

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Carrera de Ingeniería Ambiental**  
**EIA720/Contaminación Radiactiva**  
**Período 2016-2**

**1. Identificación**

Número de sesiones: 48

Número total de horas de aprendizaje: 120 h = 48 h presenciales + 72 h de trabajo autónomo.

Créditos – malla actual: 4,5

Profesor: Alejandro González

Correo electrónico del docente (Udlanet): y.gonzalez@udlanet.ec

Coordinador: Ing. Paola Posligua MSc.

Campus: Queri

Pre-requisito: EIA810

Co-requisito: NA

Paralelo: 1

Tipo de asignatura:

Optativa	
Obligatoria	X
Práctica	

Organización curricular:

Unidad 1: Formación Básica	
Unidad 2: Formación Profesional	X
Unidad 3: Titulación	

Campo de formación:

Campo de formación				
Fundamentos teóricos	Praxis profesional	Epistemología y metodología de la investigación	Integración de saberes, contextos y cultura	Comunicación y lenguajes
	X			

**2. Descripción del curso**

La materia estudia las radiaciones ionizantes y no ionizantes, su origen, usos, cálculos de escenarios de contaminación radiactiva, con el fin de evitar el posible impacto potencial sobre el ser humano y el medio ambiente, aborda los principios básicos de protección radiológica analizando las cantidades dosimétricas y valores normativos nacionales e internacionales.

### 3. Objetivo del curso

Analizar los tipos de radiaciones, comportamiento, usos pacíficos, potenciales daños al medio ambiente y al ser humano.

### 4. Resultados de aprendizaje deseados al finalizar el curso

Resultados de aprendizaje (RdA)	RdA perfil de egreso de carrera	Nivel de desarrollo (carrera)
<p>1. Calcula los procesos naturales y antropogénicos: transporte, monitoreo, control y tratamiento de radiaciones ionizantes.</p> <p>2. Examina herramientas para el modelamiento y/o interpretación de los contaminantes físicos del aire.</p> <p>3. Aplica técnicas de ingeniería para el análisis, interpretación y solución de problemas de radiaciones</p>	<p>1. El Ingeniero Ambiental participa de manera consciente y dirige proyectos multidisciplinarios de la gestión integral de recursos (agua, suelo, aire y biota), de procesos de tratamiento de contaminantes generados por las actividades industriales y de centros urbanos, así como de conservación de entornos naturales.</p> <p>2. Aplica metodologías de investigación en la búsqueda, fundamentación y elaboración de soluciones que garanticen la conservación, sustentabilidad, sostenibilidad y gestión integral de los recursos.</p> <p>3. Diseña, proactivamente y optimiza e innova tecnologías y procesos de prevención y remediación, enfocado en el control ambiental mediante la investigación e implementación de principios de producción más limpia, eficiencia de los recursos energéticos, estudios de ordenamiento territorial, evaluaciones de impacto ambiental y auditorías ambientales basados en el cumplimiento de la normativa ambiental vigente generando soluciones técnicamente factibles y económicamente viables en el diseño de tratamiento de residuos y efluentes</p>	<p><b>Inicial</b> ( )</p> <p><b>Medio</b> ( )</p> <p><b>Final</b> (X)</p>

### 5. Sistema de evaluación

De acuerdo al Modelo Educativo de la UDLA la evaluación busca evidenciar el logro de los resultados de aprendizaje (RdA) enunciados en cada carrera y asignatura, a través de mecanismos de evaluación (MdE). Por lo tanto la evaluación debe ser continua, formativa y sumativa. La UDLA estipula la siguiente distribución porcentual para los reportes de evaluaciones previstas en cada semestre de acuerdo al calendario académico:

Aportes	Mde	Nota	% Parciales
Reporte de progreso 1	Portafolio análisis de contenido	2%	35%
	Portafolio prácticas	3%	
	Portafolio controles	10%	
	Examen escrito	20%	
Reporte de progreso 2	Portafolio análisis de contenido	2 %	35%
	Portafolio controles y prácticas	8%	
	Portafolio de proyecto	5%	
	Examen escrito	20%	
Evaluación final	Portafolio análisis de contenido	5%	30%
	Portafolio de Curso online	15%	
	Examen escrito	10%	

Al finalizar el curso habrá un examen de recuperación para los estudiantes que, habiendo cumplido con más del 80% de asistencia presencial a clases, deseen reemplazar la nota de un examen anterior (ningún otro tipo de evaluación). Este examen debe integrar todos los conocimientos estudiados durante el periodo académico, por lo que será de alta exigencia y el estudiante necesitará prepararse con rigurosidad. La nota de este examen reemplazará a la del examen que sustituye. Recordar que para rendir el EXAMEN DE RECUPERACIÓN, es requisito que el estudiante haya asistido por lo menos al 80% del total de las sesiones programadas de la materia. No se podrá sustituir la nota de un examen previo en el que el estudiante haya sido sancionado por una falta grave, como copia o deshonestidad académica.

## 6. Metodología del curso y de mecanismos de evaluación.

### 6.1. Escenario de aprendizaje presencial.

Los temas y subtemas de la materia serán expuestos por el docente con la ayuda de material audiovisual, y procurando la participación activa de los estudiantes mediante la realización de preguntas, descripción de ejemplos, lluvia de ideas. Se realizarán 2 salidas de campo a la Subsecretaría de Control, Investigación y Aplicaciones Nucleares del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, quien es el Ente rector de las radiaciones ionizantes en el país, en este lugar existen fuentes radiactivas abiertas, selladas (calibración poca actividad), equipos; esto con el fin de fortalecer los conocimientos dados en clase, alcanzar el resultado de aprendizaje sobre manejo de equipos, ejercicios, modelamiento de contaminantes basados en las normativas nacionales y del OIEA.

En esta clase se busca la participación activa de los estudiantes con base a lecturas previas para la aplicación de los conocimientos de acuerdo a necesidades y contextos reales. Además de realizar un trabajo final que evidencia el resultado de aprendizaje a través de la realización de un Manual de Operación Normal y en caso de emergencias radiológicas basado en las directrices de la Autoridad Reguladora tal como solicita a los licenciarios de fuentes radiactivas

Las metodologías y mecanismos de evaluación deben explicarse en los siguientes escenarios de aprendizaje:

- Progreso 1: Portafolio de prácticas: 3% salidas de campo e informe
- Progreso 1: Examen escrito: 20%
- Progreso 1: Controles: 10%
- Progreso 2: Controles 8%
- Progreso 2: Examen escrito 20%
- Evaluación final: Examen escrito 10%

#### 6.2. Escenario de aprendizaje virtual.

El estudiante dispone de un aula virtual con todo el soporte como: documentos técnicos, bibliografía, presentaciones, tareas con sus respectivas rúbricas, y todo el material de clase, además sus calificaciones se reflejarán en el aula, realizarán trabajos en grupos que deberán ser entregados por éste medio.

- Progreso 1: Análisis de contenido: 2%

#### Escenario de aprendizaje autónomo.

El estudiante tiene que realizar un curso online del Consejo de Seguridad Nuclear y serán evaluados estos conocimientos a través de una prueba en sala de computación.

Portafolio CSN: 15%

Progreso 2: proyecto 5%

### 7. Temas y subtemas del curso

RdA	Temas	Subtemas
1. Calcula los procesos naturales y antropogénicos: transporte, monitoreo, control y tratamiento de radiaciones ionizantes.	1. Radiaciones ionizantes y No ionizantes	1.1 Radiaciones ionizantes y no ionizantes 1.2 Material radiactivo de origen natural 1.3 Física de las radiaciones ionizantes: el átomo, número atómico y número másico, isótopos Radiación alfa, beta, gamma, neutrones, rayos X
2. Examina herramientas para el modelamiento y/o interpretación de los contaminantes físicos del aire.	2. Detección y medición de las radiaciones ionizantes	2.1 Fuentes abiertas y selladas, usos pacíficos de las radiaciones ionizantes 2.2 Detectores inmediatos 2.3 Detectores retardados

	3. Magnitudes y Unidades Dosimétricas	3.1 Actividad de una fuente radiactiva 3.2 Dosis absorbida, Dosis equivalente y dosis efectiva, Tasa de exposición 3.3. Transporte seguro de material radiactivo 3.4 Gestión de desechos radiactivos 3.5 Cálculos de inhalación e ingestión
3. Aplica técnicas de ingeniería para el análisis, interpretación y solución de problemas de radiaciones	4. Protección radiológica	4.1 Introducción a la protección radiológica 4.2 Prácticas e intervenciones, Protección radiológica ocupacional 4.3 Normas de protección radiológica 4.4 Efectos de las radiaciones ionizantes 4.5 índice de manual de operación normal y en caso de emergencia radiológica de acuerdo a las directrices del Órgano de Control (SCAN)

## 8. Planificación secuencial del curso

Semana 1 a 6					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1	1. Radiaciones Ionizantes y No ionizantes	1.1 Radiaciones no ionizantes vs radiaciones ionizantes  1.2 Material radiactivo de origen natural	Clase Magistral Técnica del museo.  Salida de Campo 1: SCAN (Laboratorio de Vigilancia Ambiental Radiactiva)	Lectura Radiaciones ionizantes y no ionizantes  Analizar los contaminantes radiactivos que se generan de manera natural y comparar con posibles industrias nacionales donde se podrían generar NORM	<b>Portafolio: Análisis de contenido</b> Realiza una tabla de diferencias entre radiaciones ionizantes y no ionizantes utiliza al menos 10 referencias del OIEA <b>Progreso 1:</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea  <b>Portafolio: Análisis de contenido</b> Industrias del Ecuador que podrían generar NORM <b>Progreso 1:</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea  <b>Portafolio: Prácticas:</b> Informes de salida de campo <b>Progreso 1:</b>

		1.3 Física de las radiaciones ionizantes: el átomo, número atómico y número másico, isótopos Radiación alfa, beta , gamma, neutrones, rayos X		Características de los diferentes tipos de emisores	<b>Portafolio de prácticas:</b> Entrega de análisis en base a 5 referencias de calidad científica <b>Progreso 1</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea.
	<b>Semana 6 a 12</b>				<b>Examen progreso 1:</b>
2	2. Detección y medición de las radiaciones ionizantes	2.1 Fuentes abiertas y selladas, usos pacíficos de las radiaciones ionizantes  2.2 Detectores inmediatos  2.3 Detectores retardados	Clases Magistrales  Manejo de equipos de medición de radiaciones ionizantes  Salida de campo 2 a la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares del MEER) Laboratorio de Dosimetría Personal)	Resolución de	<b>Portafolio de Análisis de contenido</b> Entrega de análisis de equipos inmediatos /entrega de análisis de equipos retardados /presentación <b>Progreso 2</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea  <b>Portafolio de Salidas de campo:</b> Informe de salida de campo a la SCAN en base a modelo de informe <b>Progreso 2</b> <b>Fecha de entrega:</b>

	3. Magnitudes y Unidades Dosimétricas	<p>3.1 Actividad de una fuente radiactiva</p> <p>3.2 Dosis absorbida, Dosis equivalente y dosis efectiva, Tasa de exposición</p> <p>3.3. Transporte seguro de material radiactivo</p> <p>3.4 Gestión de desechos radiactivos</p> <p>3.5 Cálculos de inhalación e ingestión</p>	<p>Ejercicios en clase propuesto por el docente</p> <p>Ejercicios en clase Cálculos de inhalación e ingestión basados en normas del IAEA</p>	<p>ejercicios en casa en base a tabla de tasas de decaimiento</p> <p>Investigar a través de elibro-ebrary y presentar casos de accidentes, página del IAEA</p>	<p>Clase siguiente al envío de la tarea</p> <p><b>Portafolio de ejercicios:</b> Entrega de resolución de ejercicios de actividad radiactiva, dosis absorbida, equivalente, tasa de exposición</p> <p><b>Progreso 2:</b> 2.5% <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea</p> <p><b>Portafolio de Análisis de contenido</b> Presentación de accidentes radiológicos a nivel local/regional e internacional <b>Progreso 2:</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea</p> <p><b>Portafolio de ejercicios :</b> estudiante plantea ejercicios de modelos de inhalación, ingestión en varios escenarios <b>Progreso 2:</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea</p>
--	---------------------------------------	--	--	--	---

3	<b>Semana 13-17</b>	Progreso			<b>Examen progreso 2: 2</b>
4	4. Protección radiológica	<p>4.1 Introducción a la protección radiológica</p> <p>4.2 Prácticas e intervenciones, Protección radiológica ocupacional</p> <p>4.3 Normas de protección radiológica</p> <p>4.4 Efectos de las radiaciones ionizantes</p> <p>4.5 Índice de manual de operación normal y en caso de emergencia radiológica de acuerdo a las directrices del Órgano de Control (SCAN)</p>	<p>Clases Magistrales</p> <p>Estudio de la Ley de la Ex CEEA, Normativas del OIEA</p> <p>Taller en computadora para realizar manual de operación normal y en caso de emergencia radiológica de acuerdo a las directrices del Órgano de Control (SCAN)</p>	<p>Lectura y presentación Normas y seguridad IAEA</p> <p>Efectos biológicos</p> <p>Curso Online del Consejo de seguridad Nuclear</p>	<p><b>Portafolio: Análisis de contenido</b> Entrega de análisis de normas de seguridad <b>Evaluación final:</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea</p> <p><b>Portafolio: Análisis de contenido</b> Análisis y realiza presentación de efectos biológicos <b>Evaluación final</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea</p> <p><b>Portafolio: Proyecto</b> Entrega de manual <b>Evaluación final :</b> <b>Fecha de entrega:</b> Clase siguiente al envío de la tarea</p> <p><b>Portafolio: Curso Online</b> Examen online del CSN <b>Para lo cual pueden prepararse en la página web (realizar varios intentos) y se rendirá en una sala de computación</b></p>



					<b>Examen evaluación final (acumulativo todo):</b>

## 9. Normas y procedimientos para el aula

Si un estudiante utiliza un celular, Tablet, o cualquier medio electrónico que no sea autorizado por el docente automáticamente se le quitara de la lista de asistencia, sin necesidad de notificar al estudiante de ésta acción.

Los trabajos se reciben solo por aula virtual en la fecha y hora correspondientes, no existe excusa que me quede sin internet, que faltaba un minuto, se recibirán trabajos con 50% de penalización solo con un correo de Autorización de la Dirección Académica de la carrera explicando el caso puntual.

Solo los estudiantes que asistan a las salidas de campo podrán presentar el informe correspondiente, si no asiste con mandil tendrán una pena del 50% de la nota.

## 10. Referencias bibliográficas

### 10.1. Principales.

Martin, J. (2013). *Physics for Radiation Protection*. (3.a ed.). Somerset, NJ, USA : Wiley-VCH. Recuperado el 2 de septiembre 2015 de

Hidaka, S., & Yuan, W. (2012). *Environmental Science, Engineering and Technology : Radioactive Waste : Sources, Types and Management*. New York, NY, USA: Nova. Recuperado el 2 de septiembre 2015 de <http://www.ebrary.com>

### 10.2. Referencias complementarias.

Molinerros, J; Molina, F; Moreno, S; Mantilla, N; Benitez, M; Villalba, P y Díaz, (2002). Curso Básico de Protección Radiológica.

Todos los libros del OIEA pueden ser descargados de [www.iaea.org](http://www.iaea.org) , son de libre acceso ya que Ecuador es parte del Organismo Internacional de Energía Atómica  
IAEA. (2003). Extent of environmental contamination by naturally occurring radioactive material (NORM) and technological options for mitigation, Viena

- ICRP. (2007). Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Senda Editorial. Madrid, España
- IAEA. (1998). Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research, TEC DOC 1000. Viena
- IAEA (2007). Control Reglamentario de las Descargas Radiactivas al Medio Ambiente. Guia de seguridad No. ws-g-2.3
- IAEA.(2001). Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the enviromental.Safety Report Series No. 19. Viena
- Heilbron, F. (2003). Seguranca Nuclear do Trabalhador e protecao do medio ambiente. Rio de Janeiro, Brasil, E-papers servcios editoriales
- Syed, N. ( 2007) Physics & Engineering of radiation detection 5ta edición
- Academic Press

Otras sugeridas por el docente.

- World Health Organization. (2009). WHO Handbokk on indoor Radon
- IAEA (2000) Regulatory control of radioactive discharges to the enviroment. Safety Guide. Viena
- UNSCEAR. (2008). Sources and Effects of ionizing radiation, New York.

## 11. Perfil del docente

Estudió en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), dos títulos de pregrado, Diploma al más alto promedio de la Facultad (Summa Cum Laude). A nivel de posgrado realizó estudios en ingeniería ambiental, radiaciones ionizantes, marco lógico, entrenamientos en España, Austria, Brasil, Perú. Trabajó en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ex-Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEa), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) como técnico y Director Técnico de la SCAN. Docente Universitario desde el 2008 a nivel de pregrado y posgrado en la UISEK. UTA y UDLA. Becario del Gobierno Español- International Atomic Energy Agency. Estancias de entrenamiento a nivel nacional e internacional. Director de Proyecto en SENEcyT, Diplomado en enseñanza en Educación Superior:

Contacto: [y.gonzalez@udlanet.ec](mailto:y.gonzalez@udlanet.ec), oficina No.12 bloque 4 piso 1 sede Queri

Horario de atención estudiantes: lunes, martes, jueves y viernes de 9h00 a 10h00