

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Introducción a las Operaciones Unitarias
<b>Clave de la asignatura:</b>	MMG-1906
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-3-6
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Ambiental.

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>En esta asignatura se estudiarán las operaciones unitarias básicas para la formación del Ingeniero Ambiental en las áreas de proceso industrial que transferencia de masa y energía de extracción (líquido-líquido y sólido líquido), destilación, evaporación y que con lleven a la mejora del proceso productivo.</p> <p>Su importancia radica en la capacidad integradora de conocimientos de ciencias básicas y de fundamentos de ingeniería (tales como principios elementales de ingeniería, técnicas matemáticas, y leyes de la física y química), que le permitan al estudiante tener un efecto globalizador de la competencia en el diseño y operación de equipos que involucran procesos fisicoquímicos, biológicos y ambientales basados en los principios fundamentales de materia y energía.</p> <p>Por último, utilizarán conceptos básicos de las operaciones unitarias optimización y métodos de optimización continua lineal y no lineal, modelación de procesos utilizando variables enteras y optimización de redes de intercambio de calor, secuencias de columnas de destilación con y sin integración de energía.</p> <p>Se utilizarán conceptos de termodinámica y las consideraciones ambientales en la síntesis y diseño de procesos: evaluación del impacto ambiental global neto y el diseño óptimo de procesos con minimización de desperdicios.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>La asignatura se divide en cuatro temas de la siguiente manera:</p> <p>El primer tema aborda temas de equilibrio de fases, sistemas de destilación y cálculo de etapas ideales en la destilación.</p> <p>En el segundo tema se estudia la extracción sólido-líquido, los principios de transferencia de masa, cálculo de etapas ideales y selección de equipo para la lixiviación</p> <p>En el tercer tema se estudia el tema de evaporación y los diferentes equipos para la transferencia de calor.</p>

En el cuarto tema se abordan los principios de la simulación y la optimización de procesos, así como la aplicación del modelado en trenes de evaporación, destilación y redes de intercambio de calor.

En cada una de estas unidades se dan los contenidos conceptuales, las variables de operación, el conocimiento físico de los aparatos y los cálculos para su posterior aplicación para la adquisición de la competencia pertinente como es la identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería Ambiental enfocado en los procesos productivos.

<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 Superior de Lerdo, Cd. Lerdo, Dgo., Mayo 2019	Representantes de la academia de Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.	Diseño curricular de la especialidad de la carrera de Ingeniería Ambiental.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Comprende y aplica los procesos de las operaciones unitarias de destilación, extracción sólido líquido, evaporación e intercambiadores de calor. También podrá aplicar el modelado y optimización de procesos en redes de intercambio de calor y trenes de evaporación.

### 5. Competencias previas

Conoce y aplica la primera ley de la termodinámica, y balances de materia y de energía
----------------------------------------------------------------------------------------

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Destilación	1.1 Importancia y tipos de destilación. 1.2 Relaciones de equilibrio líquido-vapor. 1.3 Destilación de equilibrio o repentina. 1.4 Destilación simple por lotes. 1.5 Destilación simple por arrastre de vapor. 1.6 Destilación por rectificación de mezclas binarias. 1.6.1. Método de Mc Cabe –Thiele. 1.6.2. Método de Ponchon-Savarit.
2	Extracción Sólido-Líquido	2.1. Fundamentos de la extracción sólido-líquido (Importancia, Características del disolvente, Equipos de extracción, Equilibrio) 2.2. Lixiviación en una etapa 2.3. Lixiviación en etapa múltiple 2.4 Cálculo de etapas ideales por Método de Mc Cabe –Thiele.
3	Evaporación	3.1 Transmisión de calor 3.2 Equipos de intercambio de calor 3.3 Tipos de evaporadores 3.3.1 Flujo ascendente 3.3.2 Película descendente 3.4 Balance de entalpía en un evaporador 3.5 Tren de evaporación y redes de intercambio de calor
4	Optimización de procesos	4.1 Diseño e itinerario de procesos Batch 4.2 Selección de variables de diseño. 4.2.1 Modelación de procesos 4.2.2 Algoritmo de Lee y Rudd 4.3 Optimización de procesos 4.3.1 Conceptos básicos y modelado de procesos. 4.3.2 Programación lineal y no lineal.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Destilación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña destiladores simples por lotes.</li> <li>• Calcula las principales variables de operación en destilación por arrastre por vapor.</li> <li>• Diseña columnas de destilación por rectificación.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad creativa</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y discutir en clases los diferentes conceptos existentes en la literatura acerca de la destilación.</li> <li>• Discutir las principales variables de operación y flujos obtenidos en una destilación.</li> <li>• Investigar el concepto de equilibrio líquido-vapor de una mezcla binaria y discutir en grupo la generación de dichas curvas con diferentes mezclas binarias obtenidas de literatura a temperatura y presión constante.</li> <li>• Estimar a través de la ecuación de Antoine la generación de concentraciones molares en el vapor y en el líquido de mezclas binarias en el equilibrio.</li> <li>• Conocer a través de una discusión grupal y presentada en diapositivas de power point, las diferentes características de tipos de destiladores que existen y su funcionamiento.</li> <li>• Conocer diferentes sistemas azeotrópicos conocidos y los diagramas de puntos de ebullición de ellos.</li> <li>• Establecer los balances de materia y la generación de los diagramas de equilibrio necesarios para el cálculo de platos teóricos por el método de McCabe-Thiele en una columna de destilación por rectificación.</li> <li>• Establecer los balances de materia y energía y la generación de</li> </ul>

	<p>diagramas de entalpía y concentración necesarios para el cálculo de platos teóricos por el método de Ponchon-Savarit en una columna de destilación por rectificación.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer y emplear un simulador comercial para el diseño y análisis de destilación simple y por columnas de rectificación.</li><li>• Investigar los diferentes tipos de platos de columnas de destilación.</li><li>• Realizar una práctica de laboratorio de destilación convencional contra destilación fraccionada.</li><li>• Investigar procesos industriales que incluyan la destilación para analizar la pertinencia de las operaciones y equipos empleados.</li><li>• Realizar visitas a centros industriales donde operen torres o columnas de destilación.</li></ul>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>Compromiso ético</li> </ul> <p>Compromiso con la calidad</p>	
<p>2. Extracción Sólido-Líquido</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conoce la operación unitaria de lixiviación.</li> <li>Calcula el número de etapas ideales en un proceso de lixiviación.</li> <li>Conoce equipo usado en la extracción sólido-líquido.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>Capacidad de investigación</li> <li>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>Capacidad creativa</li> <li>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>Capacidad para tomar decisiones</li> <li>Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>Habilidades interpersonales</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>Compromiso ético</li> <li>Compromiso con la calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar las características de los equipos de extracción a través de visitas industriales o por investigación documental.</li> <li>Obtener la solución de problemas de procesos de lixiviación en una etapa y etapas múltiples empleando métodos gráficos y numéricos.</li> <li>Describir los equipos empleados en lixiviación.</li> <li>Realizar un ensayo sobre las implicaciones ambientales de la operación unitaria de extracción.</li> <li>Visitar empresas con procesos de lixiviación.</li> </ul>

3. Evaporación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resuelve problemas de ejercicios que involucran equipos con intercambio de calor y redes de intercambiadores de calor y trenes de evaporación</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>Capacidad de investigación</li> <li>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>Capacidad creativa</li> <li>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>Capacidad para tomar decisiones</li> <li>Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>Habilidades interpersonales</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una investigación sobre los diferentes tipos de transferencia de calor, acumulación de calor, cambios de fase, así como las variables en cada proceso, y sus ecuaciones características y elaborar una tabla comparativa</li> <li>Conocer a través de una discusión grupal y presentada en diapositivas de Power Point, las diferentes características de tipos de equipos de intercambio de calor que existen y su funcionamiento</li> <li>Realizar una investigación sobre evaporadores en equipo y elaborar un reporte contenga tipos, funcionamiento, variables que intervienen, ecuaciones características y dibujo del equipo a mano alzada donde se muestre el funcionamiento.</li> <li>Resolución de ejercicios en clase</li> </ul>

4. Optimización de procesos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimiza procesos mediante la programación lineal y no lineal.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Capacidad de investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad creativa</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<p>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer a través de una discusión grupal y presentada en diapositivas de Power Point, las diferentes características de algunos equipos tipo batch que existen y su funcionamiento, así como ventajas y desventajas con un tipo continuo.</li> <li>• Resolver problemas de optimización tiempos de operación en procesos tipo batch.</li> <li>• Comprender los conceptos básicos de modelación de procesos mediante una presentación de power point.</li> <li>• Elaborar modelación y optimización de procesos por programación lineal y no lineal</li> <li>• Análisis de casos prácticos.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

- 1.- Destilación atmosférica
- 2.- Destilación al vacío
- 3.- Destilación fraccionada
- 4.- Lixiviación
5. Redes de intercambio de calor
- 6.- Programación de procesos (Scheduling)
- 7.- Método gráfico digital para solución de modelado
- 8.- Método simplex digital para solución de modelado

## 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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

Evaluación escrita

Análisis y solución de casos prácticos Solución de ejercicios en clase Tareas de investigación

Discusión grupal de diversos temas teóricos de las operaciones unitarias establecidas

Desempeño en la realización de prácticas: presentación de informes y discusión de resultados experimentales.

Utilizando listas de cotejo, cuestionarios, autoevaluación, rúbricas y otros instrumentos de evaluación.

## 11. Fuentes de información

- Geankoplis, Christie J. Proceso de transporte y principios de los procesos de Separación: incluido operaciones unitarias. Cuarta Edición, Edit. CECSA. México, D.F. 2006.
- Jimenez, Gutierrez, Arturo. (2003) Diseño de procesos en ingeniería química. México. Edit. Reverté-
- Lorenz, T. B., Grossmann, I. E. y Westerberg, A. W. (1997) Systematic Methods of Chemical Process Design. USA: Prentice Hall PTR
- McCabe W., Smith J. y Harriot, P. Operaciones unitarias de la ingeniería química. 6a Edic. Edit. Mc Graw Hill. E.E.U.U. 2006
- Perry Robert H. and Chilton Cecil. Manual del ingeniero químico de Perry. Sexta Ed. Mc Graw Hill. Bogotá. Colombia 1997.