-1997. Washington: NRC, 1959-1997. ISSN 0029-5604.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission, Office of Public Affairs. [en línea]. Washington, D.C.: NRC [Consulta: 5 diciembre 2005]. Disponible a: <<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/>>.
- Radioactive Waste Management. IAEA. <http://www.iaea.or.at/>
- Oak Ridge National Laboratory. [en línea]. Oak Ridge, TN: ORN [Consulta: 5 diciembre 2005]. Disponible a: <<http://www.ornl.gov/ornlhome/search.shtml>>.
- Pacific Northwest National Laboratory. [en línea]. Richland WA: PNL [Consulta: 5 diciembre 2005]. Disponible a: <<http://www.pnl.gov/main/siteindex.html>>.
- Los Alamos National Laboratory. [en línea]. Los Alamos: LANL [Consulta: 5 diciembre 2005]. Disponible a: <http://library.lanl.gov/>.

Programas de cálculo:

- SCALE 5.1 (A modular Code System for Performing Standardized Computer Analysis for Licensing Evaluation. ORNL/TM. Nov. 2006. Version 5.1)
- SIREP-1300. Simulador conceptual de central nuclear de agua a presión.

Criterio de evaluación:

Controles parciales: %	Ejercicios/problemas: %	Control final: 0% (opción 1), 100% (opción 2)
No presencial: %	Prácticas: 20% (opción 1), 0% (opción 2)	Otras pruebas: 80% (opción 1), 0 % (opción 2)

Métodos de evaluación:

- Opción 1:** Los alumnos que asistan a más de un 80% de las sesiones, podrán optar a una evaluación basada en la realización de un trabajo, a elegir de entre una lista que se anunciará al principio del curso, y en las memorias de prácticas. Estos trabajos tratarán sobre temas de seguridad nuclear aplicada y proyectos o I + D aplicada a la gestión de residuos. Los estudiantes podrán proponer temas a la consideración del profesor, que de ser aceptados podrán incorporarse a la lista. Los trabajos deberán remitirse para su evaluación antes de finalizar el curso, en una fecha convenida.
- Opción 2:** Los alumnos que no realicen trabajo, la evaluación se basará en un examen que tendrá lugar al final del cuatrimestre, que tratará sobre un supuesto práctico de evaluación de la seguridad nuclear y / o gestión de residuos.