

## TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Fundamentos y procesos de saneamiento con fines de reúso



Presencial



Del 19 de septiembre de 2025 a 16 de enero de 2026



140 horas

### OBJETIVO GENERAL

Proponer soluciones a problemas relacionados con el saneamiento de aguas residuales municipales e industriales, evaluando sus parámetros de calidad, procesos y operaciones unitarias, considerando el cumplimiento de la normatividad mexicana para agua tratada y promoviendo estrategias para su reúso.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Calificación final igual o mayor a 8.0 (base 10).
  - Actividades modulares 60 %
  - Proyecto final 30 %
  - Participación académica constante 10 %Mantiene interacción con el grupo de forma activa, expresa ideas, comentarios, aportaciones, dudas en clase sobre los temas de análisis. Tiene iniciativa para participar en las prácticas, ejercicios, dinámicas y técnicas para incentivar su aprendizaje. Disposición para integrarse y trabajar de forma cooperativa y en equipos. Muestra respeto por la forma de expresarse de sus compañeros.
- Asistir al menos al 80 % de las sesiones.

### METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El diplomado consta de 140 horas (120 teóricas y 20 prácticas), la distribución de los temas se detalla en el temario y los tiempos en el cronograma.

El docente expondrá los temas de forma oral y asistido con material audiovisual. Se promoverá la resolución de problemas en el pizarrón, fomentando la participación de los estudiantes. Se incentivará el autoaprendizaje y se reforzarán los conocimientos adquiridos en el salón de clase por medio de actividades de investigación, resolución de problemas hipotéticos, una visita técnica y prácticas de laboratorio.

### TEMARIO MODULAR

## 01

### PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Instructor: Dr. Gustavo Acosta Santoyo (1.1 - 1.3)  
Dr. Adrián Sosa Domínguez (1.4)

Dedicación: 10 horas teóricas

**Objetivo:** Analizar la problemática ambiental relacionada con el agua a nivel local, regional y mundial, interpretando los principales parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de toxicidad para evaluar la calidad del recurso hídrico. Reconoce la presencia e impacto de contaminantes emergentes en la salud humana y el medio ambiente, así como la importancia de las normativas y políticas ambientales para la gestión sostenible del agua.

#### Temas

#### 1.1 Problemática del agua local, regional y mundial

#### 1.2 Parámetros fisicoquímicos de calidad del agua

- 1.2.1 Características físicas: sólidos, turbiedad y color
- 1.2.2 Características químicas: DBO<sub>5</sub>, DQO, COT, dureza, alcalinidad, nitrógeno, fósforo y pH

#### 1.3 Parámetros microbiológicos de calidad del agua

- 1.3.1 Causas y efectos de la presencia de patógenos en el agua
- 1.3.2 Escherichia coli
- 1.3.3 Enterococos fecales
- 1.3.4 Huevos de helminto
- 1.3.5 Toxicidad aguda por el método Microtox®

#### 1.4 Contaminantes de preocupación emergente

- 1.4.1 Origen de los diferentes tipos de contaminantes emergentes
- 1.4.2 Características fisicoquímicas y su disponibilidad en el agua
- 1.4.3 Impactos a la salud humana y al medio ambiente
- 1.4.4 Regulación y políticas ambientales

#### Actividades Académicas

Evaluación de la contaminación del agua (cuestionario) 10 %

## 02

### INTRODUCCIÓN, PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES

Instructor: Dr. Josué Daniel García Espinoza (2.1-2.2)  
Dr. José de Jesus Treviño Reséndez (2.3-2.4)

Dedicación: 20 horas teóricas

**Objetivo:** Comprender las características de las aguas residuales y los caudales de diseño, con el fin de seleccionar adecuadamente las etapas del tratamiento, teniendo en cuenta los procesos y operaciones unitarias más utilizados en la actualidad para garantizar su eficiencia y cumplimiento normativo. Además, aplica criterios técnicos para el dimensionamiento básico y selección de unidades de pretratamiento y tratamiento primario, demostrando responsabilidad profesional en el diseño de sistemas de tratamiento.

#### Temas

#### 2.1 Características de las aguas residuales y caudales de diseño

- 2.1.1 Tipos de aguas residuales: domésticas, municipales e industriales
- 2.1.2 Cálculo de caudal medio, mínimo y máximos de aguas residuales

#### 2.2 Introducción al tratamiento de aguas residuales

- 2.2.1 Etapas de un sistema de tratamiento

#### 2.3 Pretratamiento

- 2.3.1 Caja de control
- 2.3.2 Rejilla gruesa y fina
- 2.3.3 Canal desarenador
- 2.3.4 Trampa de grasas
- 2.3.5 Cárcamo de bombeo



**2.4 Tratamiento primario**

- 2.4.1 Neutralización
- 2.4.2 Homogeneización
- 2.4.3 Sedimentación
- 2.4.4 Flotación con aire disuelto

**Actividades Académicas**

Dimensionamiento de sedimentador primario y tanque de homogenización (Aprendizaje Basado e Problemas) 10 %

**03**

**FUNDAMENTOS DE PROCESOS BIOLÓGICOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**Instructor:** Dra. Diana Issell Sandoval Cárdenas (3.1-3.3)  
Dr. José de Jesús Treviño Reséndez (3.4-3.5)  
Dra. Arely Cárdenas Robles (3.6)

**Dedicación:** 30 horas teóricas

**Objetivo:** Reconocer los procesos metabólicos involucrados en la biodegradación de contaminantes durante el tratamiento secundario de aguas residuales, mediante el análisis de los fundamentos microbiológicos y bioquímicos. Reconoce los procesos celulares, los mecanismos de remoción de materia orgánica y nutrientes, y los principales parámetros de operación, para evaluar el funcionamiento de procesos biológicos y seleccionar tecnologías adecuadas de tratamiento, aplicando criterios de diseño y referentes de instalaciones industriales reales.

**Temas**

**3.1 Fundamentos de procesos aerobios**

- 3.1.1 Anabolismo y catabolismo
- 3.1.2 Glucólisis, ciclo de Krebs y cadena de transporte de electrones
- 3.1.3 Organismos autótrofos, heterótrofos, aerobios y facultativos
- 3.1.4 Conversión aerobia de materia orgánica, nitrificación y desnitrificación

**3.2 Fundamentos de procesos anaerobios**

- 3.2.1 Rutas metabólicas de la digestión anaerobia: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis
- 3.2.2 Organismos anaerobios
- 3.2.3 Generación de biogás

**3.3 Práctica de laboratorio de microbiología con lodo de planta de tratamiento de aguas residuales**

- 3.3.1 Respirometría de lodos activados
- 3.3.2 Tinción y observación de microorganismos de lodo en microscopio óptico

**3.4 Procesos aerobios y anaerobios**

- 3.4.1 Sistema de lodos activados: operación, criterios de diseño y cálculos básicos
- 3.4.2 Filtro percolador: operación, criterios de diseño y cálculos básicos
- 3.4.3 Reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA): operación, criterios de diseño y cálculos básicos

**3.5 Procesos extensivos y avanzados**

- 3.5.1 Sistemas lagunares y humedales
- 3.5.2 Modalidades del sistema de lodos activados para la remoción de nitrógeno y fósforo
- 3.5.3 Biorreactor con membranas

**3.6 Tratamiento de lodos residuales**

- 3.6.1 Características de los lodos residuales
- 3.6.2 Espesamiento
- 3.6.3 Estabilización química y biológica
- 3.6.4 Deshidratación por métodos naturales y mecánicos

**Actividades Académicas**

Bioquímica y microbiología de procesos secundarios (cuestionario) 10 %

**04**

**FUNDAMENTOS DE PROCESOS FÍSICOQUÍMICOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**Instructor:** Dra. Mónica Lizbeth Razo Negrete (4.1 y 4.3),  
Dr. Josué Daniel García Espinoza (4.2 y 4.4),  
Dr. Gustavo Acosta Santoyo (4.5)

**Dedicación:** 25 horas teóricas

**Objetivo:** Comprender los principales parámetros de operación y el funcionamiento de los procesos fisicoquímicos en el tratamiento terciario de agua residual que permitan una adecuada selección de las tecnologías para la remoción de contaminantes suspendidos y disueltos para obtener la calidad del agua requerida, mediante el análisis de conceptos, criterios de diseño y la presentación de imágenes de instalaciones industriales.

**Temas**

**4.1 Desinfección y oxidación química**

- 4.1.1 Métodos de desinfección: químicos y físicos
- 4.1.2 Química de la cloración y punto de quiebre
- 4.1.3 Ozonación
- 4.1.4 Radiación UV

**4.2 Adsorción y ablandamiento**

- 4.2.1 Fundamentos y tipos de adsorbentes
- 4.2.2 Modos de operación y configuración de adsorbedores de carbón activado
- 4.2.3 Ablandamiento cal-carbonato
- 4.2.4 Intercambio iónico

**4.3 Filtración convencional y filtración con membranas**

- 4.3.1 Fundamentos y materiales filtrantes
- 4.3.2 Filtros de arena por gravedad y a presión
- 4.3.3 Terminología y clasificación de los procesos de membrana
- 4.3.4 Microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y osmosis inversa

**4.4 Coagulación y floculación**

- 4.4.1 Química de los mecanismos de desestabilización
- 4.4.2 Tipos de coagulantes y floculantes (orgánicos e inorgánicos)
- 4.4.3 Mezcla rápida y mezcla lenta
- 4.4.4 Prueba de jarras

**Actividades Académicas**

Procesos fisicoquímicos para tratamiento de aguas residuales (Resumen) 5 %

**05**

**FUNDAMENTOS DE PROCESOS AVANZADOS DE OXIDACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**Instructor:** Dr. Josué Daniel García Espinoza (5.1)  
Dr. Luis Godínez Mora-Tovar (5.2)  
Dra. Arely Cárdenas Robles (5.3)  
Dra. Mónica Lizbeth Razo Negrete (5.4)

**Dedicación:** 20 horas teóricas

**Objetivo:** Comprender los fundamentos de la generación de radicales hidroxilo y otras especies reactivas en los procesos avanzados de oxidación que permita conocer las nuevas tendencias de tecnologías para la remoción de contaminantes tóxicos y recalcitrantes, mediante el análisis de aplicaciones reales.

**Temas**

**5.1 Procesos avanzados de oxidación**

- 5.1.1 Características y propiedades del radical hidroxilo
- 5.1.2 Tecnologías fotoquímicas y no fotoquímicas
- 5.1.3 Fenton y foto-Fenton
- 5.1.4 Fotocatálisis heterogénea

**5.2 Tecnologías electroquímicas de oxidación**

- 5.2.1 Fundamentos de electroquímica
- 5.2.2 Oxidación electroquímica, mecanismos y la importancia del material de los electrodos
- 5.2.3 Electro-Fenton y electrocoagulación
- 5.2.4 Futuro de las tecnologías electroquímicas de oxidación

**5.3 Tecnologías bioelectroquímicas**

- 5.3.1 Sistemas bioelectroquímicos
- 5.3.2 Microorganismos y su interacción con los electrodos
- 5.3.3 Degradación de contaminantes y generación de productos de valor agregado

**5.4 Prácticas de laboratorio de electroquímica ambiental**

- 5.4.1 Voltamperometría cíclica para la generación de cloro en ánodo de titanio
- 5.4.2 Electrocoagulación de agua residual gris

**Actividades Académicas**

Procesos avanzados de oxidación fotoquímicas y no fotoquímicas (Cuadro sinóptico) 10 %

**06**

**TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES**

**Instructor:** Dr. José de Jesús Treviño Reséndez (6.1.1 - 6.1.2)  
Dra. Diana Issell Sandoval Cárdenas (6.1.3 - 6.1.4)

**Dedicación:** 10 horas teóricas

**Objetivo:** Conocer las características de diferentes efluentes industriales y tecnologías aplicadas, a partir del análisis de casos donde se presentan los procesos para el tratamiento de este tipo de aguas residuales, para seleccionar el adecuado tren de tratamiento para su depuración.

**Temas**

- 6.1 Aguas residuales industriales y tecnologías de tratamiento
  - 6.1.1 Industria petroquímica
  - 6.1.2 Industria del curtido de pieles
  - 6.1.3 Agroindustria
  - 6.1.4 Industria metal-mecánica

**Actividades Académicas**

Tratamiento de efluentes industriales (cuestionario) 10 %

**07**

**PERSPECTIVAS DEL USO DEL AGUA Y TECNOLOGÍA DESARROLLADA**

**Instructor:** Dr. Gustavo Acosta Santoyo (7.1)  
Dr. Luis Godínez Mora-Tovar (7.2)

**Dedicación:** 10 horas teóricas

**Objetivo:** Reconocer las estrategias de reúso del agua residual tratada con la finalidad de promover el aprovechamiento de los recursos hídricos de acuerdo con la normatividad mexicana, mediante el análisis de los límites máximos permisibles de los diferentes tipos de descarga y reúso del agua.

**Temas**

- 7.1 Normatividad mexicana de aguas residuales tratadas, lodos y biosólidos
  - 7.1.1 NOM-001-SEMARNAT-2021
  - 7.1.2 NOM-002-SERMANAT-1996
  - 7.1.3 NOM-003-SEMARNAT-1997
  - 7.1.4 NOM-004-SEMARNAT-2002
  - 7.1.5 Reúso del agua residual tratada
- 7.2 Comercialización de la ciencia y tecnología.

**Actividades Académicas**

Análisis comparativo de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-001-SEMARNAT-2021 (Investigación) 5 %

**Proyecto Final**

Tren de tratamiento de aguas residuales 30 %

**Visita a Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Visita a planta de tratamiento de aguas residuales Centro de la Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro, con el objetivo de conocer la operación de los diferentes procesos y operaciones unitarias, así como el funcionamiento de los equipos que constituyen una planta de tratamiento de aguas residuales.

**INSTRUCTORES**



**Dr. José de Jesús Treviño Reséndez**

Ingeniero Ambiental por el Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Maestro en Ingeniería Ambiental por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) campus Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Doctor en Ciencia y Tecnología con especialidad en Ingeniería Ambiental por el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ).

Cuenta con experiencia laborando para el sector privado y gubernamental en proyectos relacionados al tratamiento de aguas residuales y potabilización. Sus líneas de investigación se enfocan en la generación electroquímica de especies oxidantes para la degradación de compuestos recalcitrantes y la integración de procesos electroquímicos y biológicos para el tratamiento de aguas residuales. Ha publicado 10 artículos de investigación en revistas indexadas y 1 capítulo de libro.

Responsable Académico del diplomado “Tratamiento de aguas residuales: fundamentos y procesos de saneamiento con fines de reúso”.



**Dra. Arely Iraís Cárdenas Robles**

Doctora en Electroquímica, Maestra en Ciencia y Tecnología Ambiental, Licenciatura en Ingeniería Bioquímica. investigadora por México Conahcyt, asignada a la Facultad de Química en la UAQ. SNI, nivel 1.



**Dr. Josué Daniel García Espinoza**

Doctor en Ingeniería Ambiental por la Universidad Nacional Autónoma de México campus Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Estancia posdoctoral en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica.

Docente e investigador en la Facultad de Química, UAQ. SNI nivel 1. Índice H: 8. Líneas de generación y aplicación del conocimiento:

- Tratamiento y calidad del agua, particularmente estudios enfocados a la degradación de contaminantes recalcitrantes por medio de procesos electroquímicos avanzados de oxidación y a la evaluación de su desempeño en efluentes secundarios de plantas de tratamiento de aguas residuales.



**Dra. Mónica Lizbeth Razo Negrete**

Doctora en electroquímica especialista en modificación de superficies y en el desarrollo de recubrimientos electrolíticos de metales de transición y elementos de las tierras raras, tanto en medio acuoso como en líquidos iónicos.

Actualmente investiga el desarrollo de foto-ánodos flexibles para el tratamiento de aguas mediante procesos avanzados de oxidación.



**Dr. Adrián Sosa Domínguez**

Maestría en Electroquímica, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Qro., México, 2014. Doctorado en Electroquímica, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Qro., México, 2014 - 2017.



**Dr. Luis Arturo Godínez  
Mora-Tovar**

Ingeniero Químico y maestría en Ciencias Químicas (Fisicoquímica) en la UNAM. Cuenta con 2 maestrías más, una en Química por la Universidad de Miami en los EUA y una en Comercialización de Ciencia y Tecnología por el CIMAV, en un programa conjunto con la Universidad de Texas (UT). En 1997, se graduó del doctorado en Fisicoquímica en la Universidad de Miami y posteriormente hizo una estancia post-doctoral en la Universidad del Sur de la Florida en los EUA.

Durante sus estudios, recibió reconocimientos académicos, destacan: medalla Gabino Barreda por estudios de maestría en UNAM y "Award for Academic Merit" y el "Best First Year Academic Record"; otorgados por la Universidad de Miami.

Después de realizar sus estudios de posgrado, se incorporó al CIDETEQ como investigador titular. En diciembre de 2005, fué nombrado Director General del CIDETEQ, función que desempeñó por una década para después. De marzo 2017 a diciembre de 2018, se desempeñó como Director del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en el CONACYT. De junio 2020 a la fecha se desempeña como profesor investigador y Coordinador del CEACA en la Universidad Autónoma de Querétaro.

Cuenta con 6 productos de propiedad industrial y más de 150 publicaciones con arbitraje estricto y circulación internacional. Desde el 2004 es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y en 2003 y en 2005 fue nombrado vicepresidente y presidente respectivamente de la Sociedad Mexicana de Electroquímica; posición que desempeñó hasta el 2007. En 2018 recibió el Premio Nacional de Electroquímica como reconocimiento a su contribución al desarrollo de la electroquímica en México. Desde 1999, ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores y desde 2010 se le ha distinguido con el nombramiento en el nivel 3.

Formación de recursos humanos: Ha participado en actividades docentes en la UNAM, en la Universidad de Miami, en el CIDETEQ y en el ITESM campus Querétaro, en donde se le otorgaron tres premios por docencia (reconocimientos Delta y Estrella).



**Dra. Diana Issell Sandoval  
Cárdenas**

Doctora en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada por la Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional.

Desarrolla materiales nanoparticulados por métodos verdes, con aplicaciones en el área ambiental para desinfección y tratamiento de aguas residuales. Trabaja en el desarrollo de estrategias para enfrentar el problema de la contaminación por plásticos desde dos frentes, el desarrollo de plásticos biodegradables y con propiedades funcionales, así como la biodegradación de desechos plásticos. De esta forma ha fusionado los conocimientos adquiridos durante su formación profesional en Biotecnología con la Nanotecnología a través de sus estudios de posgrado, donde biosintetizó nanopartículas metálicas y semiconductoras a partir de desechos industriales y utilizando hongos. Finalmente, su vocación docente se muestra con sus 12 años de experiencia.



**Dr. Gustavo Acosta Santoyo**

Licenciado en Biología por la Universidad Autónoma de Querétaro (especialidad biología celular y molecular), Maestro en Biotecnología Agrícola (Ingeniería Genética de Plantas) por la Universidad Autónoma Chapingo y Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Ambiental por el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, además de Estancia Posdoctoral en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha (España).

Estudios científicos sobre estimulación de plantas y remediación de suelos contaminados por hidrocarburos y metales pesados (Electro-fito-remediación), tratamiento electroquímico para remediación de efluentes contaminados por compuestos organoclorados y diseño de reactores para tratamiento de aguas (electrodialisis/electro ósmosis) y diseño de reactores para producción de compuestos químicos de interés comercial (ozono, peroxona, carbonatos y cloruros), desde perspectiva de economía circular.

## CRONOGRAMA

OFERTA del 19 de septiembre de 2025 a 16 de enero de 2026																												
Instructor/a	Septiembre			Octubre										Noviembre						Diciembre			Enero					
	Vie 19	Jue 25	Vie 26	Jue 02	Vie 03	Jue 09	Vie 10	Jue 16	Vie 17	Jue 23	Vie 24	Jue 30	Vie 31	Jue 06	Vie 07	Jue 13	Vie 14	Jue 20	Vie 21	Jue 27	Vie 28	Jue 04	Vie 05	Jue 11	Jue 08	Vie 09	Jue 15	Vie 16
Dr. Gustavo Acosta Santoyo	M-1	M-1	M-1																M-4								M-7	
Dr. Adrián Sosa Domínguez				M-1																								
Dr. Josué Daniel García Espinoza					M-2	M-2										M-4		M-4		M-5								
Dr. José de Jesús Treviño Reséndez							M-2	M-2				M-3	M-3											M-6				
Dra. Diana Issell Sandoval Cárdenas										M-3	M-3	M-3													M-6		PF	
Dra. Arelly Cárdenas Robles														M-3									M-5					
Dra. Mónica Lizbeth Razo Negrete															M-4		M-4							M-5				
Dr. Luis Godínez Mora-Tovar																							M-5				M-7	

Con base en el calendario institucional 202, no se contempla:

- 12 de diciembre por ser día no laborable
- 15 de diciembre de 2025 a 02 de enero de 2026 por periodo vacacional.

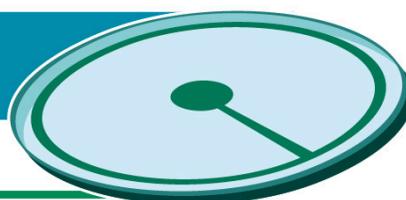
Sesiones de 5 horas, programados los días jueves y viernes de 16:00 a 21:00 h.

# DIPLOMADO

---

## TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Fundamentos y procesos  
de saneamiento con fines de reúso



2025-2

---