



Programa de la asignatura:

Operaciones unitarias ambientales



Información general de la
asignatura





Información general de la asignatura

Ficha de identificación

Nombre de la asignatura	Semestre	Horas de estudio
Operaciones unitarias ambientales	Cuarto	72
Claves de la asignatura		
Tecnología ambiental		
ING: 17142421		



Índice

Presentación de la asignatura	4
Problema prototípico	6
Contaminación de agua, aire y suelo por actividades industriales	6
Propósitos	9
Competencia general	10
Competencias específicas	10
Temario	11
Metodología de trabajo.....	12
Evaluación	16
Fuentes de consulta	18



Presentación de la asignatura



La asignatura *Operaciones unitarias ambientales* apoya en la comprensión de los principios, mecanismos y aplicaciones de la tecnología ambiental. En ellos se incluyen procesos de restauración y descontaminación bajo modelos fisicoquímicos. Las ciencias biológicas, así como la química, física y disciplinas como la ecología, bioquímica, entre otras, se basan en los aspectos tecnológicos para sustentarla.

Esta asignatura se encuentra ubicada en el segundo módulo de la formación disciplinar del cuarto semestre de la carrera de Tecnología Ambiental.

El contenido desarrollado contribuirá en el perfil de egreso del técnico superior e ingeniero en distinguir tecnologías ambientales para prevenir, reducir y controlar las emisiones de contaminantes de acuerdo con la normatividad vigente y procesos establecidos.

Las operaciones unitarias tienen relación con asignaturas anteriores como Física, Termodinámica, Álgebra lineal, Química, Química analítica, Química ambiental, Tecnologías ambientales de agua y aire y con asignaturas del mismo semestre como Tecnologías ambientales de residuos, suelos y energía y, por último, tiene con asignaturas posteriores como Simuladores ambientales, Gestión de residuos, Ingeniería ambiental de aire, Ingeniería ambiental de suelos, Ingeniería ambiental de



valoración de residuos, Ingeniería ambiental de relleno sanitario, Ingeniería del agua, Ingeniería ambiental de energía y Reingeniería ambiental.

El estudio de esta asignatura lo realizarás en tres unidades temáticas:

1

En la primera unidad revisarás los conceptos fundamentales de las operaciones unitarias. También discriminarás los diferentes procesos de separación como la mecánica-física, por membrana, líquido-líquido y líquido-sólido.

2

En la segunda unidad revisarás las operaciones unitarias de transferencia de calor, transferencia de masa y flujo de fluidos. En cada una de ellas observarás sus equipos de transferencia de calor, masa y transporte de fluidos.

3

En la tercera y última unidad, harás una revisión de las aplicaciones de las diferentes operaciones unitarias utilizadas en el área ambiental, revisarás los usos de los equipos en la transferencia de calor, por ejemplo, en el manejo de partículas y energía, los usos de los equipos en la transferencia de masa, por ejemplo: en el manejo de residuos sólidos y tratamiento de agua y por último los usos de los equipos en el flujo de fluidos, como en el tratamiento de vapores y gases, ventilación industrial y tratamiento de aguas residuales.



Problema prototípico



Contaminación de agua, aire y suelo por actividades industriales

La contaminación del agua, suelo y aire son las principales causas de contaminación del medio ambiente. En el caso de México, de acuerdo con el INEGI, en el 2008 se trataron 84,003 l de aguas residuales. Por su parte, las emisiones de metano originadas por fuentes antropogénicas, en 2015, fueron de 194,200 millones de toneladas métricas (equivalentes a CO_2); las emisiones de N_2O originadas por fuentes antropogénicas en 2015 fue de 28,800 millones de toneladas métricas (equivalentes a CO_2); y las emisiones de CO_2 derivadas de la quema de combustibles fósiles y de la manufactura de cemento en 2010 fue de 120,991 miles de toneladas de carbón. En cuanto a los residuos, el promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados a nivel nacional en el 2012 fue de 99, 770, 725 kg/año, razón por lo cual es importante establecer trenes de tratamiento que permitan alcanzar los objetivos de reducción de contaminantes establecidos. Estos trenes de tratamiento están compuestos de una o varias operaciones unitarias, por lo que su selección es fundamental en el momento de remediar problemas de contaminación.

Para la selección de las operaciones unitarias para la remediación de un medio: agua, aire y/o suelo se necesita:

1. Considerar la reducción de contaminantes que se pretende lograr, es decir la eficiencia que debe tener el tratamiento para la reducción de contaminantes, lo que impacta en la selección de las operaciones unitarias óptimas para



conseguir el objetivo. Consideremos que una industria siderúrgica emite partículas de óxidos de hierro de 2.6 g/m^3 y la norma propuesta por la EPA permite 50 mg/m^3 , por lo que se requiere de un equipo que tenga el 99.5% de eficiencia de remoción de partículas.

2. Tipo de contaminante, concentración y características fisicoquímicas y biológicas. La naturaleza del contaminante siempre se debe tomar en cuenta, pues de ello depende la eficiencia y el tipo de operación unitaria a utilizar. En el caso de las partículas de hierro, la emisión es de $110 \text{ m}^3/\text{s}$ y tiene una temperatura de 1000 Kelvin (K) a 1 atmósfera de presión.
3. Tipo de medio (agua, aire y suelo) a tratar y sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La emisión de partículas de hierro es en el aire, en una zona industrial, que tiene una velocidad del viento de 1.2 m/s con una estabilidad atmosférica tipo C, y que no permite una buena dispersión de los contaminantes.
4. Tipos de operaciones unitarias que pueden ayudar a la solución de la problemática.
 - Consideraciones técnicas, es decir cuántos tipos de operaciones unitarias pueden operarse con las características de la emisión y del contaminante. En el ejemplo mencionado se tiene una emisión de partículas de $110 \text{ m}^3/\text{s}$, con una temperatura de 1000 K. Además, la industria tiene espacio suficiente para la instalación de equipos grandes, pues tiene un área de 90 m^2 y requiere que el equipo a instalar tenga una eficiencia de 99.5%. Para reducir partículas se pueden utilizar las operaciones unitarias de separación como la filtración o centrifugación. Los equipos asociados a estas operaciones unitarias son: filtro de telas o el ciclón, respectivamente; pero hay que tener en cuenta que los ciclones (centrifugación) necesitan construirse de un material especial para soportar las temperaturas de la emisión. Generalmente, operan con caudales de 0.5 a $12 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo que tratar un caudal de $110 \text{ m}^3/\text{s}$ requerirá de adaptaciones en el equipo. Los filtros de tela (filtración) operan con telas de diferentes materiales, y la máxima temperatura con la que trabajan no rebasa los 260°C , por lo que se requerirá instalar una operación unitaria de transferencia de calor que disminuya la temperatura de la corriente de emisión (260°C), como un intercambiador de calor o humidificador. Esto permitirá aprovechar la energía en otro proceso (ya que se recupera un 50% de la misma).



- Consideraciones ambientales. Siempre, en cualquier situación de remediación de la contaminación, se debe tener presente que la medida o remediación a seguir no produzca impactos negativos, y si los hace, éstos deben ser los mínimos. Ante esta premisa el uso de ciclones o filtros de tela permiten recuperar las partículas de óxido de hierro para reutilizarlas o reciclarlas.
- Consideraciones económicas. Hay que contemplar los costos asociados a la operación unitaria; es decir, hay que contabilizar los costos de operación (uso de energía), mantenimiento y limpieza. Se deben tener en cuenta los recursos humanos necesarios para su operación. En el caso de la remoción de partículas, los ciclones necesitan el uso de un ventilador que permita ingresar la emisión al equipo, además de que un solo equipo no cubre la eficiencia requerida, por lo que será necesario utilizar dos ciclones que permitan lograr el objetivo. Por otro lado, los filtros de tela no operan a 1000 K, por lo que será necesario una operación unitaria extra que disminuya la temperatura (intercambiador de calor o humidificador), así que hay que contemplar los costos asociados a ellos.

Selección de las operaciones unitarias. Con las consideraciones económicas, ambientales y técnicas se realiza una matriz que permita evaluar todos los criterios establecidos previamente. Por ejemplo, aplicabilidad del proceso, generación de residuos, generación de subproductos con valor económico o de uso, vida útil, el requerimiento de área, costo de inversión inicial, costo de operación y mantenimiento, aspectos de diseño, construcción y operación, así como el impacto al medio ambiente. En el caso de la industria siderúrgica, se consideró que se puede utilizar la operación unitaria de transferencia de energía y de separación, y en cuanto al equipo a utilizar, este es un intercambiador de calor seguido del filtro de telas de fibra de vidrio.



Propósitos



Al término de la asignatura lograrás:

- 1** **Identificar** y **clasificar** las operaciones unitarias en transferencia de calor, transferencia de masa y flujo de fluidos en problemas ambientales.
- 2** **Relacionar** operaciones unitarias con los equipos para dar soluciones a problemas ambientales.
- 3** **Seleccionar** equipos en transferencia de calor, de masa y flujo de fluidos para dar soluciones a problemas ambientales.



Competencias a desarrollar



Competencia general

Selecciona operaciones unitarias para proponer soluciones a problemas ambientales describiendo los métodos y procesos factibles de aplicación.

Competencias específicas

- | | |
|-----------------|---|
| Unidad 1 | Clasifica las operaciones unitarias en transferencia de calor, de masa y flujo de fluidos para identificarlas dentro de algún problema ambiental por medio del estudio de sus características. |
| Unidad 2 | Relaciona las operaciones unitarias con los equipos adecuados para proponer la solución de un problema ambiental mediante identificación de las características de la materia. |
| Unidad 3 | Selecciona equipos en transferencia de calor, de masa y flujo de fluidos para dar soluciones a problemas ambientales con la aplicación de las operaciones unitarias. |



Temario



1. Operaciones unitarias

- 1.1. Principios de las operaciones unitarias
- 1.2. Separación

2. Equipos y operaciones unitarias

- 2.1. Operaciones unitarias y el calor
 - 2.1.1. Operaciones unitarias de transferencia de calor
 - 2.1.2. Equipos de transferencia de calor
- 2.2. Operaciones unitarias y la masa
 - 2.2.1. Operaciones unitarias de transferencia de masa
 - 2.2.2. Equipos de transferencia de masa
- 2.3. Flujo de fluidos
 - 2.3.1. Operaciones unitarias en el flujo de fluidos
 - 2.3.2. Equipos de transporte de fluidos

3. Aplicaciones de operaciones unitarias en lo ambiental

- 3.1. Usos de los equipos en la transferencia de calor
 - 3.1.1. Operaciones unitarias para el manejo de partículas
 - 3.1.2. Operaciones unitarias para el manejo de energía
- 3.2. Usos de los equipos en la transferencia de masa
 - 3.2.1. Operaciones unitarias para el manejo de residuos sólidos
 - 3.2.2. Operaciones unitarias para el tratamiento de agua
- 3.3. Usos de los equipos en el flujo de fluidos
 - 3.3.1. Operaciones unitarias en el tratamiento de vapores y gases
 - 3.3.2. Operaciones unitarias en la ventilación industrial
 - 3.3.3. Operaciones unitarias para el tratamiento de aguas residuales



Metodología de trabajo



La metodología propuesta para esta asignatura es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), que consiste en proporcionarte un problema ambiental de la vida real para que lo estudies y analices. Busca, entre otras cosas, entrenarte en la elaboración de soluciones válidas para posibles problemas de carácter complejo que se presenten en tu realidad futura.

De esa manera se integra Operaciones unitarias ambientales que está compuesta por tres unidades en las cuales se desarrollan los contenidos de los temas, de los cuales deberás realizar lecturas analíticas para adquirir los conocimientos teóricos que posteriormente llevarás a la práctica a través de las actividades de aprendizaje como son foros, tareas y evidencias de aprendizaje.

Por otro lado, se te presentan a lo largo de la asignatura diferentes materiales como videos, capítulos de libros, artículos científicos, presentaciones, entre otros que te ayudarán en tu proceso de aprendizaje. Estos materiales se encuentran en el aula o bien en caso de que sean páginas electrónicas o videos deberás consultar las fuentes de consulta para revisarlas.



Ten presente que para profundizar en los contenidos puedes apoyarte en las fuentes de consulta básica y complementaria que se te proporcionan al final de la unidad.

Por otro lado, el docente en línea te brindará elementos necesarios para que puedas problematizar e identificar un problema típico de tu entorno, el cual resolverás y analizarás mediante las actividades de cada unidad.

Por lo anterior, cuentas con diferentes herramientas en el aula, mismas que te guían en el proceso de aprendizaje, estas son:

Foro de dudas



En él, plasmarás todas las inquietudes y cuestionamientos que te surjan al momento de consultar los contenidos (materiales por unidad), así como al realizar las actividades y la evidencia de aprendizaje. Tu docente en línea, en este espacio, realizará un diagnóstico de todos los conocimientos con los que cuentas relacionados con la asignatura, o bien, organizar equipos de trabajo para realizar alguna con tus compañeros(as).

Planeación didáctica del docente en línea



Este espacio fue diseñado para que el docente en línea plasme y comunique tanto las actividades determinadas para esta asignatura como las complementarias. Estas últimas te aportarán elementos para alcanzar la competencia específica, es decir tu objetivo por unidad. Asimismo, asignará fechas de entrega para tus actividades, con el objetivo de que autogestiones el tiempo que le dedicarás a esta asignatura.

Es importante mencionar que deberás estar al pendiente de este espacio porque el docente en línea puede comunicarse contigo y atender contingencias o problemáticas que vayan surgiendo durante el semestre.

Asimismo, te compartirá o indicará materiales extra o complementarios de consulta y para enriquecer tu aprendizaje.



Actividades colaborativas



Estas actividades están planeadas para que trabajes en equipo de trabajo o compartas una opinión en particular de cierta temática, pueden estar configuradas en herramientas de foros, wikis o blogs, y en caso de que sea necesario tendrás la oportunidad de enviar **dos archivos** por actividad. Recuerda entregarlas en tiempo y forma para que cuentes con una evaluación certera.

Actividades individuales



Estas actividades están planeadas para que entregues tu trabajo de forma individual, están configuradas en herramientas de tareas, tendrás la oportunidad de **dos archivos** por cada una de ellas. Recuerda entregarlas en tiempo y forma para que cuentes con una evaluación certera.

Evidencias de aprendizaje



Estas actividades están planeadas para que entregues tu trabajo final por unidad, están configuradas en herramientas de tareas, tendrás la oportunidad de **dos archivos** por cada una de ellas. Recuerda entregarlas en tiempo y forma para que cuentes con una evaluación certera.

Autorreflexiones



Aquí, realizarás la actividad mediante dos herramientas en el aula: la herramienta de avisos *Planeación del docente en línea* y una tarea. El docente en línea formulará preguntas detonadoras en la herramienta de avisos para que reflexiones respecto a lo revisado en cada unidad. Es importante mencionarte que sólo tendrás **dos** oportunidades para enviar tu archivo.

Asignación a cargo del docente en línea



En la sección *Asignación a cargo del docente en línea*, encontrarás, debidamente configurada, la herramienta tarea; cuyo número de envíos tan solo será **dos**. Aquí, deberás subir la respuesta de la actividad complementaria determinada y comunicada por tu docente en línea mediante la *Planeación del docente en línea*.



Unidades



Por último, recuerda consultar los materiales que fueron seleccionados, determinados y desarrollados por un equipo docente para cada unidad, ya que éstos son el conocimiento mínimo que debes aprender para realizar las actividades mencionadas, y así concluir con éxito la asignatura *Operaciones unitarias ambientales*.



Evaluación



En el marco de la UnADM, la evaluación se conceptualiza como un proceso participativo, sistemático y ordenado que inicia desde el momento en que el (la) estudiante interactúa con los diversos componentes educativos del aula virtual, por lo que se le considera desde un enfoque integral y continuo.

Por lo anterior, para acreditar la asignatura se espera la participación responsable y activa del (de la) estudiante contando con el acompañamiento y comunicación estrecha con su docente en línea quien, a través de la retroalimentación permanente, evaluará de manera objetiva su desempeño. Para lograrlo, es necesaria la recolección de evidencias que reflejen el logro de las competencias por parte de los (las) estudiantes.

En este contexto, la evaluación forma parte del proceso de aprendizaje, en el que la retroalimentación permanente es fundamental para promover el aprendizaje significativo y reconocer el esfuerzo. Es requisito indispensable la entrega oportuna de cada una de las tareas, actividades y evidencias, así como la participación en foros y demás actividades programadas en cada una de las unidades y conforme a las indicaciones dadas. Las rúbricas que el docente desarrollará para cada actividad contienen los criterios y lineamientos para realizarlas, por lo que es importante que el (la) estudiante la revise antes de elaborar sus actividades.

En cuanto a las *Autorreflexiones*, éstas son el ejercicio de interiorización que permite que los (las) estudiantes tomen conciencia de su proceso de aprendizaje y logren identificarlo y monitorearlo para regularlo y favorecer el desarrollo de su crecimiento, por lo anterior forma parte de su proceso formativo.



Por último, en lo que se refiere a la Asignación a cargo del docente en línea, este hará uso de una entrega correspondiente a la actividad complementaria determinada por el docente en línea, que permitirán retroalimentar y reforzar de manera pertinente a los (las) estudiantes de acuerdo al avance y características del grupo enriqueciendo su proceso formativo.

A continuación, se presenta el esquema general de evaluación.

Esquema de evaluación		
Evaluación continua	Actividades colaborativas	10%
	Actividades individuales	30%
E-portafolio	Evidencia de aprendizaje	40%
	Autorreflexiones	10%
Asignación a cargo del docente	Instrumentos y técnicas de evaluación propuestas por el docente en línea	10%
CALIFICACIÓN FINAL		100%



Fuentes de consulta



Bibliografía básica

1. Geankoplis, C. (2000). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México: CESA.
2. Kern, D. (1999). *Procesos de transferencia de calor*. México: CECSA.
3. McCabe, W., Smith, J. y Harriott, P. (2007). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. España: McGraw-Hill Interamericana.
4. Shames, I. (1995). *Mecánica de fluidos*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
5. Treybal, R. (1988). *Operaciones de transferencia de masa*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Bibliografía complementaria

6. Henley, E. y Seader, J. (1998). *Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química*. España: Reverté.
7. Holman, J. (1999). *Transferencia de calor*. México: CECSA.
8. Howell, J. y Bickius, R. (1990). *Principios de termodinámica para ingeniería*. México: McGraw-Hill.
9. Tojo, J. (2005). *Destilación*. Vigo: Universidad de Vigo.



Fuentes electrónicas

10. Aguas y procesos. (2007). *Especialistas en separación de membranas*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Recuperado el 19 de abril de 2016: <http://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/PESKO/1.pdf>
11. Energy & Environment 2EO. (2014). Absorción de gases. Recuperado el 19 de abril de 2016:
<http://www.gunt.de/networks/gunt/sites/s1/mmcontent/produktbilder/08340000/Datenblatt/08340000%204.pdf>
12. López-Acevedo, M. (2004). Cristalización artificial de rubíes. *Historia Natural* 5, febrero. Recuperado el 19 de abril de 2016:
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Cristalizaci%C3%B3n%20de%20rub%C3%ADes%20-%20Victoria%20L%C3%B3pez-Acevedo.pdf>
13. Profesores fi-bunam. (2012). *Petróleo y sus derivados*. Recuperado el 19 de abril de 2016:
<http://profesores.fi-b.unam.mx/l3prof/Carpeta%20energ%EDa%20y%20ambiente/Petroleo%20y%20Derivados.pdf>
14. (s. a.). (2012). *Secado de madera*. Recuperado el 19 de abril de 2016:
http://www.clustermadeira.com/pdf/8_Secado.pdf