

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EIA830/TRATAMIENTO DE AGUAS  
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: Ing. Camilo Pavel Haro Barroso, M.Eng.

Correo electrónico del docente (Udlanet): camilo.haro@udlanet.ec

Coordinador: Ing. Paola Posligua MSc.

Campus: Queri

Pre-requisito: EIA560 Diseño Hidráulico/ EIA530 Hidrología

Co-requisito:

Paralelo: 1 y 2

Tipo de asignatura:

Optativa	
Obligatoria	<b>x</b>
Práctica	

Organización curricular:

Unidad 1: Formación Básica	
Unidad 2: Formación Profesional	<b>x</b>
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
	<b>x</b>			

**2. Descripción del curso**

Se estudia la caracterización de las aguas servidas e industriales, la legislación aplicable a cada sector industrial, los métodos analíticos para el análisis de los constituyentes, la cinética de las reacciones que ocurren en los procesos de tratamiento, los procesos unitarios físicos, químicos y biológicos que se pueden utilizar para la remoción de los constituyentes que se encuentren incumplimiento los límites máximos permisibles establecidos en la legislación ambiental aplicable.

### 3. Objetivo del curso

Desarrollar las destrezas y habilidades necesarias para la caracterización de los diferentes tipos de agua a tratar, que permitan a su vez el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, a fin de determinar los procesos unitarios de tratamiento necesarios para el mejoramiento de la calidad del recurso tratado.

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

Resultados de aprendizaje (RdA)	RdA perfil de egreso de carrera	Nivel de desarrollo (carrera)
1.- Examina procesos naturales y antropogénicos: transporte, monitoreo, control y tratamiento de agua contaminada.	1.- 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.	<b>Medio ( x )</b>
2.- Identifica soluciones ingenieriles, técnicamente y económicamente factibles y viables para prevención y remediación la contaminación del agua	2.- 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 tratamientos de residuos y efluentes.	<b>Medio ( x )</b>
4.- Valora métodos y técnicas de ingeniería, análisis, interpretación y solución de problemas ambientales del agua contaminada	4.- Aplica su conocimiento en forma de consultoría en la búsqueda innovadora de soluciones económicamente viables y atractivas para realizar remediación de sistemas, con responsabilidad social y ambiental.	<b>Medio ( x )</b>
5.- Resume soluciones ingenieriles, técnicamente y económicamente factibles y viables para prevención y remediación de la contaminación.	5.- Participa en equipos multidisciplinarios en la elaboración y aplicación de técnicas de gestión de proyectos ambientales mismos que concibe, diseña, desarrolla y dirige programas de manejo comunitario.	<b>Medio ( x )</b>
6.- Compila la cadena de investigación científica: problemática, motivo, objetivo, hipótesis, diseño experimental-estadístico, resultados, rechazo de hipótesis de aguas contaminadas	6.- Aplica metodologías de investigación en la búsqueda, fundamentación y elaboración de soluciones que garanticen la conservación, sustentabilidad, sostenibilidad y gestión integral de los recursos.	<b>Medio ( x )</b>
7.- Ordena métodos y técnicas de ingeniería, análisis, interpretación y solución de problemas ambientales en cuerpos de agua	7.- Diseña y utiliza herramientas de planificación territorial y geo información para generar estrategias de mitigación y adaptación al Cambio Climático aplicada a la evaluación, investigación y conservación de recursos naturales.	<b>Medio ( x )</b>

## 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:

Reporte de progreso 1	35 %
- Trabajos escritos y ensayos	3 %
- Informes de Laboratorio	5 %
- Exposiciones	5 %
- Pruebas Progreso	5 %
- Examen Progreso	17 %
Reporte de progreso 2	35 %
- Trabajos escritos y ensayos	3 %
- Informes de Laboratorio	5 %
- Exposiciones	5 %
- Pruebas Progreso	5 %
- Examen Progreso	17 %
Evaluación final	30 %
- Exposición Final	8 %
- Examen Progreso	22 %

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.

Las metodologías y mecanismos de evaluación se explican a continuación:

### 6.1. Escenario de aprendizaje presencial.

Durante las horas de clase presenciales se efectuarán presentaciones magistrales en base a la planificación y al programa a seguir, empezando por un proceso de retroalimentación y el planteamiento de los objetivos respectivos. El desarrollo de contenidos se realizará mediante foros abiertos, exposiciones y ponencias, además de ejercicios aplicativos relacionados con el tema tratado. En cada capítulo se desarrollarán actividades grupales donde se planteen problemas y casos prácticos, además de prácticas de laboratorio y salidas de campo. La evaluación de cada actividad se efectuará sea por ensayos, entrega de informes y pruebas objetivas.

## 6.2. Escenario de aprendizaje virtual.

Se reforzarán ciertos aspectos teóricos adquiridos durante las actividades presenciales mediante la realización de foros y discusiones, trabajos grupales, exposiciones y presentaciones. Todas estas actividades se podrán realizar mediante la utilización de herramientas como internet, aula virtual y video-foro.

## 6.3. Escenario de aprendizaje autónomo.

Se fortalecerán las capacidades de análisis, investigación y crítica por medio del planteamiento de posibles soluciones a problemas relacionados con la materia. La capacidad de discusión e discernimiento serán potencializadas mediante lecturas de artículos científicos y material bibliográfico; generación y discusión de resultados derivados de las actividades de campo y de prácticas de laboratorio, y de la elaboración de trabajos, proyectos y presentaciones realizadas sea de forma individual o grupal.

## 7. Temas y subtemas del curso

RdA	Temas	Subtemas
<p>1.- Examina procesos naturales y antropogénicos: transporte, monitoreo, control y tratamiento de agua contaminada.</p> <p>4.- Identifica soluciones ingenieriles, técnicamente y económicamente factibles y viables para prevención y remediación la contaminación del agua.</p>	1. Calidad del Agua	<p>1.1. Definiciones.</p> <p>1.2. Caracterización de aguas servidas e Industriales.</p> <p>1.3. Calidad del agua.</p> <p>1.4. Índices de Calidad del agua</p> <p>1.5. Marco legal.</p>
<p>1.- Examina procesos naturales y antropogénicos: transporte, monitoreo, control y tratamiento de agua contaminada.</p> <p>2.- Identifica soluciones ingenieriles, técnicamente y económicamente factibles y viables para prevención y remediación la contaminación del agua.</p>	2. Los constituyentes y el ambiente	<p>2.1. Generalidades</p> <p>2.2. Ciclos biogeoquímicos en el agua (Ciclo del carbono, nitrógeno y azufre)</p> <p>2.3. Procesos de transformación y remoción de constituyentes en el ambiente</p>
<p>4.- Valora métodos y técnicas de ingeniería, análisis, interpretación y solución de problemas ambientales del agua contaminada.</p> <p>7.- Ordena métodos y técnicas de ingeniería, análisis, interpretación y solución de problemas ambientales en cuerpos de agua</p>	3. Procesos unitarios físicos y químicos	<p>3.1. Dotaciones y Caudales</p> <p>3.2. Procesos físicos: Generalidades</p> <p>3.3. Procesos químicos: Generalidades</p> <p>3.4. Coagulación y Flocculación</p> <p>3.5. Química de la Flocculación</p> <p>3.6. Desinfección</p> <p>3.7. Química de la Cloración.</p>
<p>1.- Examina procesos naturales y antropogénicos: transporte, monitoreo, control y tratamiento de agua contaminada.</p>	4. Procesos unitarios biológicos.	<p>4.1. Procesos biológicos: Generalidades</p> <p>4.2. Cinética para tratamientos de aguas servidas e industriales.</p>

<p>5.- Resume soluciones ingenieriles, técnicamente y económicamente factibles y viables para prevención y remediación de la contaminación.</p> <p>6.- Compila la cadena de investigación científica: problemática, motivo, objetivo, hipótesis, diseño experimental-estadístico, resultados, rechazo de hipótesis de aguas contaminadas</p>		<p>4.3. Principios de balance de masa</p> <p>4.4. Reactores biológicos</p> <p>4.5. Clases y características de los reactores</p> <p>4.6. Procesos de Lodos activados.</p> <p>4.7. Tratamiento de fangos. Generalidades.</p>
--	--	---

## 8. Planificación secuencial del curso

Semana 1-5 (Del 7 de Marzo al 5 de Abril)					
RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ estrategia de clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1,2	1. Calidad del Agua	<p>1.1. Generalidades</p> <p>1.2. Caracterización de aguas servidas e Industriales.</p> <p>1.3. Calidad del agua.</p> <p>1.4. Índices de Calidad del agua</p> <p>1.5. Marco legal.</p>	<p>(1) Clase Magistral. Generalidades y características de las aguas claras y residuales</p> <p>(1) Clase magistral Calidad del agua. Parámetros e índices de calidad.</p> <p>(1) Taller de ejercicios.</p> <p>(1) Clase Magistral y mesa de discusión. Legislación Ambiental y políticas del agua.</p> <p>(1) y (2) Presentación exposiciones.</p> <p>(1) Laboratorio. Caracterización Aguas residuales.</p> <p>(1) Prueba Control</p> <p>(1) Examen Progreso</p>	<p>Consulta. DBO y DQO</p> <p>Consulta. Determinación de los índices de calidad del agua.</p> <p>Resolución de ejercicios.</p> <p>Exposición: Aguas de formación de petróleo, de procesos mineros e industria agroalimentaria.</p> <p>Lectura y análisis. Legislación Ambiental Decreto 1215, Norma INEN 1100 y TULSMA.</p> <p>Elaboración Proyecto final</p>	<p>Ensayo y control DBO y DQO 14/03/2016 (Rúbrica para ensayos)</p> <p>Ensayo y control Índices de calidad del agua 21/03/2016 (Rúbrica para ensayos)</p> <p>Informe de Laboratorio. (Rúbrica para Informes.) 8 días después de la práctica.</p> <p>Presentación exposiciones. (Rúbrica para Exposiciones) 28/03/2016</p>
Semana 5-6 (Del 5 al 15 de Abril del 2016)					
RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ estrategia de clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1,2	2. Los constituyentes y el ambiente	<p>2.1. Generalidades</p> <p>2.2. Ciclos biogeoquímicos en el agua (Ciclo del carbono, nitrógeno fósforo y azufre)</p>	<p>(1) Clase Magistral. Ciclos Biogeoquímicos en el agua.</p> <p>(1) Clase Magistral</p>	<p>Consulta Ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre.</p>	<p>Ensayo y control Ciclos biogeoquímicos en el agua 12/04/2016 (Rúbrica para</p>

		2.3. Procesos de transformación y remoción de constituyentes en el ambiente	Fuentes y transformación de contaminantes en el agua.	Elaboración Proyecto final	ensayos)
<b>Semana 7-11 (Del 18 de Abril al 20 de Mayo del 2016)</b>					
RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ estrategia de clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
4,7	5. Procesos unitarios físicos y químicos	5.1. Dotaciones y Caudales 5.2. Procesos físicos: Generalidades 5.3. Procesos químicos: Generalidades 5.4. Coagulación y Floculación 5.5. Química de la Floculación 5.6. Desinfección 5.7. Química de la Cloración.	(1) Clase Magistral. Dotaciones y Caudales  (1) Clase Magistral. Procesos físicos. Separación de sólidos  (1) y (2) Presentación exposiciones.  (1) Clase Magistral  (1) Prueba Control  (1) Clase Magistral Coagulación floculación.  (1) Taller de ejercicios.  (1) Clase Magistral Desinfección y cloración  (1) Taller de ejercicios.  (1) Laboratorio. Prueba de Jarras.  Salida de Campo (ETAPA Cuenca)  (1) Prueba Progreso 2	Consulta Procesos físicos  Presentación Exposiciones Ciclos Filtros Lentos, Filtros rápidos.  Consulta Potencial Z  Consulta Desinfectantes del agua  Elaboración Proyecto final	Ensayo y control Procesos físicos 18/04/2016 (Rúbrica para ensayos)  Presentación exposiciones. (Rúbrica para Exposiciones) 25/04/2016  Ensayo y control Potencial Z en la coagulación 26/04/2016 (Rúbrica para ensayos)  Ensayo y control Desinfectantes del agua 05/05/2016 (Rúbrica para ensayos)  Informe de Laboratorio. (Rúbrica para Informes.) 8 días después de la práctica.  Informe Salida de Campo (Rúbrica para Informes.) 8 días después de la salida
<b>Semana 12-16 (Del 23 de Mayo al 24 de Junio del 2016)</b>					
RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ estrategia de clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
4,7	6. Procesos unitarios biológicos.	6.1. Procesos biológicos: Generalidades 6.2. Cinética para tratamientos de aguas servidas e industriales.	(1) Clase Magistral Principios de balance y velocidades de reacción.	Lectura Balances másicos	Presentación proyecto final. 20/06/2016 (Rúbrica para Exposiciones)

		6.3. Principios de balance de masa 6.4. Reactores biológicos 6.5. Clases y características de los reactores 6.6. Procesos de Lodos activados. 6.7. Tratamiento de fangos.	(1) Clase Magistral Determinación de constantes cinéticas, y efectos de la temperatura.  (1) Clase Magistral Reactores biológicos y procesos de degradación biológica  (1) Clase Magistral Reactores biológicos de fangos activados.  (1) Taller de ejercicios.  (1) Prueba Progreso 3	Lectura Reactores biológicos  Elaboración Proyecto final	
--	--	---	--	--	--

\*Las fechas estarán sujetas a cambios en función del desarrollo de cada unidad.

## 9. Normas y procedimientos para el aula

- La clase inicia a la hora indica, se permite el ingreso de los estudiantes hasta con 5 minutos de retraso, tiempo durante el cual se tomará asistencia. Cerrada la puerta no se permitirá el ingreso.
- Se permitirá únicamente el uso de dispositivo electrónico solo por motivos didácticos, durante la hora de clase. Durante pruebas y exámenes queda prohibido el uso de dispositivos electrónicos.
- Los trabajos, deberes y pruebas deben ser entregados en las fechas indicadas, en caso de retraso se calificará por la mitad del puntaje del mismo, siempre que sea entregado el día siguiente y con la justificación respectiva.
- Si el estudiante no asiste a la práctica de laboratorio o a la salida de campo no podrá presentar el informe.
- En las prácticas de laboratorio y en las salidas de campo el estudiante debe utilizar el uniforme adecuado y cumplir con las normas de seguridad establecidas por el docente.

## 10. Referencias bibliográficas

### 10.1. Principales.

Metcalf & Eddy, Inc (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. USA: McGraw-Hill.  
 Eaton A. y Franson M. (2012). *Standards Methods for de Examination of Water and Wastewater*. USA.

### 10.2. Referencias complementarias.

Crites R. (2002). *Tratamiento de Aguas Residuales en pequeñas Poblaciones*. Colombia: McGraw-Hill.  
 Corbitt R. (2003). *Manual de referencia de la Ingeniería Ambiental*. España: McGraw-Hill.  
 Romero J. (2005). *Tratamiento de Aguas Residuales y principio de diseño*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Romero J. (2005). *Purificación del Agua*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.  
Romero J. (2009). *Calidad del Agua*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

## 11. Perfil del docente

Ing. Camilo Pavel Haro Barroso. Ingeniero en Biotecnología Ambiental. Máster en Ingeniería para el Ambiente y el Territorio. Experiencia en el campo docente, en Seguridad Industrial y Ambiente. Amplias habilidades y destrezas adquiridas en el manejo de equipos de laboratorios de Calidad Ambiental e Ingeniería Sanitaria. Líneas de investigación enfocadas a la Ingeniería Sanitaria Ambiental, Biotecnología Ambiental y Tratamiento de efluentes.

### **Tutorías**

Lunes: 10h15-11h15

Martes: 9h10-10h10

### **Atención al estudiante**

Lunes: 11h20- 12h20

Martes: 10h15-11h15

**Contacto:** camilo.haro@udlanet.ec