

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Control De La Contaminación Atmosférica
Clave de la asignatura:	AMI -1604
SATCA¹:	4-0-4
Carrera:	Ingeniería Química.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>El programa de Control de la Contaminación Atmosférica aporta al perfil del Ingeniero Químico, un panorama general de la contaminación del medio ambiente, principalmente del aire, además de los elementos teóricos indispensables para la selección y el diseño de equipos destinados a la prevención y el control de contaminantes atmosféricos.</p> <p>El control de la contaminación atmosférica pretende la eliminación o la reducción hasta niveles aceptables de aquellos agentes (gases, partículas en suspensión, elementos físicos y agentes biológicos) cuya presencia en la atmósfera puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas o en su bienestar; efectos perjudiciales sobre la vida de las plantas y de los animales, daños a materiales de valor económico para la sociedad y daños al medio ambiente.</p> <p>Al aumentar el grado de sofisticación y los costos de las nuevas tecnologías para el control de la contaminación ambiental, ha surgido un creciente interés por incorporar la prevención al diseño de los procesos industriales; para lo cual deben estar preparados los nuevos profesionistas y sumar sus conocimientos al logro de un simple objetivo; el de eliminar los efectos nocivos de estos procesos y mejorar la competitividad de la empresa.</p> <p>Al finalizar el curso el alumno contará con las herramientas necesarias para atender las necesidades actuales de control, mitigación y eliminación de la contaminación del aire. Le dará los elementos necesarios para entender que el manejo inadecuado de los residuos sólidos incide directamente en la degradación ambiental y en la salud pública</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

El programa de **Control de la Contaminación Atmosférica**, se organiza en cuatro unidades, en donde se agrupan los contenidos conceptuales y las actividades sugeridas:

La primera unidad introduce al estudiante a los conceptos de contaminación atmosférica, partiendo desde las propiedades del aire así como cinéticas de formación de los gases contaminantes, hasta el cálculo estequiométrico que se aplica para estimar las emisiones de los contaminantes.

En la segunda unidad, se estudian las técnicas de muestreo de los contaminantes en el aire, las técnicas para su análisis y caracterización de acuerdo a la normativa actual. El monitoreo en tiempo real de los gases que están presentes en la atmósfera debido a las actividades antropogénicas y se establece una correlación con la calidad del aire.

La tercera y cuarta unidad proporcionan al estudiante los fundamentos para definir los procedimientos de recolección de los contaminantes presentes, las características del equipo; así como, los elementos y factores de diseño.

Algunas de las actividades de aprendizaje sugeridas se plantean extra clase, para propiciar procesos intelectuales como el de inducción-deducción y análisis-síntesis. Buscando obtener un aprendizaje significativo, partiendo de la investigación y discusión de los resultados, y de las experiencias concretas y cotidianas.

Al final del curso, el estudiante tendrá oportunidad de aplicar lo aprendido en un proyecto final que integra los conceptos teóricos y las experiencias objetivas, desprendidas de su activa participación en visitas industriales, que lo ubicarán en la problemática ambiental actual que caracteriza su entorno.

El docente actúa como guía, facilitador y asesor orientando al alumno en las actividades de aprendizaje y en la realización de proyectos, crea las condiciones para la construcción del conocimiento promoviendo el desarrollo de capacidades, habilidades y actitudes.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones

<p>Tecnológico Nacional de México.</p> <p>Instituto Tecnológico de la Laguna.</p> <p>Abril de 2016.</p>	<p>Ing. Ana María Flores Romero.</p> <p>Ing. Fco. de Jesús Glz. Peña.</p> <p>Ing. Delia Cárdenas Rodríguez.</p> <p>Ing. María Cristina García Carrillo.</p> <p>Ing. Pantaleona Campa Núñez.</p> <p>Ing. Karla V. Guevara Amatón.</p> <p>Ing. Elizabeth Hdz.. Campos.</p> <p>Ing. Alma Leticia Ramos Ríos</p> <p>Ing. José Juan López Baqueiro</p>	<p>Revisión de los programas de las materias de la especialidad:</p> <p>Gestión Ambiental</p>
---	---	---

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Aplica los conceptos relacionados con el Control de la Contaminación Atmosférica, las técnicas de muestreo y el análisis de bases contaminantes. Así como, la elaboración de reportes que permitan el manejo de los principales parámetros marcados por las normas oficiales.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce la Legislación Ambiental de competencia para el territorio nacional. ✓ Identifica las Leyes, Normas y Reglamentos en materia Ambiental, de competencia federal, estatal y municipal. ✓ Conoce la problemática relacionada con la sobreexplotación de los Recursos Naturales, existente a nivel local, nacional e internacional..

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
I	INTRODUCCIÓN A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	<p>1.1. Propiedades termodinámicas del aire y gases contaminantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solubilidad de gases en líquidos. - Relaciones de equilibrio gas – líquido. <p>1.2. Estimación de emisiones y concentración de contaminantes del aire.</p> <p>1.3. Cálculo estequiométrico de emisiones.</p>
		<p>2.1. Técnicas de Muestreo en gases.</p> <p>2.2. Técnicas de análisis de aire y</p>

II	MÉTODOS DE MONITOREO DE CONTAMINANTES EN AIRE, SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS Y EQUIPO	<p>contaminantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bióxido de azufre. - Ozono. - Óxidos de Nitrógeno (NOx) - Monóxido de carbono (CO) - Hidrocarburos totales (HCT). - Compuestos orgánicos volátiles (COV) <p>2.3. Monitoreo en tiempo real.</p> <p>2.4. Índices de calidad del aire.</p> <p>2.5. Conocimiento y selección de equipo de monitoreo del aire y análisis de contaminantes atmosféricos.</p> <p>2.6. Visitas a estaciones de monitoreo.</p>
III	SÓLIDOS CONTAMINANTES DEL AIRE, CÁLCULOS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN SU SUPERACIÓN, SEGÚN LAS OPERACIONES DE COLECCIÓN.	<p>3.1. Dinámica de fluidos y partículas.</p> <p>3.2. Propiedades de dispersión de partículas.</p> <p>3.3. Mediciones de contaminantes atmosféricos.</p> <p>3.4. Clasificación de equipos de medición atmosférica.</p> <p>3.5. Selección de equipo y elementos de diseño.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sedimentadores. - Separadores. - Filtros. - Lavadores. - Precipitadores.
		<p>4.1. Clasificación y propiedades de los adsorbentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alúminas.

IV	EQUIPOS UTILIZADOS EN LA SEPARACIÓN DE GASES CONTAMINANTES.	<ul style="list-style-type: none">- Sílica gel.- Silicato de calcio.- Carbón activado.- otros. <p>4.2. Sistemas Típicos de recuperación de solventes de gases de proceso.</p> <p>4.3. Clasificación de equipos.</p>
----	---	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

INTRODUCCIÓN A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica los contaminantes presentes en la atmósfera, su origen, clasificación, formas de dispersión, efectos en el medio ambiente, a la salud y la normatividad que se aplica. ✓ Identifica y selecciona el método de control adecuado. Realiza cálculos de emisiones generadas por fuentes fijas de acuerdo a la composición química del combustible utilizado. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Habilidad de trabajo autónomo. 	<p>Realizar investigación documental y definir la estructura básica de la atmósfera, la composición y las características de las capas que la forman. Identificar los contaminantes del aire, las fuentes de emisión, efectos a la salud y tiempo de residencia.</p> <p>Elaborar una tabla que contenga la normatividad aplicable a contaminantes en fuentes fijas y en medio ambiente.</p> <p>Investigar la forma en que los factores meteorológicos afectan la dispersión de los contaminantes en el aire. Identificar las fuentes industriales de contaminación, actividades y tipos de contaminantes que emiten.</p> <p>Elaborar un mapa conceptual relacionado con la cinética de formación de los principales contaminantes primarios, como: CO, CO₂, SO_x y NO_x.</p> <p>Esquematizar el método de control de emisiones para CO en los equipos de combustión. Así como de SO_x y NO_x en fuentes estacionarias.</p> <p>Revisar el proceso de incineración o combustión auxiliar y su aplicación. Describir la operación de los incineradores por flama directa, incinerador térmico e incinerador catalítico.</p> <p>Realizar investigación documental y definir los conceptos de combustible y poder calorífico. Presentar una tabla que muestre la clasificación de los combustibles de acuerdo a su estado físico, incluyendo los combustibles alternos, así como, la composición de los contaminantes emitidos al procesarse por un equipo de combustión.</p>

MÉTODOS DE MONITOREO DE CONTAMINANTES EN AIRE, SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS Y EQUIPO.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce las técnicas de monitoreo de contaminantes en forma de gases, vapores y aerosoles, tanto en fuentes fijas como en móviles; así como los métodos químicos de cuantificación de los mismos y la operación del equipo utilizado. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Habilidad de trabajo autónomo. 	<p>Realizar investigación documental y definir los factores involucrados en un muestreo eficiente, considerando las especificaciones del equipo de precisión a utilizar.</p> <p>Investigar los dispositivos que constituyen un tren de muestreo e identificar las muestras que requieran de este.</p> <p>Investigar los métodos de recolección de contaminantes en forma de aerosol, de gases y de vapores.</p> <p>Investigue los métodos de monitoreo de contaminantes sugeridos por la Normatividad Mexicana tanto en fuentes fijas como móviles. Y de acuerdo a las características fisicoquímicas del contaminante, identificar las técnicas de medición más adecuadas.</p> <p>Utilizando una tabla, identificar los principios de operación de los siguientes equipos de análisis y su rango de detección:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cromatógrafo de Gases 2. Espectrofotómetro UV-VIS 3. Espectrómetro de Masas 4. Espectrofotómetro de Absorción Atómica 5. Instrumentos Infarrojos no dispersivos 6. Detector de Ionización de flama (DIF) 7. Analizadores de Quimoluminiscencia 8. Electores químicos sensores y celdas electroquímicas. 9. Colorímetros. <p>Realizar investigación documental e identificar el método más adecuado para la detección de un contaminante. Usando una tabla, describir los siguientes métodos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aparato Orsat 2. Método Paramagnético

	<p>3. Conductimetría</p> <p>Identificar las causas por las que se tiene la necesidad de medir emisiones en una planta industrial. Realizar visita y buscar los métodos de control de sus emisiones.</p> <p>Visitar las estaciones de monitoreo de aire ambiente. Investigar la calidad del aire en la región.</p>
<p>SÓLIDOS CONTAMINANTES DEL AIRE, CÁLCULOS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN SU SEPARACIÓN, SEGÚN LAS OPERACIONES DE COLECCIÓN</p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce la operación del equipo utilizado para el control de emisiones de partículas hacia el ambiente. Selecciona el equipo adecuado de acuerdo a las características fisicoquímicas de las mismas, calcula flujos y tiempos de operación, además de dimensiones de los equipos recolectores. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Habilidad de trabajo autónomo. 	<p>Realizar investigación documental y definir el concepto de partícula y sus características, abordando los riesgos para la salud.</p> <p>Mediante un mapa conceptual, presentar las principales fuentes de emisión de partículas y la forma en que se dispersan.</p> <p>Identificar y diferenciar la normatividad aplicable en PST, PM10 y PM2.5</p> <p>Elaborar una tabla con los seis principales mecanismos de separación de partículas.</p> <p>Investigar los factores que se deben tomar en cuenta para la selección de un equipo de control de partículas.</p> <p>Investigar la operación y la geometría de la Cámara de Sedimentación por gravedad; realizar los cálculos para determinar Tiempo de asentamiento, flujo, velocidades, diámetro de la partícula y dimensiones del equipo.</p> <p>Investigar documentalmente el funcionamiento de los separadores ciclónicos y la forma en que se realiza el cálculo de sus dimensiones definiendo los parámetros involucrados en su operación y diseño.</p>

	<p>Investigar los tipos de colectores húmedos, su operación y el cálculo de su eficiencia. Así como, los tres principales mecanismos de limpieza en casas de sacos, su operación y los cálculos para la caída de presión. Además de, el principio de operación de los precipitadores electrostáticos, diferenciando ventajas y desventajas.</p> <p>Investigar el principio de selección del equipo necesario para el tratamiento eficiente de una corriente de gas.</p> <p>Visitar una planta industrial e investigar los métodos de monitoreo de partículas, el equipo de colección y la normatividad que les aplica.</p>
EQUIPOS UTILIZADOS EN LA SEPARACIÓN DE GASES CONTAMINANTES	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Selecciona el proceso adecuado para la separación de corrientes gaseosas. Identificación de variables de diseño de equipos de Adsorción y Absorción <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Habilidad de trabajo autónomo 	<p>Mediante un esquema, presentar los fundamentos de los cuatro métodos de recolección de gases cuando sus concentraciones son muy bajas.</p> <p>Investigar el principio de operación del método de Adsorción. Definir Adsorción Física y Química.</p> <p>Definir las características fisicoquímicas de los adsorbentes y su clasificación, como: Carbón activado, sílica gel, aluminosilicatos, etc.</p> <p>Mediante mapa conceptual, explicar los requisitos para el diseño o selección de un equipo de adsorción. Incluir la forma de interpretar las Isotermas representativas de la adsorción.</p> <p>Realizar investigación documental y explicar la operación de la Unida de Adsorción de lecho fijo y la forma de regenerar el lecho.</p> <p>Realizar investigación documental y definir el concepto de absorción, explicar las características de una torre de absorción,</p>

	<p>incluyendo la forma de los empaques convencionales.</p> <p>Realizar visita industrial, que permita observar en la práctica los conceptos aprendidos</p>
--	--

8. Práctica(s)

Las visitas industriales permitirán la familiarización con los temas vistos y su aplicación en campo, además de armar un equipo Orsat para tener una idea visual de su aplicación.

9. Proyecto de asignatura

Desprendido de una visita industrial, detectará los problemas de emisión de los contaminantes, la concentración de los mismos; los efectos al medio ambiente y a la salud, sugiriendo medidas correctivas de acuerdo a la normatividad. y que cumpla como mínimo con las siguientes características:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico, mismo que permite lograr la comprensión de la situación objeto de estudio.
- **Planeación:** se realiza el diseño del proyecto, las actividades por realizar, los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- Elaborar un reporte que incluya el giro de la empresa (omitiendo la razón social), el problema detectado y las medidas sugeridas para darle solución.
- **Ejecución:** Diseño de una solución del problema detectado en la empresa indicando el origen del problema, así como justificación, acciones a desarrollar para resolverlo y recomendaciones.
- **Evaluación:** se evalúa el trabajo en equipo, razonamiento del problema, la forma en la que se resolvió, si se cumple con el objetivo planteado y además de agregar un listado de referencias bibliográficas.

10. Evaluación por competencias

Realizar la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa de los estudiantes, a través de:

- Participación en el desarrollo del curso y en la resolución de problemas.
- Exámenes escritos.
- Exposiciones
- Proyecto integrador:
- Portafolio de evidencias (formato electrónico)

Nota: Toda evidencia debe de estar contenida dentro del “**portafolio de evidencias**”

11. Fuentes de información

1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GALLEGU PICÓ – GONZÁLEZ FERNÁNDEZ
ED. UNED 2012
2. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y CONCIENCIA CIUDADANA
DANIELA SIMIONI
CEPAL 2003
3. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA AMBIENTAL
STANLEY E. MANAHAN
ED REVERTÉ – UNAM 2007
4. INGENIERÍA DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE
NEVERS, N
ED. MC. GRAW HILL 1997
5. CONTAMINACIÓN DEL AIRE, ORIGEN Y CONTROL
WARK – WARNER
ED. LIMUSA
6. INGENIERÍA AMBIENTAL, CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTO
SANZ FONFRIA – DE PABLO RIBAS
ALFAOMEGA GRUPO EDITOR 1999
7. CONTAMINACIÓN DEL AIRE, CAUSAS, EFECTOS Y SOLUCIONES
STRAUSS – MAINWARING
ED. TRILLAS 1995
8. INGENIERÍA AMBIENTAL
J. GLYNN HENRY, GARY W. HEINKE
ED. PRENTICE HALL 1999
9. ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
MARÍA DOLORES DE LA LLATA LOYOLA
EDITORIAL PROGRESO 2003

