

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Fundamentos de Aguas Residuales</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Ambiental</b>
Clave de la asignatura:	<b>AMG-1012</b>
SATCA*	<b>3 - 3 - 6</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero ambiental los elementos para entender las características del agua residual desde su fuente de generación y los efectos negativos que tiene en el entorno, así mismo provee las herramientas y conocimientos para proponer esquemas de saneamiento.

Se consideran las características físicas, químicas y biológicas del agua residual, así como la cantidad de agua que genera un sector determinado, permitiendo seleccionar operaciones unitarias, procesos unitarios y procesos biológicos para reducir sus contaminantes y acondicionarla para un uso posterior.

La materia pertenece al bloque de ciencias de la ingeniería y da pie a la materia de tratamiento de aguas residuales, por lo que se integran conocimientos que dan soporte para diseño y dimensionamiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

### **Intención didáctica.**

En esta asignatura se incluyen seis unidades, abordándose en la unidad uno conceptos básicos de aguas residuales, mecanismos de evacuación y la normatividad que regula su descarga. En la unidad se integran actividades de investigación sobre el marco conceptual, orientando al estudiante al análisis y comprensión de la información, mediante la aportación de ejemplos prácticos por parte del estudiante con la guía del facilitador.

Respecto a la unidad dos, en ella se abordan los conceptos de la caracterización de las aguas residuales y la descripción de los parámetros analíticos: físicos, químicos y biológicos. Es importante que el alumno reconozca la clasificación de los análisis mediante la comprensión de sus principios. Además en esta unidad se define el muestreo enfocándolo a las aguas residuales, tomando de referencia los procedimientos normativos y haciendo un análisis del mismo con ejemplos prácticos en la clase con participación del estudiante. En lo que respecta a los métodos de medición de caudales se hace una descripción de los diferentes métodos existentes que se aplican a las aguas residuales, en

---

\* Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

la que se induce la participación del alumno mediante preguntas de razonamiento por parte del facilitador, para que pueda identificar las razones de aplicar un determinado método. Finalmente en esta unidad se describen los métodos analíticos para determinar las características de las aguas residuales definiendo los objetivos del mismo, así como la interpretación de los resultados analíticos, por lo que es importante que el alumno investigue los métodos analíticos en la que podrá identificar el fundamento de análisis, su procedimiento, el objetivo de aplicación, los valores típicos o recomendados de acuerdo a criterios establecidos para su interpretación, de manera que se dimensione la magnitud del problema y la responsabilidad que representan las aguas residuales.

Respecto a las unidades tres, cuatro y cinco se revisan de manera particular las operaciones unitarias, procesos unitarios y procesos biológicos aplicables para remover contaminantes específicos de manera que brinden al estudiante los conocimientos necesarios para identificar de forma clara los mecanismos que permiten la remoción de un contaminante aprovechando sus características físicas, químicas y biológicas.

Se incluyen los tratamientos de agua preliminares conocidos como pretratamientos, y se muestran los tipos que se aplican normalmente a las aguas residuales, entre ellos el desbrozo, cribado y desarenado. Se fomenta la investigación de esquemas e imágenes de los diferentes equipos y elementos de estos pretratamientos. Además se explica la operación y principios de funcionamiento, con el objetivo de reafirmar el conocimiento se sugiere efectuar ejercicios prácticos.

Se definen los objetivos de la homogeneización, neutralización, flotación, coagulación, floculación y sedimentación, que son la combinación de tratamientos tanto físicos como químicos. En esta unidad se explica el fundamento teórico y la operación de los mismos, además se involucra a los alumnos en la investigación de los tipos de equipos e instalaciones necesarias para dichos tratamientos. Se analizan los factores fundamentales para su aplicación incluyendo ejercicios prácticos de cada proceso. Además, se hace un análisis en clase de los valores típicos esperados en la remoción de contaminantes en este tipo de tratamientos y los casos prácticos de la aplicación de estos tratamientos en diversos tipos de aguas residuales. Se incluyen prácticas de laboratorio como: la elaboración de curvas de neutralización, determinación de dosis óptima de coagulante y pH óptimo mediante prueba de jarras, curvas de sedimentación de sólidos en columna de sedimentación, auxiliándose de los análisis de sólidos suspendidos totales, fijos y volátiles, pH, turbidez, entre otros. El estudiante debe desarrollar la capacidad de seguir procedimientos analíticos, manejo de equipo e instrumentos y de interpretación en los resultados obtenidos.

En la unidad seis se revisan los trenes de tratamiento de aguas residuales convencionales a manera de brindar un panorama del trabajo sanitario que se ha realizado, haciendo hincapié en la eficiencia de remoción que presenta cada unidad de los trenes de tratamiento para que el estudiante aplique criterios de selección de mejores alternativas de remoción de los contaminantes del agua residual.

El profesor brindará los fundamentos teóricos de cada unidad temática, asegurándose de

reforzarlos con trabajo de campo y laboratorio. Los reportes que los alumnos generen de estas actividades deberán reflejar el entendimiento del problema que representa el agua residual, así mismo las características particulares de cada contaminante que permiten usarse en su remoción.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar y cuantificar caudales de agua residual así como sus contaminantes, para que el alumno asocie las operaciones unitarias, procesos unitarios y procesos biológicos aplicables en el saneamiento de éstas.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas</b></p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos generales básicos</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li><li>• Habilidades de gestión de información(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>• Trabajo en equipo.</li><li>• Habilidades interpersonales.</li><li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li><li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li><li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad.</li><li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral.</li><li>• Compromiso ético</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 adaptarse a nuevas situaciones.</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas</li></ul>
--	--

(creatividad).

- Liderazgo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.
- Iniciativa y espíritu emprendedor
- Preocupación por la calidad.
- Búsqueda del logro.

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>IT de Villahermosa</p> <p>Del 7 al 11 de septiembre de 2009</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:</p> <p>IT de Celaya</p> <p>IT de Mérida</p> <p>IT de Minatitlán</p> <p>IT de Nuevo León</p> <p>ITS de Santiago Papasquiario</p> <p>IT de Villahermosa</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la formación y desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ingeniería Ambiental</p>
<p>Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Santiago Papasquiario y Villahermosa.</p> <p>Fecha: 17 de septiembre de 2009 a 5 de febrero de 2010</p>	<p>Representante de la Academia de Ingeniería Ambiental</p>	<p>Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Ambiental</p>
<p>IT de Celaya</p> <p>Del 8 al 12 de febrero de 2010</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes de:</p> <p>IT de Celaya</p> <p>IT de Mérida</p> <p>IT de Nuevo León</p> <p>ITS de Santiago Papasquiario</p> <p>IT de Villahermosa</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de la carrea de Ingeniería Ambiental</p>

#### 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Identificar y cuantificar caudales de agua residual así como sus contaminantes, para que el alumno asocie las operaciones unitarias, procesos unitarios y procesos biológicos aplicables en el saneamiento de éstas.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Manejar hábilmente materiales de laboratorio y reactivos químicos.
- Manejo de equipos e instrumentos de laboratorio.
- Preparar y estandarizar soluciones químicas.
- Preparar y esterilizar medios de cultivo y materiales de laboratorio para análisis bacteriológicos.
- Analizar muestras por métodos bacteriológicos para la identificación de microorganismos.
- Analizar muestras por métodos fisicoquímicos (volumétricos, gravimétricos y colorimétricos) para determinar su composición.
- Calcular la composición de una muestra utilizando formulas y datos analíticos.
- Interpretar resultados analíticos con referencia a criterios establecidos.
- Leer y comprender textos científicos.
- Conocer diagramas de flujo de procesos y su simbología.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Conceptos básicos	1.1. Conceptos básicos de las aguas residuales y su clasificación. 1.2. Tipos de fuentes generadoras de aguas residuales y su efecto en el ambiente. 1.3. Recepción, traslado y vertido del agua residual. 1.4. Normatividad vigente.
2.	Caracterización de la calidad de las Aguas Residuales	2.1. Concepto de caracterización del agua residual. 2.2. Parámetros de medición para la caracterización del agua residual. 2.3. Muestreo de aguas residuales. 2.4. Métodos de medición de caudal. 2.5. Caracterización y monitoreo de aguas residuales. 2.6. Interpretación de resultados analíticos e instrumentales.
3.	Operaciones unitarias	3.1. Desbrozo. 3.2. Cribado. 3.3. Desarenado. 3.4. Flotación. 3.5. Sedimentación.

4.	Procesos unitarios	4.1. Homogeneización-neutralización. 4.2. Coagulación-floculación. 4.3. Cloración.
5.	Procesos biológicos	5.1. Procesos aerobios. 5.2. Procesos anaerobios. 5.3. Procesos naturales. 5.4. Digestión de lodos.
6.	Esquemas convencionales para el saneamiento de agua residual	6.1. Sistema aerobio. 6.2. Sistema anaerobio. 6.3. Sistema natural. 6.4. Sistema aerobio-anaerobio. 6.5. Sistema anaerobio-natural.



## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El profesor debe:

- Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.
- Propiciar actividades de meta cognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una agricultura sustentable.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, Internet).
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura debe ser objetiva; las sugerencias de evaluación del programa pueden ser divididas en participación y evaluación escrita. La participación activa puede incluir los análisis grupales de artículos científicos previamente investigados por el alumno, trabajos de investigación y solución de ejercicios. Por otra parte, la evaluación escrita, es un examen por unidad para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos, formulado de acuerdo al contenido del programa y la profundidad del tema analizado en clase; el alumno debe tener el tiempo suficiente para resolverlo.

Las prácticas de laboratorio deben ser evaluadas con: asistencia, realización de la práctica, llenado de bitácora de laboratorio y reporte escrito con estructura definida. El alumno debe cumplir con el reglamento del laboratorio, la asistencia, participación activa durante la práctica, llenado de bitácora de laboratorio y entrega del reporte de la práctica en medio electrónico. A continuación se mencionan algunos instrumentos de evaluación aplicables:

- Rúbrica de evaluación de desempeño y reporte de prácticas de laboratorio, prácticas de campo y visitas industriales.
- Rúbrica de evaluación de exámenes escritos.
- Autoevaluación de los mapas conceptuales con base en la discusión grupal y rúbrica.
- Rúbrica de revisión de ejercicios.
- Rúbrica de evaluación de exposiciones orales.
- Carpeta de evidencias sobre cumplimiento de tareas y ejercicios.
- Rúbrica de exposición de temas.
- Considerar el desempeño integral del alumno.
- Realizar investigaciones sobre temas específicos, haciendo un análisis y evaluación del mismo mediante carpeta de evidencias.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Conceptos básicos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar las fuentes generadoras de agua residual y sus características particulares.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar y analizar las principales fuentes generadoras de aguas residuales.</li><li>• Realizar una investigación de la disposición y usos que se da al agua residual complementando con un análisis de riesgo potencial sobre el deterioro de suelo, contaminación de mantos freáticos y la exposición a alimentarnos con productos regados con aguas negras.</li><li>• Revisar los componentes del alcantarillado, sistema de colectores y emisores, punto de descarga y fuentes receptoras de las aguas residuales.</li></ul>
Valorar el efecto nocivo que genera el vertido de aguas residuales sin sanearla.	
Conocer los sistemas de recepción, evacuación, descarga y fuentes receptoras de aguas residuales.	
Conocer la fundamentación y	

<p>aplicación de la legislación ambiental en materia de agua residual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la fundamentación técnica de la legislación y la congruencia los parámetros y límites máximos permisibles que marca.</li> </ul>
--	---

## Unidad 2: Caracterización de la calidad de las Aguas Residuales

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer las formas de caracterizar el agua residual.</p> <p>Evaluar la calidad del agua residual.</p> <p>Medir el caudal de agua residual generado.</p> <p>Estructurar y desarrollar monitoreo de caudal y calidad del agua residual.</p> <p>Analizar e interpretar los resultados analíticos e instrumentales del monitoreo.</p> <p>Redactar un informe sobre la afectación potencial y los incumplimientos a la normatividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer una revisión documental de libros y normas sobre las alternativas y formas de caracterizar el agua residual.</li> <li>• Hacer un desglose de las técnicas analíticas para determinar concentración de contaminantes, estructurar las técnicas y realizar medición de contaminantes.</li> <li>• Realizar medición de caudal aplicando por lo menos tres métodos.</li> <li>• Elaborar un informe con los resultados de las técnicas analíticas y de medición de caudal.</li> <li>• Realizar una presentación en donde exponga los resultados obtenidos, la afectación realizada por el vertido de las aguas residuales sin sanear e indicar los incumplimientos a la legislación ambiental.</li> </ul>

## Unidad 3: Operaciones unitarias

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer el fundamento y aplicación del desbrozo, cribado, desarenado, flotación y sedimentación en el tratamiento de aguas residuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar que el alumno identifique las características físicas de los contaminantes y relacionarlos con los mecanismos de separación.</li> <li>• Hacer una revisión detallada del mecanismo de separación.</li> </ul>

#### Unidad 4: Procesos unitarios

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Conocer el fundamento y aplicación de la homogeneización-neutralización, coagulación-floculación y cloración en el tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Propiciar que el alumno identifique las características físico-químicas de los contaminantes y relacionarlos con los mecanismos de separación.</li><li>• Hacer una revisión detallada del mecanismo de separación.</li></ul>

#### Unidad 5: Procesos biológicos

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Conocer el fundamento y aplicación de los procesos aerobios, anaerobios y naturales en el tratamiento de aguas residuales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Propiciar que el alumno identifique las características físicas y químicas de los contaminantes y relacionarlas con los sistemas metabólicos de microorganismos y organismos como fuente de nutrientes, remoción y separación.</li><li>• Hacer una revisión detallada del mecanismo de remoción y bioconversión de contaminantes, así como la separación de biomasa generada.</li></ul>

#### Unidad 6: Esquemas convencionales de plantas de tratamiento de aguas residuales

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Conocer e identificar los trenes de tratamiento de aguas residuales usados comúnmente para el saneamiento del agua.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hacer una revisión de los esquemas de tratamiento aplicados en industrias, comercios y agua residual urbana para el saneamiento.</li><li>• Realizar visita a plantas de tratamiento.</li><li>• Elaborar reporte desglosando el esquema de tratamiento, funcionalidad y eficiencia.</li></ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Aurelio Hernández Muñoz. *Depuración de aguas residuales*. Colección Señor. Servicio de publicaciones de la escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid (1998).
2. Comisión Nacional del Agua, “*Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento*”, libro V, 1ª sección tema 1, México 1993.
3. Crites Ron y Tchobanoglous George. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Mc Graw Hill. 2000
4. Davis Mackenzie L. y Cornwell David A. “*Introduction to environmental engineering*” 2ª. Edición. Mc Graw Hill.
5. Eckenfelder, Wesley. *Industrial water pollution control*. Mc Graw Hill
6. Fair, Geyer y Okun, “*Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales*”, Limusa-Wiley, 1993.
7. Fair-Geyer-Okun. *Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales*. Limusa.
8. Henry, Heinke, “*Ingeniería ambiental*”, Prentice, 1999.
9. Metcalf and Eddy Inc., “*Wastewater engineering, treatment, disposal and reuse*”, Mc Graw Hill Inc. 1998.
10. N. Sawyer Clair & Mc Carty Perry L. *Química para ingeniería Ambiental*. Mc Graw Hill.
11. Nalco. *Manual del agua*. Mc Graw Hill.
12. Peavy Howard S., et al. *Environmental engineering*. 2ª. Edición. Mc Graw Hill. Singapore, 1984.
13. Ramalho R.S., “*Tratamiento de aguas residuales*”, Reverté, España 1996.
14. Romero Rojas, Jairo Alberto. *Calidad del agua*. Escuela Colombiana de Ingeniería. AlfaOmega.
15. Romero Rojas, Jairo Alberto. *Potabilización del agua*. AlfaOmega.
16. Winkler M. A. *Tratamiento biológico de aguas de desecho*. Limusa.

## FUENTES ELECTRÓNICAS

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Leyes y Normas. disponible desde internet en : <http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Pages/inicio.aspx>
- Ministerio de Medio Ambiente de España. <http://www.mma.es/>
- Tratamiento y recuperación de aguas residuales urbanas. <http://medioambiente.geoscopio.com>
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas de España. <http://www.cedex.es/>
- Riego. <http://www.elriego.com>
- Agencia Europea del Medio Ambiente. <http://local.es.eea.eu.int/>
- Ingeniería de aguas residuales/ Proceso de tratamientos de aguas industriales Fuente: <http://es.wikibooks.org/w/index.php?oldid=91042> Contribuyentes: Josefpm, Rutrus, 3 ediciones Anónimas. Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
- Ingeniería de aguas residuales/ Características de las aguas residuales Fuente: <http://es.wikibooks.org/w/index.php?oldid=123365> Contribuyentes: Don Quijote, Josefpm, Morza, Rutrus, 8 ediciones anónimas. Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

**12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS aquí sólo describen brevemente, queda pendiente la descripción con detalle).**

- Ubicar principales elementos del sistema de recolección, conducción, puntos de descarga y fuentes receptoras de aguas residuales.
- Medir caudal por método volumen-tiempo.
- Medir caudal por método velocidad-radio hidráulico.
- Diseñar y elaborar un vertedor para medición de caudal.
- Medir caudal en vertedores.
- Medir caudal con dispositivos mecánicos y digitales.
- Realizar práctica de muestreo de aguas residuales de acuerdo a la normatividad vigente.
- Realizar la caracterización (física, química y biológica) de la muestra de agua residual de acuerdo a las normas mexicanas correspondientes y a los parámetros enmarcados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Realizar monitoreo de agua residual de un sistema por espacio de un mes.
- Proponer un tren de tratamiento con operaciones unitarias, procesos unitarios y procesos biológicos considerando los resultados del monitoreo de agua residual y el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Visita a plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, industriales y de servicios.