

## 1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Análisis del Riesgo Ambiental
Clave de la asignatura:	GMA-2103
SATCA <sup>3</sup> :	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Ambiental

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Ambiental los elementos que le permiten determinar el tipo y nivel de riesgo en actividades consideradas como altamente peligrosas; riesgo asociado con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de la misma o bien una explosión, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

El nivel de riesgo puede ser determinado tanto para instalaciones en operación como para instalaciones en proyecto; por lo que el egresado podrá establecer medidas preventivas, muchas de ellas requeridas por normatividad; o bien, medidas de actuación que permitan reducir el nivel de riesgo, o bien mitigar sus consecuencias.

La asignatura se relaciona ampliamente con las asignaturas de la estructura genérica: Gestión Ambiental I y II, Evaluación del Impacto Ambiental, Toxicología Ambiental y Seguridad e Higiene Industrial, así como con Auditoría Ambiental, asignatura de la Especialidad.

### Intención didáctica

El programa de la asignatura de Análisis del Riesgo Ambiental, considera 6 temas, en los cuales se incluyen aspectos tanto teóricos como de aplicación.

El primer tema, proporciona los conceptos de riesgo y se da a conocer los principales accidentes de impacto mundial y sus consecuencias, los cuales dieron pauta a la importancia de la evaluación del riesgo y a la necesidad de establecer un marco jurídico que regule las actividades riesgosas.

Se da a conocer el marco jurídico vigente en México, en el que se incluye la normatividad para la comunicación de riesgos por manejo, almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas; así como su implementación. En el segundo tema, se establece la importancia de caracterizar el sistema ambiental del sitio que es susceptible de ser impactado por la fuga, derrame o explosión de una sustancia química peligrosa, así como su sensibilidad ante el evento. En el tema tres, se manejan las principales metodologías disponibles para la determinación y jerarquización de los riesgos probables.

En el tema cuatro, se hace uso de modelos de simulación, que permiten determinar el alcance y magnitud de las consecuencias del evento; para posteriormente en el tema cinco, realizar el análisis de costo-beneficio para la implementación de medidas preventivas y/o correctivas.

El sexto tema, establece los lineamientos para elaborar un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), particularmente para riesgos detectados.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Febrero 2021; Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato; Uriangato, Guanajuato.	Academia de la carrera de Ingeniería Ambiental: Dr. Edgar G. Blanco Díaz, Lic. Brenda Huichapa Rocha, Ing. Cielo Esmeralda Rodríguez García	Comité de revisión de Ingeniería Ambiental para la reestructuración del programa de especialidad, a partir de AGO-DIC 2021.

## 4. Competencia(s) a desarrollar

Determina el tipo y nivel de riesgo derivado del manejo de sustancias químicas peligrosas, permitiendo con ello establecer medidas preventivas y/o de mitigación de sus consecuencias para el medio ambiente.

## 5. Competencias previas

- Obtiene y analiza datos estadísticos propicios en la toma de decisiones.
- Identifica y caracteriza los diversos tipos de residuos peligrosos y su efecto en la salud pública y el medio ambiente.
- Analiza el sistema ambiental, así como su sensibilidad ante riesgos presentes por el manejo de sustancias químicas peligrosas.
- Conoce la normatividad ambiental, administrativa y jurídica, aplicables en el país, para la protección del ambiente.
- Maneja Sistemas de Información Geográfica (SIG) para efecto de caracterizar el sistema ambiental donde el riesgo se encuentra presente.

## 6. Temario

No.	Tema	Subtemas
1	Conceptos básicos del análisis de riesgos	1.1 Aspectos generales de un análisis de riesgos. 1.1.1 ¿Qué es un riesgo?. 1.1.2 La evaluación de los riesgos. 1.1.3 El análisis comparativo de riesgos. 1.1.4 La comunicación de riesgos. 1.1.5 Marco jurídico
2	Evaluación del riesgo ecológico	2.1 Definición del problema. 2.1.1 Caracterización y análisis del sistema ambiental. 2.1.2 Selección de parámetros o indicadores de impacto. 2.1.3 Diagnóstico ambiental. 2.1.4 Modelos conceptuales. 2.2 Plan de análisis. 2.2.1 Análisis de la exposición. 2.2.2 Análisis de los efectos toxicológicos. 2.3 Determinación de la significancia del riesgo. 2.3.1 Análisis de la percepción del riesgo. 2.3.2 Análisis del costo/beneficio. 2.3.3 Análisis de decisiones.
3	Metodologías de identificación y de jerarquización de riesgos en procesos	3.1 Análisis de riesgo y operatividad (HAZOP) 3.2 Análisis de modo Falla y Efecto 3.3 Árbol de Eventos 3.4 Árbol de Fallas 3.5 ¿Qué pasa si? (Whatif) 3.6 Índice Mond. 3.7 Criterios de selección del método. 3.8 Métodos de jerarquización de riesgos 3.9 Modelos de simulación 3.9.1 Aloha 3.9.2 Disperse 3.9.3 Scri 3.9.4 Erap
4	El manejo de riesgos y su Análisis:Costo-beneficio	4.1 Manejo del problema ambiental 4.2 Cuantificación de la línea base 4.3 Identificación de los controles y su cuantificación. 4.4 Análisis costo-beneficio 4.5 Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) 4.5.1 Análisis de la vulnerabilidad de la zona colindante a la fuente (escuelas, hospitales, tiendas, entre otros). 4.5.2 Plano de distribución del establecimiento con escenarios de riesgos. 4.5.3 Recursos materiales y humanos necesarios para hacer frente a una emergencia ambiental. 4.5.4 Instrumentación del PPA a nivel interno y externo. 4.5.4.1 Inventario y mantenimiento de equipos y servicios de emergencia. 4.5.4.2 Plan de emergencias. 4.5.5 Capacitación y simulacros. 4.5.6 Evacuación.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas.

1. Conceptos básicos del análisis de riesgos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Conoce los conceptos básicos para llevar a cabo el análisis de riesgos e identifica las actividades que representan un riesgo para el medio ambiente.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar.</li> <li>• Información proveniente de distintas fuentes.</li> </ul>	<p>Buscar información en diversas fuentes acerca de los principales accidentes de impacto al medio ambiente.</p> <p>Investigar los distintos sistemas de comunicación de riesgos e identificar las actividades consideradas como peligrosas por la normatividad y que por lo tanto debe evaluarse su nivel de riesgo.</p>
2. Evaluación del riesgo ecológico	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Determina el nivel de riesgo de fuga, derrame o explosión por sustancias químicas peligrosas, en función de su frecuencia y magnitud del evento, para evaluar el riesgo ecológico y su impacto en la salud pública.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de distintas fuentes.</li> <li>• Toma de decisiones y sentido ético de la vida.</li> </ul>	<p>Seleccionar una actividad industrial en la que se manejen sustancias químicas consideradas como peligrosas, de acuerdo a la normatividad; para llevar a cabo la caracterización del sistema ambiental susceptible de ser afectado ante una posible eventualidad ambiental.</p>
3. Metodologías de identificación y de jerarquización de riesgos en procesos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Identifica y maneja las metodologías disponibles para la evaluación del riesgo ambiental.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para la investigación.</li> <li>• Capacidad de análisis crítico.</li> </ul>	<p>Investigar las distintas metodologías para la identificación y jerarquización de riesgos y realizar un esquema comparativo entre las más utilizadas.</p>
4. Modelos de simulación	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p><b>Específica(s):</b> Maneja software disponibles para llevar a cabo una simulación, que permita determinar el alcance y la magnitud de una fuga, derrame o explosión por sustancias químicas peligrosas.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en el manejo de las Tecnologías de la Información.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<p>Hacer uso de los software para simular el alcance y magnitud del evento detectado, como susceptible de ocurrir, en la actividad industrial seleccionada.</p>
--	---

**5. El manejo de riesgos y su Análisis: Costo-beneficio**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Realiza el análisis de costo-beneficio para la implementación de medidas preventivas y/o correctivas en una eventualidad ambiental.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Toma de decisiones y sentido ético de la vida</li> </ul>	<p>Evaluar el costo que implicaría un evento por fuga, derrame o explosión de las sustancias químicas consideradas en la actividad industrial seleccionada, considerando pérdidas materiales, suspensión de actividades, multas, e incluso pérdidas humanas, contra el costo de establecer medidas preventivas que surgen del análisis del riesgo.</p>

**6. Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica:</b> Establece el Programa para la Prevención de Accidentes, conforme a los lineamientos establecidos por la normatividad; que sea aplicable al riesgo identificado por el manejo de sustancias químicas peligrosas.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica estrategias de administración para el diseño de un Programa de Prevención.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Toma de decisiones y sentido ético de la vida.</li> </ul>	<p>Elaborar y presentar de manera oral y escrita el Programa para la Prevención de Accidentes, de acuerdo a la normatividad y para el evento identificado como susceptible de ocurrir en la actividad industrial elegida.</p>

**8. Práctica(s)**

Determinar zona fría, zona de amortiguamiento, zona tibia y zona caliente por alcance de nube tóxica, ondas de sobrepresión y explosiva por emergencia ambiental empleando el software de modelación Disperse.

Determinar mediante el empleo de modelos computacionales el grado y área de afectación que implica la fuga o derrame de amoniaco anhidro en un tanque de almacenamiento empleando el software de modelación Aloha.

Elaborar el Programa para la Prevención de Accidentes (con los resultados obtenidos en la práctica No. 1) y su instrumentación a nivel interno y externo.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee 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

- **Evidencias de Aprendizaje:** La evaluación por competencias es un proceso continuo que recaba analiza y emplea información relacionada con el saber ser, saber hacer y saber, para realizar un juicio o dictamen. En éste contexto, la evaluación debe ser continua y formativa, con un enfoque estrictamente apegado a competencias profesionales; se debe considerar el desempeño, actitudes y valores así como conocimientos en cada una de las unidades del programa, haciendo especial énfasis en la generación de evidencias objetivas. A partir de establecer las evidencias de las competencias, en cada tema, se diseñan y organizan las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Algunas de las evidencias de aprendizaje que se pueden recopilar son:

- Libreta de aprendizaje, cuando la asignatura se imparta en modelo dual.
  - Proyecto de aplicación
  - Presentación de propuesta de mejora de innovación y/o competitividad a una empresa seleccionada.
  - Reportes escritos, -ejemplo ensayos, cuadro sinóptico - de las aplicaciones.
  - Solución de situaciones didácticas para la aplicación de las herramientas de mejora continua.
  - Aplicación del método de análisis de casos
  - Debe efectuarse una evaluación diagnóstica al inicio del curso, para establecer los conocimientos previos de los estudiantes.
  - Portafolio de evidencias
  - Informe de la investigación de campo.
  - Participación en clase.
  - Exposición de avances del proyecto.
  - Formulación y evaluación del proyecto de auditoría ambiental.
- **Instrumentos de Evaluación:** 1) **Cuestionario** (para evaluación de conocimientos), 2) **Rubrica** (Para evaluación de desempeños, conocimientos y/o actitudes y valores), 3) **Listas de Cotejo** (Para evaluar evidencias de producto) y 4) **Guía de observación** (Para evaluar desempeños). Así mismo, se debe aplicar: heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.

## 11. Fuentes de información

1. Center for Chemical Process Safety (2008), Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 3th edition, Wiley.
2. Evans, J., Fernández, A., Gavilán, A., Lema, I., Martínez, M.A., Ramírez, P., Zuk, M. "Introducción al análisis de riesgos ambientales" Editorial: INE.
3. Oficina Internacional del Trabajo. "Control de Riesgos en accidentes mayores" Editorial Alfaomega
4. Ponce, M., Jesús G. "Introducción al análisis de riesgos" Editorial Limusa
5. Sutton I. (2010); Process Risk and Reliability Management, Elsevier.
6. NOM- 018-STPS-2000
7. NOM-004-SCT

Software de modelación:

- Aloha
- Disperse
- Scri
- Erap