



Nombre de la asignatura: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, DISPOSICIÓN Y REUSO						
Clave: AMB06			Ciclo Formativo: Básico () Profesional () Especializado (x)			
Fecha de elaboración: 04 marzo 2015						
Horas Semestre	Horas semana	Horas de Teoría	Horas de Práctica	Créditos	Tipo	Modalidad (es)
96	6	4	2	10	Teórica () Teórica-práctica (x) Práctica ()	Presencial (x) Híbrida () Virtual ()
Semestre recomendado: 08				Requisitos curriculares: Ninguno		
Programas académicos en los que se imparte: IQ						
Conocimientos y habilidades previos: <ul style="list-style-type: none">• Estequiometria• Química analítica básica (Preparación de soluciones, curvas de calibración)• Balance de masa• Balance de energía						

1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

El curso de Tratamiento de Aguas Residuales, Disposición y Reuso, forma parte del área optativa Ambiental del programa académico de Ingeniería Química. Es una asignatura teórico-práctica. El curso pretende que los alumnos desarrollen las competencias que les permitan conocer los principios fundamentales en el manejo de aguas residuales municipales o industriales, su tratamiento, disposición y el reuso que se le pueda dar dependiendo de la calidad del agua tratada. El alumno adquirirá habilidades en la caracterización de aguas residuales, desarrollará la capacidad de proponer sistemas de tratamiento así como la evaluación del proceso dependiendo del uso final del agua tratada.

2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO

- Utiliza los conceptos y técnicas de las ciencias de la ingeniería química, de las operaciones básicas de procesamiento, del diseño de procesos y del análisis económico.
- Identifica y resuelve problemas técnicos, ingenieriles y económicos, mediante el uso de métodos propios de la ingeniería.
- Propone y aplica criterios y estrategias para la evaluación de la naturaleza y magnitud de los problemas, así como líneas de acción para su resolución.
- Tiene capacidad para la gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para las operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.

**3. CONTROL DE ACTUALIZACIONES**

Fecha	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
14/05/2012	Josefina Vergara Sánchez Rosa María Melgoza Alemán	Con el fin de actualizar el plan y programas de estudio de la licenciatura en Ingeniería Química, se realizan los siguientes cambios: <ul style="list-style-type: none">• Revisión y actualización del nombre y contenido de la asignatura.• Revisión y actualización de las referencias bibliográficas.
30/10/2013	Josefina Vergara Sánchez Rosa María Melgoza Alemán	<ul style="list-style-type: none">• Revisión y actualización del nombre y contenido de la asignatura.• Revisión y actualización de las referencias bibliográficas
09/03/2015	Josefina Vergara Sánchez Rosa María Melgoza Alemán Estela Flores Martínez	<ul style="list-style-type: none">• Cambio de formato intermedio a competencias

4. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar aguas residuales industriales y municipales, desarrollar sistemas de tratamiento, evaluar el sistema propuesto y su reúso para dar cumplimiento a la Legislación Ambiental Mexicana vigente.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS y/o TRANSVERSALES MODELO UNIVERSITARIO

Generación y aplicación de conocimiento	Aplicables en contexto
<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	<ul style="list-style-type: none">• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa• Capacidad para identificar,. Plantear y resolver problemas
Sociales	Éticas
<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de expresión y comunicación• Capacidad de trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none">• Compromiso con la preservación del medio ambiente• Compromiso ético

**6. CONTENIDO TEMÁTICO**

UNIDAD	TEMA	SUBTEMA
1	Introducción	1.1 La importancia del agua en el entorno 1.2 Situación mundial, Nacional y local sobre el tratamiento de aguas residuales
2	Estrategia de reducción/eliminación de residuos	2.1 Importancia de la minimización de residuos 2.2 Reducción en el origen 2.3 Reciclaje de los subproductos 2.4 Tratamiento 2.5 Incineración 2.6 Confinamiento controlado
3	Origen, características y clasificación de las aguas residuales	3.1 Origen de las aguas residuales 3.2 Características físicas, químicas y biológicas 3.2.1 Unidades de medición para parámetros físicos y químicos 3.3 Características físicas: definición y aplicación 3.3.1 Sólidos en todas sus formas 3.3.2 Olor 3.3.3 Temperatura 3.3.4 Densidad 3.3.5 Color 3.3.6 Turbiedad 3.4 Características químicas: definición y aplicación 3.4.1 Materia orgánica: Proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, surfactantes, contaminantes prioritarios, compuestos orgánicos volátiles, pesticidas y químicos agrícolas 3.4.2 Medición del contenido orgánico: DBO, DQO, COT, DTO 3.4.3 Materia inorgánica: pH, cloruros, alcalinidad, nitrógenos en todas sus formas, fósforo, azufre, metales pesados, compuestos tóxicos inorgánicos 3.4.4 Gases: Oxígeno disuelto, sulfuro de hidrógeno, metano 3.5 Características biológicas 3.5.1 Microorganismos: Bacterias, hongos, algas, protozoarios, plantas y animales, virus 3.5.2 Microorganismos indicadores: coliformes totales, coliformes fecales



4	Tecnologías de tratamiento de aguas residuales	4.1 Tecnologías de tratamiento de aguas residuales 4.2 Procesos unitarios físicos 4.3 Procesos unitarios químicos 4.4 Procesos unitarios biológicos 4.5 Selección de diagramas de flujo de procesos de tratamiento
5	Tratamiento primario	5.1 Operaciones unitarias empleadas en el tratamiento de aguas residuales 5.2 Medición de flujo 5.3 Cribado 5.4 Igualación de flujo 5.5 Mezclado 5.6 Sedimentación
6	Tratamientos secundarios	6.1 Introducción a procesos biológicos 6.2 Filtros percoladores 6.3 Biodiscos 6.4 Biofiltros anaerobios, aerobios y combinados 6.5 Lodos activados 6.5.1 En suspensión (anaerobio, aerobio) 6.5.2 Crecimiento adherido (anaerobio, aerobio) 6.6 Sistemas de lagunas 6.7 Humedales 6.8 Procesos aerobios 6.9 Procesos anaerobios 6.10 Procesos combinados
7	Tratamiento terciario	7.1 Introducción 7.2 Desinfección 7.2.1 Cloración 7.2.2 Ozonación 7.2.3 Luz Ultravioleta 7.3 Filtración 7.4 Intercambio iónico 7.5 Procesos avanzados de oxidación
8	Trenes de tratamiento	8.1 Tren de tratamiento (integración de los tratamientos primario, secundario y terciario) 8.2 Ejemplos de plantas de tratamiento de aguas residuales
9	Reúso de aguas residuales	9.1 Reúso de aguas municipales tratadas 9.2 Reúso de aguas industriales tratadas 9.3 Legislación



10	Estudio de caso	10.1 Propuesta de tratamiento
----	-----------------	-------------------------------

PRÁCTICAS:

Práctica	Tema
1	Normas de seguridad en un laboratorio químico
2	Muestreo aguas residuales
3	Determinación de sólidos en agua: Sedimentables, suspendidos totales y volátiles, totales, totales volátiles, y disueltos.
4	Determinación de DQO total y soluble
5	Coagulación-Floculación. Obtención de la dosis óptima de coagulación al mejor pH
6	Isotermas de adsorción
7	Cloración de agua residual
8	Diseño de tratamiento de aguas residuales

7. UNIDADES DE COMPETENCIAS DISCIPLINARES

Unidad 1: <i>Introducción</i>		
Competencia de la unidad: Investiga la situación actual de las aguas residuales municipales e industriales, para resolver la contaminación del agua en México y el mundo con base a la Legislación Ambiental vigente		
Objetivo de la unidad: Investigar la situación actual de las aguas residuales municipales e industriales y revisar la legislación ambiental que aplica y los usos potenciales del agua tratada.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
1.1 La importancia del agua en el entorno 1.2 Situación mundial, Nacional y local sobre el tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none">Debe ser capaz de analizar, sintetizar y evaluar la información del tema	<ul style="list-style-type: none">Debe ser disciplinado y responsable.
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor.</i>		Recursos didácticos <i>Proyector digital, computadora personal, teléfono celular,</i>

Unidad 2: <i>Estrategia de reducción /eliminación de residuos</i>
Competencia de la unidad: Investiga las estrategias de reducción y eliminación de residuos presentes en aguas residuales, con el fin de reducir la disposición de contaminantes en cuerpos receptores con base a la Legislación Ambiental
Objetivo de la unidad: Investigar las estrategias de reducción y eliminación de residuos presentes en aguas residuales.



Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
2.1 Importancia de la minimización de residuos 2.2 Reducción en el origen 2.3 Reciclaje de los subproductos 2.4 Tratamiento 2.5 Incineración 2.6 Confinamiento controlado	<ul style="list-style-type: none">Debe ser capaz de analizar, sintetizar y evaluar la información del tema así como trabajar en equipo	<ul style="list-style-type: none">Debe ser disciplinado y responsable y plantear una perspectiva sustentable
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes.</i>		Recursos didácticos <i>Proyector digital, computadora personal, teléfono celular.</i>

Unidad 3: Origen, características y clasificación de las aguas residuales		
Competencia de la unidad: Interpreta y clasifica el origen y la caracterización de las aguas residuales municipales e industriales de acuerdo a la Norma de Calidad para su disposición y reúso		
Objetivo de la unidad: Comprender el origen, la caracterización y la clasificación de las aguas residuales municipales e industriales		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
3.1 Origen de las aguas residuales 3.2 Características físicas, químicas y biológicas 3.2.1 Unidades de medición para parámetros físicos y químicos 3.3 Características físicas: definición y aplicación 3.3.1 Sólidos en todas sus formas 3.3.2 Olor 3.3.3 Temperatura 3.3.4 Densidad 3.3.5 Color 3.3.6 Turbiedad 3.4 Características químicas: definición y aplicación 3.4.1 Materia orgánica: Proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, surfactantes, contaminantes prioritarios, compuestos orgánicos volátiles, pesticidas y químicos	<ul style="list-style-type: none">Debe ser capaz de analizar, sintetizar y evaluar la información del tema así como trabajar en equipo.Debe tener capacidad de identificar y comprender las consecuencias del agua contaminada.	<ul style="list-style-type: none">Debe ser disciplinado y responsable y plantear una perspectiva sustentable.Atención al entorno (laboratorio)



agrícolas 3.4.2 Medición del contenido orgánico: DBO, DQO, COT, DTO 3.4.3 Materia inorgánica: pH, cloruros, alcalinidad, nitrógenos en todas sus formas, fósforo, azufre, metales pesados, compuestos tóxicos inorgánicos 3.4.4 Gases: Oxígeno disuelto, sulfuro de hidrógeno, metano 3.5 Características biológicas 3.5.1 Microorganismos: Bacterias, hongos, algas, protozoarios, plantas y animales, virus 3.5.2. Microorganismos indicadores		
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes y practicas experimentales</i>	Recursos didácticos <i>Proyector digital, computadora personal, teléfono celular.</i> <i>En laboratorio: materiales, reactivos, equipo de seguridad personal, equipo básico y especializado.</i> <i>Software especializado.</i>	

Unidad 4: Tecnologías de tratamiento de aguas residuales		
Competencia de la unidad: Comprende las diferentes tecnologías aplicadas en al tratamiento de aguas residuales municipales e industriales para dar solución a la contaminación del agua en el entorno con base la normatividad vigente		
Objetivo de la unidad: Conocer y analizar las diferentes tecnologías aplicadas en al tratamiento de aguas residuales municipales e industriales		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
4.1 Tecnologías de tratamiento de aguas residuales 4.2 Clasificación de tratamientos de aguas residuales 4.3 Procesos unitarios físicos 4.4 Procesos unitarios químicos 4.5 Procesos unitarios biológicos 4.6 Selección de diagramas de	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser capaz de analizar, sintetizar y evaluar la información del tema.• Trabajar en equipo.• Debe tener capacidad de identificar y comprender los procesos implicados en el tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser disciplinado y responsable.• Plantear una perspectiva sustentable.



flujo de procesos de tratamiento		
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes. Búsquedas bibliográficas y de artículos de investigación reciente.</i>	Recursos didácticos <i>Proyector digital, computadora personal, teléfono celular.</i>	

Unidad 5: <i>Tratamiento primario</i>		
Competencia de la unidad: Usa los conceptos de operaciones unitarias para implementar los procesos físicos y químicos empleados en el tratamiento primario de aguas residuales, para su disposición en cuerpos receptores para el cumplimiento de las Normatividad vigente.		
Objetivo de la unidad: Aplicar los conceptos de operaciones unitarias para comprender y analizar los procesos físicos y químicos empleados en el tratamiento primario de aguas residuales.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
5.1 Operaciones unitarias empleadas en el tratamiento de aguas residuales 5.2 Medición de flujo 5.3 Cribado 5.4 Igualación de flujo 5.5 Mezclado 5.6 Sedimentación	<ul style="list-style-type: none">• Trabajar en equipo.• Debe tener capacidad de identificar y comprender los procesos implicados en el tratamiento de aguas residuales.• Debe ser capaz de plantear soluciones y/o alternativas.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Debe ser disciplinado y responsable.</i>• <i>Debe ser proactivo</i>• Plantear una perspectiva sustentable.
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes. Búsquedas bibliográficas y de artículos de investigación reciente.</i>	Recursos didácticos <i>Proyector digital, computadora personal, teléfono celular.</i> <i>En laboratorio: materiales, reactivos, equipo de seguridad personal, equipo básico y especializado.</i> <i>Software especializado.</i>	

Unidad 6: <i>Tratamiento secundario</i>
Competencia de la unidad: Explica e interpreta los diversos procesos biológicos utilizados en el tratamiento secundario de aguas residuales, para proponer procesos de tratamiento para abatir la contaminación causada por aguas residuales
Objetivo de la unidad: Comprender los diversos procesos biológicos utilizados en el tratamiento secundario de aguas residuales.



Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
6.1 Introducción a procesos biológicos 6.2 Filtros percoladores 6.3 Biodiscos 6.4 Biofiltros anaerobios, aerobios y combinados 6.5 Lodos activados 6.5.1 En suspensión (anaerobio, aerobio) 6.5.2 Crecimiento adherido (anaerobio, aerobio) 6.6 Sistemas lagunares 6.7 Humedales 6.8 Procesos aerobios 6.9 Procesos anaerobios 6.10 Procesos combinados	<ul style="list-style-type: none">Trabajar en equipo.Debe tener capacidad de identificar y comprender los procesos implicados en el tratamiento de aguas residuales.Debe ser capaz de plantear soluciones y/o alternativas.	<ul style="list-style-type: none">Debe ser disciplinado y responsable.Debe ser proactivoPlantear una perspectiva sustentable.
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes. Búsquedas bibliográficas y de artículos de investigación reciente. Visitas a plantas de tratamiento de aguas residuales.</i>		Recursos didácticos Proyector digital, computadora personal, teléfono celular. Software especializado.

Unidad 7: Tratamiento terciario		
Competencia de la unidad: Explica e interpreta los procesos utilizados en el tratamiento terciario de aguas residuales, para proponer tratamientos para el pulimento del agua residual previo a su disposición final.		
Objetivo de la unidad: Comprender los conceptos de operaciones unitarias en el tratamiento terciario de aguas residuales.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
7.1 Introducción 7.2 Desinfección 7.2.1 Cloración 7.2.2 Ozonación, 7.2.3 Luz Ultravioleta 7.3 Filtración 7.4 Intercambio iónico 7.5 Procesos avanzados de oxidación	<ul style="list-style-type: none">Trabajar en equipo.Debe tener capacidad de identificar y comprender los procesos implicados en el tratamiento de aguas residuales.Debe ser capaz de plantear soluciones y/o alternativas.	<ul style="list-style-type: none">Debe ser disciplinado y responsable.Debe ser proactivoPlantear una perspectiva sustentable.
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes. Búsquedas bibliográficas y de artículos de investigación reciente. Visitas a plantas de tratamiento de aguas residuales.</i>		Recursos didácticos Proyector digital, computadora personal, teléfono celular. Software especializado.

**Unidad 8: Trenes de tratamiento**

Competencia de la unidad: Revisa, comprueba y detecta la aplicación de los tratamientos primarios, secundarios y terciarios en los trenes de tratamiento de aguas residuales para dar solución a las problemáticas ambientales derivadas de las aguas residuales

Objetivo de la unidad: Evaluar la aplicación de los tratamientos primarios, secundarios y terciarios en los trenes de tratamiento de aguas residuales para dar solución a las problemáticas ambientales derivadas de las aguas residuales

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
8.1 Tren de tratamiento (integración de los tratamientos primario, secundario y terciario) 8.2 Ejemplos de plantas de tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none">• Trabajar en equipo.• Debe tener capacidad de análisis, síntesis y evaluación• Debe tener capacidad de identificar y comprender los procesos implicados en el tratamiento de aguas residuales.• Debe ser capaz de plantear soluciones y/o alternativas.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Debe ser disciplinado y responsable.</i>• <i>Debe ser proactivo</i>• Plantear una perspectiva sustentable.
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes. Búsquedas bibliográficas y de artículos de investigación reciente. Visitas a plantas de tratamiento de aguas residuales.</i>		Recursos didácticos Proyector digital, computadora personal, teléfono celular. Software especializado.

Unidad 9: Reúso de aguas residuales

Competencia de la unidad: Comprende, interpreta y clasifica el reúso potencial de aguas residuales tratadas, dependiendo del uso final y el cumplimiento de la Legislación vigente para la protección del recurso hídrico.

Objetivo de la unidad: Investigará el reúso de aguas residuales tratadas dependiendo del uso final y el cumplimiento de la Legislación vigente

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
9.1 Reúso de aguas municipales tratadas 9.2 Reúso de aguas industriales tratadas 9.3 Legislación Ambiental del agua	<ul style="list-style-type: none">• Trabajar en equipo.• Debe tener capacidad de análisis, síntesis y evaluación• Debe tener capacidad de identificar y comprender los procesos implicados en el tratamiento de aguas residuales.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Debe ser disciplinado y responsable.</i>• <i>Debe ser proactivo</i>• Plantear una perspectiva sustentable.



	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser capaz de plantear soluciones y/o alternativas.	
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas, presentación del profesor. Seminarios por estudiantes. Búsquedas bibliográficas y de artículos de investigación reciente. Visitas a plantas de tratamiento de aguas residuales.</i>	Recursos didácticos Proyector digital, computadora personal, teléfono celular. Software especializado.	

Unidad 10: <i>Estudio de caso</i>		
Competencia de la unidad: Elabora una propuesta para el tratamiento de aguas residuales municipales o industriales con base a los conocimientos y habilidades desarrollados durante el curso		
Objetivo de la unidad: Presentar una propuesta para el tratamiento de aguas residuales municipales o industriales donde aplique los conocimientos y habilidades adquiridos durante el curso.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
10.1 Propuesta de tratamiento	<ul style="list-style-type: none">• Trabajar en equipo.• Debe tener capacidad de análisis, síntesis y evaluación• Debe tener capacidad de identificar y comprender los procesos implicados en el tratamiento de aguas residuales.• Debe ser capaz de plantear soluciones y/o alternativas.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Debe ser disciplinado y responsable.</i>• <i>Debe ser proactivo</i>• Plantear una perspectiva sustentable.
Estrategias de enseñanza: <i>Debates, lluvia de ideas. Seminarios por estudiantes. Búsquedas bibliográficas y de artículos de investigación reciente.</i>	Recursos didácticos Proyector digital, computadora personal, teléfono celular. Software especializado.	

8. EVALUACIÓN.

La calificación final será el promedio de la evaluación teórico-práctica. La teoría se evaluará con el promedio de 4 evaluaciones parciales. Cada evaluación parcial estará integrada por el examen parcial, y las actividades de investigación y participación en clase. La evaluación de laboratorio será la correspondiente al desarrollo del 100 % de las prácticas planteadas en el curso.



9. FUENTES DE CONSULTA.

Bibliografía básica:

- Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering. Treatment Disposal Reuse, Mc Graw Hill International Edition. 2003.
- Sawyer C.N., Mc Carty P., Parking G.F., Chemistry for Environmental Engineering , Mc Graw Hill. 1999
- Eckenfelder, J.R.W., Industrial Water Pollution Control , Mc Graw Hill. 1999.
- Crites R. y Tchobanoglous. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Mc.Graw-Hill, 2000.
- AGATHOS S. N. Y REINEKE W. Biotechnology for the environment: wastewater treatment and modelig; waste gas handling. Holanda. Kluwer Academic Publishers. 2003.
- Biological wastewater treatment systems. Advanced Biological Treatment for industrial Wastewater. IWA Publishing, United Kingdom. 2006.

Bibliografía complementaria:

- Eugene R. Weiner. Applications of Environmental Aquatic Chemistry A Practical Guide, 2^a edition, CRC Press Taylor & Francis Group, 2008.
- Artículos pertinentes a la temática abordada durante clase