

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Gestión Integral de Residuos.</b>
Carrera:	<b>Ingeniería en Energías Renovables</b>
Clave de la asignatura:	<b>GAF-2102</b>
(Créditos) SATCA <sup>1</sup>	<b>3-2-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

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

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Energías Renovables un panorama general de las sustancias y los residuos peligrosos, de los mecanismos de gestión ambiental por residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, y la reparación del daño ambiental

Le proporciona las herramientas para diseñar e implementar planes de manejo integral de residuos aplicando la legislación vigente y bases de ingeniería para el diseño de sistemas de valorización

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cinco unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en ellos.

La primera unidad permite al alumno conocer la problemática por la generación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sus generalidades, propiedades, clasificación y manejo

La segunda unidad establece las pautas de la gestión de los Residuos Peligrosos, les proporciona a los alumnos las competencias necesarias para efectuar procedimientos de control de los mismos

La Tercera unidad proporciona al alumno las herramientas para el tratamiento de los residuos a fin de disminuir la contaminación y el impacto ambiental

La cuarta unidad introduce al estudiante en la valorización de los residuos, la obtención de composta, biogases, biocombustibles y combustibles alternos

La quinta unidad proporciona al alumno los conocimientos sobre los mecanismos de la disposición final de residuos sólidos y peligrosos

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

El enfoque sugerido para la materia 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.

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 contruidos, artificiales, virtuales o naturales

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.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<b>Competencias específicas:</b>	<b>Competencias genéricas:</b>
<p>Identificar los diferentes aspectos de la problemática ambiental por residuos, clasificar las fuentes contaminantes, conocer los conceptos básicos para identificar, y caracterizar los residuos, saber los principios de operación de los diferentes tratamientos aplicados para su prevención y control, y proponer los métodos adecuados para el manejo, tratamiento y disposición final de los</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Conocimientos generales básicos</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</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>

<p>mismos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución de problemas</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Conocimientos para interpretar bibliografía en inglés</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> <li>• Compromiso ético</li> <li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad</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 (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Preocupación por la calidad</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul>
----------------	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
<p>Instituto Tecnológico de Veracruz 14 de Diciembre del 2018</p>	<p>M.I.A. Manuel Alberto Susunaga Miranda, Dr. Mario Díaz González, M.I.A. Araceli Rodríguez Andrade, M.I.A. Jorge Alberto Vázquez Contreras, Dra Olaya Pirene Castellanos Onorio</p>	<p>Se diseña el programa de estudios de la materia de Gestión de Residuos y Riesgo Ambiental</p>
<p>Instituto Tecnológico de Veracruz 22 de Enero del 2021</p>	<p>M.I.A. Manuel Alberto Susunaga Miranda, Dr. Mario Díaz González, M.I.A. Araceli Rodríguez</p>	<p>Se modifica el programa de estudios eliminando el Riesgo Ambiental convirtiéndolo en genérico</p>

	Andrade, M.I.A. Jorge Alberto Vázquez Contreras, Dra Olaya Pirene Castellanos Onorio, Dra. Bertha María Estévez Garrido	para las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería en Energías Renovables e Ingeniería Mecánica
--	--	--

## 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Identificar los diferentes aspectos de la problemática ambiental por residuos, clasificar las fuentes contaminantes, conocer los conceptos básicos para identificar, y caracterizar los residuos, saber los principios de operación de los diferentes tratamientos aplicados para su prevención y control, y proponer los métodos adecuados para el manejo, tratamiento y disposición final de los mismos.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Saber identificar y aplicar la legislación ambiental en la materia
- Conocer conceptos básicos de Química, y de sustancias peligrosas
- Tener conocimientos de Gestión Ambiental y Ciencias de la Ingeniería Básica y Aplicada
- Comprender la relevancia del Desarrollo Sustentable para mantener el equilibrio en los ecosistemas.
- Tener capacidad de interpretación cualitativa y cuantitativa de datos
- Reconocer los elementos del proceso de la investigación.
- Leer, comprender y redactar ensayos y demás escritos técnico-científicos.
- Manejar adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet.
- Asumir actitudes éticas en su entorno.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	<b>Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</b>	1.1 Problemática y Situación de los Residuos a nivel internacional y nacional 1.2 Legislación en Materia de Residuos Sólidos y de Manejo Especial 1.3 Generalidades de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial 1.3.1 Propiedades de los Residuos. 1.3.2 Clasificación de los Residuos. 1.3.3 Obligaciones de los generadores. 1.4 Generación de RSU y R.M.E 1.5 Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial

		<ul style="list-style-type: none"> <li>1.5.1 Almacenamiento.</li> <li>1.5.2 Barrido</li> <li>1.5.3 Recolección</li> <li>1.5.4 Transferencia</li> <li>1.6 Planes de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Residuos Peligrosos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Las Industrias y los procesos generadores de Residuos Peligrosos.</li> <li>2.2 Legislación en Materia de Residuos Peligrosos,</li> <li>2.3 Generación de Residuos Peligrosos <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 Clasificación de los Generadores</li> <li>2.3.2 Obligación de los Generadores</li> <li>2.3.3 Bitácoras de Generación</li> </ul> </li> <li>2.4 Manejo de Residuos Peligrosos. <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1 Segregación.</li> <li>2.4.2 Etiquetado.</li> <li>2.4.3 Rutas de Recolección.</li> <li>2.4.4 Almacenamiento temporal.</li> <li>2.4.5 Manifiestos de transporte.</li> </ul> </li> <li>2.5 Manejo Externo de Residuos Peligrosos. <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5.1 Clasificación del Transporte</li> <li>2.5.2 Identificación de Transportes de Residuos Peligrosos.</li> <li>2.5.3 Centros de Acopio y Transferencia de Residuos Peligrosos.</li> </ul> </li> <li>2.6 Minimización de Residuos Peligrosos</li> <li>2.7 Planes de Manejo de Residuos Peligrosos</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Tratamiento de Residuos Sólidos y Peligrosos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Procesos Físicoquímicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 Neutralización y Precipitación Química</li> <li>3.1.2 Deshalogenación Química</li> <li>3.1.3 Oxidación Química</li> <li>3.1.4 Polimerización</li> <li>3.1.5 Extracción con solventes</li> <li>3.1.6 Stripping por aire y por vapor</li> </ul> </li> <li>3.2 Procesos Térmicos <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Teoría de la Incineración <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1.1 Horno Rotatorio.</li> <li>3.2.1.2 Inyección Líquida</li> <li>3.2.1.3 Arco de Plasma.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1.4 Oxidación con aire húmedo.</li> <li>3.2.1.5 Lecho Fluidizado</li> <li>3.2.2 Pirólisis</li> <li>3.3 Fijación en vidrio y otros fundentes</li> <li>3.4 Estabilización y Solidificación</li> <li>3.5 Cementación y Encapsulado</li> </ul>
<b>4</b>	<b>Valorización de los Residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Separación y Reciclaje. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1 Técnicas de Separación de Residuos</li> <li>4.1.2 Tecnologías aplicadas al reciclaje</li> </ul> </li> <li>4.2 Tratamiento Aerobio y Anaerobio de la Materia Orgánica <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1 Compostaje</li> <li>4.2.2 Digestión Anaeróbica</li> <li>4.2.3 Producción de Biogás</li> <li>4.2.4 Obtención de Biomasa y Biocombustibles</li> </ul> </li> <li>4.3 Combustibles Alternos</li> </ul>
<b>5</b>	<b>Disposición Final de Residuos Sólidos y Peligrosos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Selección de Sitios de Disposición Final.</li> <li>5.2. Métodos de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.2.1 Relleno Sanitario</li> <li>5.2.2 Relleno Seco de Alta Compactación</li> <li>5.2.3 Relleno Combinado</li> </ul> </li> <li>5.3. Disposición Final de Residuos Peligrosos. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.1 Confinamiento Controlado</li> <li>5.3.2 Membranas Protectoras</li> <li>5.3.3 Inyección Profunda y Domo Salino</li> </ul> </li> </ul>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

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 metacognición. 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, etc. 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.
- 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.
- 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, etc.).

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- 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.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las características de los residuos sólidos urbanos y de Manejo Especial</li><li>• Elaborar diagnósticos básicos de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li><li>• Conocer los equipos, principios de operación, factores de diseño, rendimientos, eficiencias y costos de los equipos para el barrido, recolección, transferencia y disposición final de los diferentes tipos de residuos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar presentaciones con el tema de clasificación, tipos, composición y propiedades de los residuos y dar 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><li>• Elaborar ejercicios de sistemas de almacenamiento, barrido y recolección y transporte de residuos.</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>• Evaluar el impacto de los sistemas de</li></ul>



	manejo de los residuos sólidos urbanos de la ciudad y compararlos con otras ciudades del país y de otros países desarrollados.
--	--

## Unidad 2 Residuos Peligrosos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar planes de manejo de residuos peligrosos.</li> <li>• Identificar residuos peligrosos de acuerdo a su incompatibilidad</li> <li>• Proponer sistemas de almacenamiento, envasado, transporte de residuos peligrosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar presentaciones con el concepto de residuo peligroso, su caracterización, clasificación de los generadores de RP y sus responsabilidades de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la normatividad vigente</li> <li>• Analizar en equipo la situación actual de los residuos peligrosos en México y a nivel internacional.</li> <li>• Efectuar ejercicios de incompatibilidad de sustancias y residuos peligrosos.</li> <li>• Elaborar ejercicios correspondientes al envasado, etiquetado y almacenamiento de RP</li> <li>• Efectuar casos prácticos para el envasado, almacenamiento temporal</li> </ul>

## Unidad 3: Tratamiento de los Residuos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar, seleccionar y proponer métodos de tratamiento de los residuos más adecuados de acuerdo a sus propiedades, eficiencia y costos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer revisión bibliográfica y planteamientos de los tratamientos aplicables a los Residuos.</li> <li>• Revisar y analizar casos prácticos de tratamiento de residuos peligrosos para su minimización, reciclaje, estabilización o disposición final.</li> <li>• Realizar visitas a plantas de tratamiento de residuos peligrosos.</li> <li>• Investigar los equipos, principios de operación, factores de diseño, rendimientos, eficiencias y costos de tecnologías para el tratamiento físico, químico y biológico de los residuos peligrosos</li> </ul>

## Unidad 4: Valorización de los Residuos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer las técnicas de control y reparación del daño ambiental</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analizar en equipo los diferentes métodos de obtención de energía de los residuos</li><li>• Investigar la importancia y el impacto del reciclaje de los residuos</li><li>• Hacer prácticas de separación y clasificación de residuos escolares a fin de vislumbrar su potencial valorización</li></ul>

## Unidad 5: Disposición Final de Residuos Sólidos y Peligrosos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar los diferentes métodos de disposición final existentes en nuestro país</li><li>• Proponer sistemas de Disposición Final de residuos sólidos y peligrosos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analizar en equipo los diferentes métodos de disposición final de residuos sólidos y peligrosos</li><li>• Efectuar ejercicios de diseño de sistemas de disposición final.</li><li>• Efectuar casos prácticos de disposición final de residuos sólidos y peligrosos</li><li>• Realizar visitas sitios de disposición final de residuos</li></ul>

### 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. Cunningham, P. W.; Saigo, W. B. 1999. Environmental Science. Mc Graw Hill
4. David A. Mitchell, Nadia Krieger, Marin Berovič (Eds.), 2006. Solid-State Fermentation Bioreactors Fundamentals of Design. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
5. Del Val Alfonso, 1997. El Libro de Reciclaje, Manual para la Recuperación y Aprovechamiento de las Basuras. Barcelona, España. Editorial Integral, 3ª. Edición.

6. Henry J. Glynn Y Gary W. Heinke. 1996. Ingeniería Ambiental. México: Prentice Hall. 30-36.
7. Lund. Herbert F. 1996. Manual Mc Graw Hill De Reciclaje. España, Editorial Mc Graw Hill.
8. 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.
9. Peavy, Rowe, Tchobanoglous. 1985. Environmental Engineering Mc Graw-Hill.
10. Rivero O. 1996. Los Residuos Peligrosos en México. México, D. F UNAM.
11. Tchobanoglous G. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos Vol. I y II. Madrid: Mc Graw-Hill.
12. Walss, Rodolfo. 2001. Guía Práctica para la Gestión Ambiental. México Mc Graw Hill.
13. 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.
14. Atlas R. y Bartha R., Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental, Ed. Addison Wesley, 2001.

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

- Asistir a una planta recicladora de metales y plásticos, para conocer el proceso, el equipo y materiales que se utilizan en su tratamiento.
- Determinar la generación per cápita y total de los residuos generados en la Institución.
- Visitar el relleno sanitario
- Visitar plantas de composteo y reciclaje de residuos, para conocer el equipo y proceso que se lleva al cabo para la obtención de composta y del reciclaje de subproductos de los residuos.
- Elaborar Composta y Humus, con residuos orgánicos de la institución.