

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Ingeniería Ambiental.
<b>Clave de la asignatura:</b>	POE-1502
<b>SATCA1:</b>	3-1-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Civil

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>La materia ofrece una introducción práctica y certera al tema de la Ingeniería Ambiental en Obras de Ingeniería Civil. El curso está diseñado para los estudiantes de Ingeniería Civil; adaptándose al perfil de ellos, quienes toman un solo curso de química (inorgánica, principalmente) en el primero o segundo semestre y de Desarrollo Sustentable en sexto semestre.</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Civil, la capacidad para proponer soluciones a la problemática ocasionada por la generación de Aguas Residuales y Desechos sólidos, así como planear, proyectar, diseñar, construir y operar una Planta de Tratamiento y un Relleno sanitario.</p> <p>Para este curso, los alumnos han llevado previamente los fundamentos de la hidráulica; han cursado hidráulica básica y de canales. Por otra parte, en la rama de Ingeniería Ambiental generalmente anteceden al curso de tratamiento los de desarrollo sustentable, abastecimiento de agua potable y alcantarillado.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>Conocer y aplicar adecuadamente la Legislación Nacional en materia Ambiental. Además, las Normas Oficiales Mexicanas en materia de descarga y re-uso de las Aguas Residuales.</p> <p>Identificar los sistemas utilizados para el Tratamiento de las Aguas Residuales. Orientar los conocimientos adquiridos anteriormente para el diseño de los componentes de un sistema de tratamiento de Aguas Residuales.</p> <p>La materia Ingeniería Ambiental, se desarrolla a través de siete unidades adecuadamente diseñadas, para una mejor comprensión por parte del alumno, con la guía del maestro, lo cual permite el mejor desarrollo de la clase.</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Zacatepec, Mayo 2015	Academia de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Zacatepec	Reunión de academia de Ingeniería Civil de fecha 28 de mayo de 2015

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Formular Proyectos de solución a los problemas que surgen por la generación de los desechos sólidos, así como analizar la construcción de rellenos sanitarios como una opción para la disposición final.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar propuestas técnicas y económicas para el desarrollo de Proyectos de Ingeniería.</li> <li>• Realizar la planeación, programación y ejecución de Proyectos de Ingeniería de acuerdo a la normatividad correspondiente, a la magnitud del Proyecto, al lugar geográfico y a las condiciones políticas y económicas donde se desarrolle.</li> <li>• Identificar la normatividad vigente para el tratamiento, disposición y re-uso de las aguas residuales.</li> <li>• Identificar los niveles de tratamiento de las aguas residuales en sus diferentes etapas.</li> <li>• Elaborar propuestas técnicas y económicas para el desarrollo de Proyectos de Ingeniería.</li> <li>• Realizar la planeación, programación y ejecución de Proyectos de Ingeniería de acuerdo a la normatividad correspondiente, a la magnitud del Proyecto, al lugar geográfico y a las condiciones políticas y económicas donde se desarrolle.</li> </ul>

### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejar adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet.</li> <li>• Conocer los fundamentos de desarrollo sustentable, maquinaria y movimiento de tierras.</li> <li>• Conocer los fundamentos de química, hidráulica básica, hidráulica de canales, desarrollo sustentable, abastecimiento de agua potable y alcantarillado.</li> </ul>
--

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la ciencia e Ingeniería Ambiental Legislación, Gestión Ambiental e Impacto ambiental.	1.1 Ecología y ecosistemas 1.2 Recursos naturales; exploración, explotación, producción, distribución, consumo y disposición. 1.3 Energía Fuentes naturales y alternativas

		<p>1.4 Contaminación del medio ambiente; prevención y control (agua, suelos y aire).</p> <p>1.5 Objetivo y fundamento de la legislación ambiental.</p> <p>1.6 Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental.</p> <p>1.7 Impacto ambiental, generalidades y clasificación.</p> <p>1.8 Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental y Evaluación de proyectos.</p>
2	<p>Manejo integral del recurso hídrico y Fundamentos del tratamiento de las aguas residuales.</p>	<p>2.1 Historia, Características de las aguas residuales, aforo, muestreo y análisis de laboratorio</p> <p>2.2 Legislación nacional en materia de control de la calidad del agua. Normas Oficiales Mexicanas en materia de descarga y re-uso de aguas residuales.</p> <p>2.3 Clasificación de los contaminantes y Contaminantes habituales en las aguas residuales.</p> <p>2.4 Recorrido del agua residual hasta las plantas.</p> <p>2.5 Qué es y como funciona Planta de tratamiento de Agua Residual - PTAR -</p> <p>2.6. Funcionamiento de una PTAR físico-química.</p> <p>    y Funcionamiento de una PTAR biológica.</p> <p>2.7 Qué es y como funciona Estación de tratamiento de Agua Potable - ETAP -</p>
3	<p>Procesos de tratamiento de una PTAR: Primario, Secundario y Avanzando.</p>	<p>3.1 Cribado, Desarenadores, Medición de caudales y Tanques de igualación o regulación.</p> <p>3.2 Sedimentación primaria.</p> <p>3.3 Principales actividades de la operación y mantenimiento de los elementos del subsistema primario.</p> <p>3.4 Metabolismo, crecimiento y utilización del sustrato.</p> <p>3.5 Sistemas de cultivo suspendido y Sistemas de cultivo adherido.</p> <p>3.6 Filtros Percoladores y Discos Biológicos Rotativos</p> <p>3.7 Sedimentación secundaria.</p> <p>3.8 Lagunas de estabilización</p> <p>3.9 Desinfección de efluentes.</p> <p>3.10 Perfiles hidráulicos.</p>

4	Tratamiento y disposición de lodos.	<p>4.1 Características de los lodos. Norma oficial mexicana en materia de lodos residuales.</p> <p>4.2 Espesamiento y Digestión.</p> <p>4.3 Acondicionamiento, deshidratado y reducción.</p> <p>4.4 Disposición.</p> <p>4.5 Línea de gas de una depuradora.</p> <p>4.6 Cogeneración.</p> <p>4.7 Tratamiento térmico.</p> <p style="padding-left: 20px;">4.7.1 Secado térmico.</p> <p style="padding-left: 20px;">4.7.2 Incineración.</p> <p>4.8 Compostaje.</p>
5	<p>Manejo Integral de los desechos solidos.</p> <p>Generación, Composición, Manejo, Separación, Recolección, Procesamiento y Transformación.</p>	<p>5.1 Generalidades.</p> <p>5.2 Disposición inicial.</p> <p>5.3 Problemas de salud pública.</p> <p>5.4 Clasificación de los residuos sólidos, Materiales recuperables y Alternativas para la separación.</p> <p>5.5 Manipulación, transporte y Almacenamiento - Centros de acopio.</p> <p>5.6. Métodos, Equipos y Frecuencia de recolección.</p> <p>5.7. Procesamiento y transformación.</p> <p>5.8. Conversión Térmica, Biológica y química.</p> <p>5.9. Análisis de impacto ambiental.</p>
6	Relleno Sanitario	<p>6.1. Principios básicos de un relleno sanitario.</p> <p>6.2. Tipos de relleno sanitario.</p> <p>6.3. Normas y especificaciones.</p> <p>6.4. Análisis de impacto ambiental.</p> <p>6.5. Operación y conservación.</p>

### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<p>Nombre de tema</p> <p>Introducción a la ciencia e Ingeniería Ambiental Legislación, Gestión Ambiental e Impacto ambiental</p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Comprender la Ingeniería ambiental, la legislación e impactos que genera la obra civil y como mitigarlos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar línea de tiempo con referencia a la ciencia e ingeniería ambiental</li> </ul>

<p>Genéricas:</p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la legislación en materia Ambiental</li> <li>• Identificar los diferentes impactos ambientales.</li> <li>• Identificar los problemas generados por no preservar el ambiente.</li> <li>• Elaborar un cuadro sinóptico de las características del medio.</li> </ul>
<p>Nombre de tema</p> <p>Manejo integral del recurso hídrico y Fundamentos del tratamiento de las aguas residuales.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Determinar las características de las aguas residuales en cuanto a su origen y composición. Asimismo, analizar la legislación en materia de control de la calidad del agua y distinguirá las actividades que incluyen las fases de Ingeniería básica y de Ingeniería de detalle.</p> <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las características de las aguas residuales. Físicas, químicas.</li> <li>• Analizar las leyes en materia de control de calidad así como las Normas vigentes de descarga y reúso.</li> <li>• Identificar las características y los procesos de una PTAR y de una ETAP.</li> <li>• Identificar los elementos de la legislación para su aplicación en la</li> </ul>

<p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<p>Elaboración del Proyecto de la materia.</p>
<p style="text-align: center;">Nombre de tema</p> <p style="text-align: center;">Procesos de tratamiento de una PTAR: Primario, Secundario y Avanzando.</p>	
<p style="text-align: center;">Competencias</p>	<p style="text-align: center;">Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Determinar los elementos de un tren típico de tratamiento primario. Asimismo, distinguirá las actividades de operación y mantenimiento de los elementos del subsistema.</p> <p>Comprender los procesos biológicos aerobios, anaerobios y anóxicos, los elementos de un sistema aerobio típico de biomasa suspendida y los de un sistema aerobio típico de biomasa adherida. Asimismo, determinar los problemas de funcionamiento de los procesos y de las actividades de operación y mantenimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar en un mapa conceptual o cuadro sinóptico los elementos del subsistema de tratamiento primario, secundario y avanzado.</li> <li>• Analizar las características del cribado y de los desarenadores.</li> <li>• Identificará los tipos de sistemas para medir los caudales.</li> <li>• Identificar los elementos de un tanque de igualación.</li> <li>• Analizar las características de los tipos de sedimentadores</li> <li>• Identificar las principales actividades de la operación del subsistema primario.</li> <li>• Clasificar en un mapa conceptual o cuadro sinóptico los elementos del subsistema de tratamiento secundario.</li> </ul>

<p>de los elementos del subsistema secundario.</p> <p>Genéricas:</p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación acerca del metabolismo, crecimiento y utilización del sustrato.</li> <li>• Analizar las características del sistema de cultivo suspendido y del sistema de cultivo adherido y</li> <li>• Analizar las características de la sedimentación secundaria.</li> <li>• Analizar las características de la desinfección de efluentes.</li> <li>• Analizar las características de los perfiles hidráulicos y la pérdida de energía.</li> <li>• Relacionar y Valorar los elementos necesarios para su aplicación en la Elaboración del Proyecto de la materia.</li> </ul>
<p>Nombre de tema</p> <p>Tratamiento y disposición de lodos.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Comprender los métodos de tratamiento y disposición final de los lodos producidos en los procesos de tratamiento, y aplicará la norma oficial mexicana en la materia.</p> <p>Genéricas:</p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un resumen donde se clasifiquen los tipos y características de los lodos.</li> <li>• Analizar las normas mexicanas en materia de tratamiento de lodos residuales.</li> <li>• Determinar las características de los sistemas de tratamiento de lodos.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	
<p>Nombre del tema</p> <p>Manejo Integral de los desechos sólidos. Generación, Composición, Manejo, Separación Recolección, Procesamiento y Transformación.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica (s): Comprender como se generan los desechos sólidos y los problemas que genera la mala disposición de los mismos.</p> <p>Analizar y comprender los beneficios que se obtienen al separar los desechos sólidos.</p> <p>Comprender la importancia que tiene la planeación de un sistema de recolección.</p> <p>Comprender e identificar los diferentes procesos de transformación de materiales recuperados así como la disposición final de los desechos sólidos en general.</p> <p>Genéricas:</p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los diferentes tipos de desechos, sus propiedades y características.</li> <li>• Identificar los problemas generados por la mala disposición de los desechos.</li> <li>• Elaborar un cuadro sinóptico de las características del medio.</li> <li>• Realizar un dictamen de un sistema de recolección municipal.</li> <li>• Elaborar un muestreo aleatorio en un sistema de recolección municipal.</li> <li>• Presupuestar los diferentes tipos de vehículos recolectores.</li> <li>• Diseñar un sistema de recolección municipal.</li> <li>• Aplicar la separación de los desechos en un muestreo</li> <li>• Cuantificar los diferentes materiales recuperados.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los procesos de transformación de materiales recuperables.</li> <li>• Realizar algún proceso para la transformación de papel, plástico o materia orgánica.</li> </ul>
<p>Nombre del tema</p> <p>Relleno Sanitario</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica (s): Aplicar los conocimientos adquiridos en el diseño de un relleno sanitario.</p> <p>Genéricas:</p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los principios básicos y las variables que intervienen en el diseño del relleno sanitario.</li> <li>• Aplicar las normas y especificaciones para el diseño del relleno sanitario.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	
---	--

## 8. Práctica(s)

No hay elaboración de prácticas

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la

fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

- Exámenes de diagnóstico.
- Exámenes escritos.
- Reportes de conferencias, congresos y otros eventos académicos.
- Revisión de reportes de visitas a plantas tratadoras
- Tareas extra-clase.
- Revisión de trabajos de consulta.
- Elaboración de Proyecto.
- Participación en clase.

## 11. Fuentes de información

1. **LEY DE AGUAS NACIONALES.**
2. **REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.**
3. **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE .**
4. **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**
5. **NOM-001-SEMARNAT-1996 (NOM-001-ECOL-1996).**
6. **NOM-002-SEMARNAT-1996 (NOM-002-ECOL-1996).**
7. **NOM-003-SEMARNAT-1997 (NOM-003-ECOL-1997).**
8. **NOM-004-SEMARNAT-2002.**
9. **Manual de Agua potable Alcantarillado y Saneamiento MAPAS.**  
Comisión Nacional del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
10. **Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública.**  
Autor: Francisco Unda Opazo, Sergio M. Salinas Cordero Editorial: Limusa.
11. **Saneamiento Urbano y Rural.**  
Autor: Victor M. Ehlers, Ernest W. Steel, Editorial: Interamericana..

**12. Evaluación del Impacto Ambiental. Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental.**

Autor: Domingo Gómez Orea. Editorial: Mundi-Prensa.

**13. Alternativas de tratamiento de aguas residuales.**

**Tecnologías para el saneamiento de las aguas residuales de tipo doméstico.**

Autor: Alberto Noyola Robles, Eduardo Vega González, Judith G. Ramos Hernández, César Calderón Mólgora. Editorial: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

**14. Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales.**

Autor: Enrique César Valdez, Alba B. Vázquez González. Editorial: Fundación ICA, A.C.