

Programa del curso: GH-0011 Saneamiento del agua  
I Semestre, 2017

## Datos Generales

---

**Sigla:** GH-0007

**Nombre del curso:** Saneamiento del Agua

**Tipo de curso:** Propio

**Número de créditos:** 3

**Número de horas semanales presenciales:** 4

**Número de horas semanales de trabajo independiente del estudiante:** 5

**Requisitos:** GH-0001 y GH-0005

**Ubicación en el plan de estudio:** III-Ciclo del II Año

**Horario del curso:**

## Datos del Profesor

---

**Nombre:**

**Correo Electrónico:**

**Horario de Consulta:**

---

### 1. Descripción del curso

El aumento de la población y el nivel de vida, los cambios en los hábitos de alimentación y una mayor demanda mundial de alimentos, son factores que ejercen una importante presión sobre los recursos hídricos. Ante esta situación, es imperante regular los usos que se le dan al agua para permitir satisfacer óptimamente la totalidad de las necesidades, evitar el desperdicio, asegurar su saneamiento e impedir las degradaciones de los cuerpos de agua.

En Costa Rica cerca del 90% de las aguas residuales no son tratadas antes de llegar a los ríos u otros cuerpos de agua (IV Estado de la Nación, 2011). Es por ello, que brindar las herramientas y la información necesaria sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales es una tarea urgente que debe ser llevada por la academia, en este caso la Universidad de Costa Rica. En este sentido, el curso de saneamiento del agua busca que los participantes reflexionen sobre situación desde una perspectiva de sostenibilidad y sobre el papel tan importante que asume la tecnología como parte de la solución a la crisis ambiental actual y más específicamente sobre el deterioro de la cantidad y calidad del recurso hídrico como consecuencia de las actividades antrópicas. Se pretende fomentar, concientizar y mejorar técnicamente el uso y el saneamiento de las aguas residuales, ya sean por métodos ordinarios o alternativos que conlleve a una eficiente remoción de los contaminantes, generando una disminución de las enfermedades relacionadas con el agua, la posibilidad del reúso, minimizando el gasto y con ello reduciendo el impacto negativo ambientales.

---

## 2. Objetivo General

Comprender los tipos de contaminantes presentes en las aguas residuales, así como los procesos físicos, químicos y biológicos que se pueden implementar en los sistemas ordinarios y alternativos para el saneamiento de las aguas residuales.

---

## 3. Objetivos específicos

- a) Establecer las características físico-químicas y biológicas del agua y sus principales contaminantes.
  - b) Explicar los principales sistemas ordinarios y alternativos en el tratamiento de aguas residuales.
  - c) Determinar las etapas que componen un sistema de tratamiento de aguas residuales.
  - d) Exponer los procesos físicos-químicos y biológicos que se aplican en los sistemas de tratamiento de agua residuales.
  - e) Identificar los problemas más comunes que se presentan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales y sus posibles soluciones.
- 

## 4. Contenidos

- a) La química del agua, generalidades
- b) Contaminantes del agua
- c) Fuentes de generación de las aguas residuales y su impacto en el ambiente
- d) Caracterización de las aguas residuales
- e) Normativa implicada en el tratamiento de aguas residuales
- f) Componentes de un sistema de tratamiento.
  - I. Pre tratamiento
  - II. Tratamiento primario,
  - III. Tratamiento secundario
  - IV. Tratamiento terciario
  - V. Potabilización del agua
- g) Sistemas de tratamiento de aguas residuales
  - I. Trampa de grasas
  - II. Tanques sépticos
  - III. Sedimentadores
  - IV. Tanques Imhoff
  - V. Humedales artificiales
  - VI. Biodiscos
  - VII. Filtros percoladores
  - VIII. Lagunas de estabilización
  - IX. Biojardineras
  - X. Filtros de arena y carbón activado
  - XI. Reactor anaeróbico – UASB
  - XII. Lodos activados
- h) Principales procesos físico-químicos en el tratamientos de aguas residuales

- I. Coagulación y floculación química
- II. Decantación y flotación
- III. Sedimentación
- IV. Oxidación química
- V. Precipitación química
- VI. Intercambio iónico
- VII. Tratamiento por membrana
- VIII. Micro, ultra y nano filtración
- IX. Osmosis inversa
- X. Electrodialisis
- i) Procesos biológicos para el saneamiento de las aguas residuales
  - I. Microorganismos implicados en los procesos del tratamiento
  - II. Introducción a los procesos de tratamiento biológicos.
  - III. Procesos biológicos aeróbico
  - IV. Procesos biológicos anaeróbicos
- j) Naturaleza, estabilización y espesamiento de lodos
  - I. Digestión anaeróbica y tratamiento de lodos
  - II. Deshidratación, secado e incineración de lodos
- k) Tratamientos de efluentes urbanos
- l) Tratamiento de aguas residuales industriales
- m) Tratamiento de aguas especiales
- n) Reutilización o vertido de las aguas residuales tratadas

#### 4. Metodología

Es importante que el estudiante asista a las lecciones con el material previamente estudiado, realizando una lectura analítica de los diferentes temas a desarrollar durante el curso.

Las clases serán de índole expositiva-participativa mediante una estrategia de enseñanza analítica-científica y experimental, que brinde la información necesaria para la comprensión óptima de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, en las que se explicarán los aspectos más relevantes dentro del saneamiento de aguas. Se realizarán prácticas tanto de campo como en el laboratorio y se visitará algún lugar donde se implemente un sistema de tratamiento de aguas residuales.

#### 5. Evaluación

<i>Descripción</i>	<i>Porcentaje</i>
Elaboración y presentación del trabajo de investigación final	30 %
Lecturas, prácticas, tareas y exámenes cortos	30%
Giras e Informes	20 %
Evaluación final	20%
<b>Total:</b>	<b>100%</b>

### Consideraciones sobre la evaluación

Todos los trabajos y tareas deberán entregarse en la fecha programada, en caso contrario se rebaja del porcentaje inicial un punto por día de atraso hasta el tercer día natural, después del tercer día no se recibirá ningún trabajo.

La asistencia a las giras es obligatoria, en caso excepcional que el estudiante no asistiera a la gira se le asignará un trabajo de investigación individual, previa presentación de justificación escrita con los comprobantes respectivos.

### 6. Cronograma

Semana 1	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presentación del curso</li> <li>▪ Clase 1: La química del agua, generalidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción del curso.</li> <li>▪ Entrega y explicación del programa curso.</li> <li>▪ Expectativas acerca del curso, motivación y tema generador.</li> <li>▪ Dinámica de integración de grupos.</li> </ul>
Semana 2	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase 2:</li> <li>a) Contaminantes del agua</li> <li>b) Fuentes de generación de aguas residuales y su impacto en el ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase expositiva por parte del docente.</li> <li>▪ Conversatorio y discusión sobre los temas vistos en clase.</li> <li>▪ <b>Asignación de Tarea #1</b></li> </ul>
Semana 3	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase 3:</li> <li>a) Caracterización de las aguas residuales</li> <li>b) Normativa implicada en el tratamiento de aguas residuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega de Tarea #1.</li> <li>▪ Clase interactiva, discusión grupal.</li> <li>▪ Síntesis por parte del profesor de puntos importantes a tomar en cuenta.</li> </ul>
Semana 4	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase 4: Componentes de un sistema de tratamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Discusión de trabajos y la relación con los estudios de caso.</li> </ul>
Semana 5 y 6	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase 5 y 6: Sistemas de tratamiento de aguas residuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase expositiva por parte del docente.</li> <li>▪ Análisis y discusión grupal sobre ejemplos.</li> </ul>
Semana 7 y 8	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase 7 y 8: Principales procesos físico-químicos en el tratamientos de aguas residuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clases expositivas por parte del profesor.</li> <li>▪ Los estudiantes trabajarán lo aprendido en clase aplicándolo a un estudio de caso.</li> </ul>
Semana 9	Actividades

▪ GIRA 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Visita al área seleccionada.</li> <li>▪ Discusión grupal de los objetivos alcanzados en la gira de campo.</li> </ul>
<b>Semana 10 y 11</b>	<b>Actividades</b>
▪ Clase 9 y 10: Procesos biológicos para el saneamiento de las aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega de informe de gira.</li> <li>▪ Discusión grupal.</li> <li>▪ <b>Análisis de los temas de investigación final.</b></li> <li>▪ Trabajos en grupos.</li> </ul>
<b>Semana 12</b>	<b>Actividades</b>
▪ Clase 11: Naturaleza, estabilización y espesamiento de fangos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Clase expositiva por parte del profesor.</li> <li>▪ Los estudiantes trabajarán lo aprendido en clase aplicándolo a un ejemplo, puesto por el profesor.</li> <li>▪ <b>Asignación de Tarea # 2.</b></li> </ul>
<b>Semana 13</b>	<b>Actividades</b>
▪ Clase 12: Tratamientos de efluentes urbanos y tratamiento de aguas residuales industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega de tarea # 2</li> <li>▪ Clase magistral.</li> <li>▪ Los estudiantes trabajarán lo aprendido en clase con un estudio de caso.</li> </ul>
<b>Semana 14</b>	<b>Actividades</b>
▪ GIRA 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Visita al área seleccionada.</li> <li>▪ Mesa redonda para comentar lo aprendido.</li> </ul>
<b>Semana 15</b>	<b>Actividades</b>
▪ Clase 13: Reutilización o vertido de las aguas residuales tratadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega informe de gira.</li> <li>▪ Discusión Grupal.</li> <li>▪ Trabajo en grupos.</li> <li>▪ Exposición de casos.</li> </ul>
<b>Semana 16</b>	<b>Actividades</b>
▪ Trabajos de Finales de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega final del informe escrito de los proyectos de investigación grupal.</li> <li>▪ Los primeros grupos realizan las exposiciones de sus trabajos de investigación.</li> </ul>
<b>Semana 17</b>	<b>Actividades</b>
▪ Trabajos de Finales de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los grupos terminan de exponer su trabajo en forma oral.</li> <li>▪ Comentarios finales y cierre de las lecciones</li> </ul>
<b>Semana 18</b>	<b>Actividades</b>
▪ Promedios del curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega de promedios finales</li> </ul>

## 7. Bibliografía

- Álvarez, J., & Bécares, E. 2007. El papel de la vegetación en humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales. Instituto de Medio Ambiente (IMA), Universidad de León, Calle de La Serna, 56(24007), 24-28.
- Aguilar, M. I. 2002. Tratamiento físico-químico de aguas residuales: coagulación-floculación. EDITUM.
- Barkin, D. 2006. La gestión del agua urbana en México. Universidad de Guadalajara.
- Bermúdez, R., Rodríguez, S., Martínez, M. D. L. C., & Terry, A. 2003. Ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás. *Tecnología Química*, 23(2), 37-44.
- Cano, A. L. 2003. Depuración de aguas residuales mediante humedales artificiales: La EDAR de los Gallardos (Almería). In *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 99-112). Instituto de Estudios Almerienses.
- Elisabeth, B., César, J., Edixon, G., & Nola, F. 2003. Tratamiento aeróbico de dos efluentes industriales utilizando reactores biológicos rotativos de contacto. *Multiciencias*, 3(2).
- García, O. N. 2006. Lodos residuales: estabilización y manejo. *Caos conciencia*, 1, 51-58.
- Henry, J.G. & G.W. Heinke. 1999. *Ingeniería ambiental*. 2a ed. Prentice Hall, México. 778 p.
- Kiely, G. 1999. *Ingeniería ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. McGraw-Hill, Madrid. 1331 p.
- López, M. M., Lavín, A. G., & Andrés, H. S. 1996. Biosólidos generados en la depuración de aguas (I): Planteamiento del problema. *Ingeniería del agua*, 3(2), 47-62.
- Melgarejo, M. J. 2009. Efectos ambientales y económicos de la reutilización del agua en España.
- Menendez, L. 2007. *Procesos para el Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Industriales*. Editorial Félix Varela. Plaza de la Revolución CP 10400. Ciudad de La Habana.
- Novelo, R. M., Borges, E. C., Riancho, M. R. S., Franco, C. Q., Vallejos, G. G., & Mejía, B. J. 2004. Tratamiento fisicoquímico de los lixiviados de un relleno sanitario. *Ingeniería*, 8(2), 155-163.
- Ruiz, A. & Giraldo, L. 2012. Diseño de una celda de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea. *Revista Universidad EAFIT*, 43(147), 56-67.
- Rodríguez, S. 2000. *Manual de legislación ambiental: Ley Orgánica del Ambiente, concordada, jurisprudencia Constitucional y legislación relacionada anexos*. Investigaciones Jurídicas, San José. 363 p.
- Zeledón, R. 1998. *Código ambiental*. Editorial Porvenir, San José. 316 p.
- Vega, JC. 2007. *Química del Medio Ambiente*. D.F., México. 234 p.