

**GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE OAXACA  
INSTITUTO ESTATAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE OAXACA  
COORDINACIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN EDUCATIVA  
COORDINACIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR**

**PROGRAMA DE ESTUDIO**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA
<b>Operaciones por Etapas de Equilibrio</b>

CICLO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	TOTAL DE HORAS
<b>Octavo Semestre</b>	<b>064083</b>	<b>102</b>

OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA
El alumno aplicará los fundamentos de equilibrio químico para diseñar equipos y resolver problemas de operaciones de separación basadas en etapas de equilibrio en la Industria Alimentaria.

TEMAS Y SUBTEMAS
<p><b>1. Equilibrio líquido-vapor y líquido-líquido.</b></p> <p>1.1. Ley de Raoult.</p> <p>1.2. Ley de Henry.</p> <p><b>2. Destilación.</b></p> <p>2.1. Introducción.</p> <p>2.2. Equilibrio vapor-líquido.</p> <p>2.3. Diagrama de puntos de ebullición.</p> <p>2.4. Ley de Dalton.</p> <p>2.5. Ley de Raoult.</p> <p>2.6. Ley de Henry.</p> <p>2.7. Diagramas de equilibrio líquido-vapor.</p> <p>2.8. Métodos de destilación.</p> <p>2.9. Cálculos de las columnas de fraccionamiento. Balance de materia y calor.</p> <p>2.10. Diagrama de McCabe Thiele.</p> <p>2.11. Resolución de problemas.</p> <p><b>3. Absorción.</b></p> <p>3.1. Introducción.</p> <p>3.2. Proceso de absorción.</p> <p>3.3. Propiedades de las torres de relleno.</p> <p>3.4. Tipos de relleno de torres.</p> <p>3.5. Principios de diseño.</p> <p>3.6. Velocidad de absorción.</p> <p>3.7. Determinación de coeficientes de transferencia.</p> <p><b>4. Extracción sólido-líquido.</b></p> <p>4.1. Aplicaciones en la industria.</p> <p>4.2. Factores que afectan la velocidad de lixiviación.</p> <p>4.3. Equipos de lixiviación y fundamentos de operación.</p> <p>4.4. Cálculos del proceso de extracción de una etapa.</p>

- 4.5. Cálculos del proceso de extracción multi-etapas en contra-corriente.
  - 4.5.1. Método gráfico.
  - 4.5.2. Método analítico.

**5. Extracción líquido-líquido.**

- 5.1. Aplicaciones en la industria.
- 5.2. Equilibrio líquido-líquido.
- 5.3. Factores que afectan la velocidad de extracción.
- 5.4. Equipos de extracción y fundamentos de operación.
- 5.5. Cálculos del proceso de extracción de una etapa.
- 5.6. Cálculos del proceso de extracción multi-etapas en contra-corriente.
  - 5.6.1. Método gráfico.
  - 5.6.2. Método analítico.

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

Sesiones dirigidas por el profesor en las que presente los conceptos y resuelva ejercicios. Las sesiones se desarrollarán utilizando medios de apoyo didáctico como son la computadora, cañón y pizarrón.

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN**

En términos de los artículos 23 incisos (a), (d), (e) y (f); del 47 al 50; 52 y 53 y del 57 al 60, del Reglamento de alumnos de licenciatura aprobado por el H. Consejo Académico el 21 de Febrero del 2012, los lineamientos que habrán de observarse en lo relativo a los criterios y procedimientos de evaluación y acreditación, son los que a continuación se enuncian:

- i) Al inicio del curso el profesor deberá indicar el procedimiento de evaluación que deberá comprender, al menos tres evaluaciones parciales que tendrán una equivalencia del 50% de la calificación final y un examen ordinario que equivaldrá al restante 50%.
- ii) Las evaluaciones podrán ser escritas y/o prácticas y cada una consta de un examen teórico-práctico, tareas y proyectos..
- iii) Además pueden ser consideradas otras actividades como: el trabajo extra clase, la participación durante las sesiones del curso y la asistencia a las asesorías.
- iv) El examen tendrá un valor mínimo de 50%; las tareas, proyectos y otras actividades, un valor máximo de 50%.

**BIBLIOGRAFÍA (TIPO, TÍTULO, AUTOR, EDITORIAL Y AÑO)**

**Básica:**

- 1. Foust A.S., Wenzel L.A., Clump C.W., Maus L., Bryce A.L. (2006). **Principios de operaciones unitarias**. 2ª edición. Continental.
- 2. Geankoplis C.J. (2006). **Procesos de transporte y principios de procesos de separación**. 4a. edición. Patria.
- 3. Henley E.J., Seader J.D. (1988). **Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química**. Reverté.
- 4. McCabe W.L., Smith J.C., Harriott P. (2007). **Operaciones unitarias en ingeniería química**. 7ª edición. Mc Graw Hill.
- 5. Treybal. R.E. (2007). **Operaciones de transferencia de masa**. 2ª edición. Mc Graw-Hill.
- 6. Wankat P. (2008). **Ingeniería de procesos de separación**. 2ª edición. Prentice Hall.

**Consulta:**

- 1. Ibarz R.A., Barbosa-Canovas G.V. (2005). **Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos**. 1ª edición. Ediciones Mundi Prensa.
- 2. Perry R., Green D., Maloney J. (1997). **Perry's chemical engineers' handbook**. 7<sup>th</sup> edition. Mc Graw-Hill.
- 3. Singh R.P., Heldman D.R. (2009). **Introduction to food engineering**. 4<sup>th</sup> edition. Academic Press.

**PERFIL PROFESIONAL DEL DOCENTE**

Maestría o Doctorado en Ingeniería en Alimentos, Maestría o Doctorado afín.