

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Gestión de Residuos
<b>Clave de la asignatura:</b>	AMG-1015
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-3-6
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Ambiental

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Ambiental un panorama general de la contaminación ambiental por residuos y el papel de la Ingeniería Ambiental en su prevención y control.</li> <li>• Le proporciona las herramientas para diseñar e implementar planes de manejo integral de residuos aplicando la legislación vigente.</li> </ul>
<b>Intención didáctica</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se organiza el temario, en tres temas, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en ellos.</li> <li>• El primer tema permite al estudiante conocer la problemática ambiental por residuos, revisa el marco legal de los residuos, le proporciona las herramientas necesarias para determinar la generación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• El segundo tema plantea soluciones para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• El tercer tema proporciona al estudiante un panorama nacional e internacional de la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y le da las herramientas necesarias, para seleccionar sitios de disposición final y para el diseño de un relleno sanitario manual y convencional.</li> <li>• El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: investigar bibliográficamente y en campo, efectuar diagnósticos, realizar cálculos, resolver ejercicios y problemas, elaborar diseños, efectuar prácticas en campo y laboratorio; asimismo, propiciar procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.</li> <li>• La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer la problemática de los residuos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales.</li> </ul>

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

- En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Santiago Papasquiaro y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Celaya del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Santiago Papasquiaro y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 19 al 22 de marzo de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cajeme, Campeche, Cd. Guzmán, Cd. Madero, Celaya, Centla, Champotón, Coacalco, Colima, Ixtapaluca, Lerdo, Los Ríos, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Morelia, Múzquiz, Nuevo León, Oriente del Estado de México, San Andrés Tuxtla, San Martín Texmelucan, Santiago Papasquiaro,	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería Química, del SNIT.

	Tehuacán, Tlajomulco y Villahermosa.	
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:</p> <p>Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiari, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.</p> <p>Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica los diferentes aspectos de la problemática ambiental por residuos, clasifica las fuentes contaminantes, conoce los conceptos básicos para identificar, y caracterizar los residuos, sabe los principios de operación de los diferentes tratamientos aplicados para su prevención y control, y propone los métodos adecuados para el manejo y disposición final de los mismos, así como la aplicabilidad del marco legal aplicable.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>Conoce y aplica la legislación ambiental en la materia</li> <li>Conoce conceptos básicos de Química Ambiental, Química Analítica, Microbiología Ambiental, Bioquímica, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.</li> <li>Tiene conocimientos de Gestión Ambiental I y II y Ciencias de la Ingeniería Básica y Aplicada.</li> <li>Comprende la relevancia del Desarrollo Sustentable para mantener el equilibrio en los ecosistemas.</li> <li>Maneja software básico para procesamiento de datos y elaboración de documentos.</li> <li>Tiene capacidad de interpretación cualitativa y cuantitativa de datos</li> </ul>
--

- Reconoce los elementos del proceso de la investigación.
- Lee, comprende y redacta ensayos y demás escritos técnico-científicos.
- Maneja adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet.
- Identifica y resuelve problemas afines a su ámbito profesional, aplicando el método inductivo y deductivo, el método de análisis-síntesis y el enfoque sistémico.
- Posee iniciativa y espíritu emprendedor.
- Asume actitudes éticas en su entorno.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Generalidades de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	1.1. Problemática y Situación de los Residuos a nivel internacional y nacional 1.2. Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos y su reglamento. 1.2.1 Ley estatal en materia de residuos y su reglamento 1.2.2 Reglamentos municipales 1.3. Origen y clasificación de los residuos urbanos y de manejo especial. 1.4. Propiedades de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. 1.5. Generación de RSU y de manejo especial 1.5.1. NMX-AA-061-1985
2	Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos	2.1. Almacenamiento. 2.2. Barrido 2.2.1. Trazo de rutas de barrido 2.3 Recolección de RSU y de Manejo Especial 2.3.1. Trazo de rutas de recolección 2.4 Estaciones de transferencia
3	Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	3.1. Problemática de la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (ME). 3.2. Selección de sitios para la disposición final. 3.2.1 NOM-083-SEMARNAT-2003. 3.3. Métodos de disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial 3.3.1. Sitios de disposición final tipo "D". 3.3.2. Relleno sanitario manual 3.3.3. Relleno sanitario convencional. 3.3.4. Relleno seco o de alta compactación. 3.3.5. Relleno combinado (Tratamiento mecánico-biológico y relleno sanitario) 3.3.6 Incineración

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Generalidades de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica el marco legal en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• Identifica las características de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial</li> <li>• Elabora diagnósticos básicos de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• Determina la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el ámbito público y privado.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de integración, capacidad de análisis y síntesis, habilidad para buscar y analizar fuentes diversas, comunicación oral y escrita, integración multidisciplinaria, sentido ético de la vida, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, habilidades de investigación, aplica estrategias de administración de la seguridad en el trabajo, capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisa y analiza el marco legal en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• Analizar el diagnóstico básico de los residuos a nivel nacional y realizar un ejercicio en una comunidad para RSU y de residuos de manejo especial</li> <li>• Elaborar presentaciones con el tema de origen, clasificación, tipos, composición y propiedades de los residuos y dará ejemplos de ellos.</li> <li>• Investigar bibliográficamente y por Internet, la importancia y el impacto de cada uno de los residuos generados.</li> <li>• Participar en clase dando ejemplos de su municipio y de su colonia respecto a las cantidades y tipo de residuos generados.</li> <li>• Realizar prácticas para cuantificar los residuos, conocer su composición, su peso volumétrico y la generación per cápita y total.</li> <li>• Efectuar ejemplos prácticos en clase que le permita determinar la generación de los residuos.</li> </ul>
2. Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña sistemas de almacenamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• Diseña sistemas de barrido</li> <li>• Diseña sistemas de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• Diseña estaciones de transferencia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de integración, capacidad de análisis y síntesis, habilidad para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en clase dando ejemplos de su municipio y de su colonia respecto al almacenamiento de los RSU.</li> <li>• Revisar sistemas de barrido y recolección de una localidad.</li> <li>• Investigar sobre los tipos y características de contenedores existentes en el mercado.</li> <li>• Investigar sobre los tipos y características de vehículos recolectores existentes en el mercado.</li> <li>• Trazar rutas de barrido</li> <li>• Trazar rutas de recolección.</li> <li>• Revisa y analiza las características de las estaciones de transferencia.</li> </ul>

<p>buscar y analizar fuentes diversas, comunicación oral y escrita, integración multidisciplinaria, sentido ético de la vida, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, habilidades de investigación, aplica estrategias de administración de la seguridad en el trabajo, capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar equipos, principios de operación, factores de diseño, rendimientos, eficiencias y costos de los equipos para el barrido, recolección, y transferencia de los diferentes tipos de residuos.</li> <li>• Elaborar ejercicios de sistemas de almacenamiento, barrido y recolección, transporte y transferencia de RSU y de ME.</li> <li>• Diseñar de manera grupal sistemas de almacenamiento, barrido, recolección y transferencia de residuos.</li> </ul>
<p><b>3. Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</b></p>	
<p><b>Competencias</b></p>	<p><b>Actividades de aprendizaje</b></p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora planes de regularización de sitios de disposición final.</li> <li>• Selecciona sitios de disposición final de RSU y de ME.</li> <li>• Selecciona métodos de disposición final de RSU y de ME.</li> <li>• Diseña rellenos sanitarios tipo manual y convencional para RSU y de ME.</li> <li>• Selecciona equipos para la incineración de RSU y de ME.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de integración, capacidad de análisis y síntesis, habilidad para buscar y analizar fuentes diversas, comunicación oral y escrita, integración multidisciplinaria, sentido ético de la vida, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, habilidades de investigación, aplica estrategias de administración de la seguridad en el trabajo, capacidad de aprender, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga la problemática de la disposición final de los RSU y de ME.</li> <li>• Revisar y analizar la normatividad sobre la selección de sitios de disposición final.</li> <li>• Realizar presentaciones diferenciando los diferentes métodos de disposición final de residuos sólidos.</li> <li>• Realizar ejercicios y cálculos de las celdas, generación de lixiviados, y biogás, costos de un relleno sanitario.</li> <li>• Elaborar el diseño de un proyecto ejecutivo de un relleno sanitario manual y convencional.</li> <li>• Investigar equipos, principios de operación, factores de diseño, rendimientos, eficiencias y costos de los equipos de incineración de residuos.</li> </ul>

**8. Práctica(s)**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar del Método de Cuarteo, Composición y Cuantificación de Subproductos y Peso Volumétrico.</li> <li>• Determinar la generación per cápita y total de los residuos generados en la Institución.</li> <li>• Revisa una ruta de barrido en su comunidad.</li> <li>• Da seguimiento a una ruta de un camión recolector en su comunidad.</li> </ul>
--

- Visitar el relleno sanitario
- Visitar una Incinerador de residuos

## 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

- La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:
- Rúbrica de evaluación de exposiciones orales
- Realizar investigaciones sobre temas específicos, haciendo un análisis y evaluación del mismo.
- Rúbrica de revisión de planes, diseños y proyectos.
- Rúbrica de revisión análisis y evaluación de casos prácticos
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Rúbricas de evaluación de reportes de prácticas de laboratorio y visitas de campo.
- Considerar el desempeño integral del alumno.

## 11. Fuentes de información

1. Bolaños-Cacho Ruíz Jorge A. 2001 Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos. INE-SEMARNAT
2. Corbitt R. Standard Handbook of Environmental Engineering. New York.
3. Cortinas Nava C. 2000. Evolución de la Política Nacional de Materiales Peligrosos, Residuos y Actividades Altamente Riesgosas, Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT
4. Cunningham, P. W.; Saigo, W. B. 1999. Environmental Science. Mc Graw Hill
5. David A. Mitchell, Nadia Krieger, Marin Berovič (Eds.), 2006. Solid-State Fermentation Bioreactors Fundamentals of Design. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
6. Del Val Alfonso, 1997. El Libro de Reciclaje, Manual para la Recuperación y

- Aprovechamiento de las Basuras. Barcelona, España. Editorial Integral, 3ª. Edición.
7. Generación de biogás y lixiviados en los rellenos sanitarios. Robles Martínez, F., Dirección de publicaciones del IPN. México, 2005. 106 Págs. ISBN: 970-36-0214-2
  8. Gestión Integral de Residuos Sólidos, Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, S. A. Mc Graw-Hill, Madrid, 1994. Vol. I. (1 - 607 págs) y Vol. II. (608 -1107 págs). ISBN: 84-481-1830-8
  9. Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos. SEMARNAT y GTZ, México, 2006 50 págs. ISBN: 970-9983-01-6
  10. Henry J. Glynn Y Gary W. Heinke. 1996. Ingeniería Ambiental. México: Prentice Hall.
  11. <http://www.iadb.org/sds/doc/capitulo2.pdf>
  12. Manual para la supervisión y control de rellenos sanitarios, SEMARNAT y GTZ, México, 2006, 30 pág
  13. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud/OMS, 1991, Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Programa de Salud Ambiental, Serie Técnica No. 28.
  14. Peavy, Rowe, Tchobanoglous. 1985. Environmental Engineering Mc Graw-Hill.
  15. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Agenda Ecológica 2007. Ediciones fiscales ISEF. México. DOF.
  16. SEMARNAT. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Mexico. DOF
  17. Tchobanoglous G. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos Vol. I y II. Madrid: McGraw-Hill.
  18. Walss, Rodolfo. 2001. Guía Práctica para la Gestión Ambiental. México Mc Graw Hill.
  19. Wehenpohl, G., Hernández Barrios, C.P., 2002. Manual para la Rehabilitación, Clausura y Saneamiento de Tiraderos a Cielo Abierto en el Estado de México. Secretaria de Ecología del Gobierno del Estado de México/GTZ.
  20. Wehenpohl, G., Hernández Barrios, C.P., 2002. Guía en Elaboración de Planes Maestros para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (PMGIRSM). Secretaria de Ecología del Gobierno del Estado de México/GTZ.
  21. Wehenpohl, G., Hernández Barrios, C.P., 2002. Manual para la Supervisión y Control de Rellenos Sanitarios. Secretaria de Ecología del Gobierno del Estado de México/GTZ.