

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO

PROCESOS FÍSICOQUÍMICOS AVANZADOS PARA EL  
TRATAMIENTO DE AGUA”

Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
<b>Facultad e Instituto de Ingeniería</b>	<b>Ingeniería Ambiental</b>	<b>3°</b>	<b>06</b>
Entidades participantes	Maestría en que se imparte	Agua	Campo
<b>Asignatura:</b>	<b>Horas:</b>	<b>Total (horas):</b>	
Obligatoria <input type="checkbox"/>	Teóricas <input type="text" value="3.0"/>	Semana	<input type="text" value="3.0"/>
Optativa <input checked="" type="checkbox"/>	Prácticas <input type="text" value="0.0"/>	16 Semanas	<input type="text" value="48.0"/>

**Modalidad:** Curso

**Seriación recomendada antecedente:** operaciones unitarias

**Seriación recomendada consecuente:** ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

Proporcionar los conocimientos necesarios para la adecuada selección de procesos fisicoquímicos avanzados para la remoción de contaminantes específicos en agua y agua residual.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	1.5
2.	Tratamiento primario avanzado	9.0
3.	Adsorción	12.0
4.	Procesos avanzados de oxidación química	12.0
5.	Intercambio iónico	9.0
6.	Procesos de membrana	4.5
	Total	48.0

## 1 Introducción:

**Objetivo:** Explicar el contenido del curso el objetivo y proporcionar los alcances así como la forma de trabajo y los conceptos a calificar. . Aplicación de los sistemas FQ avanzados en tratamiento de agua

### Contenido:

#### 1.0 TRATAMIENTO PRIMARIO AVANZADO

Definición. Contaminantes del agua. Tamaño de dispersiones, disoluciones coloidales, propiedades ópticas y propiedades de superficie.

#### 1.1 RELACION DE PARAMETRO A ELIMINAR Y TRATAMIENTO

Se presentan los contaminantes comunes que superan la norma en agua potable, así como aquellos que son problema en agua residual e industrial y el tratamiento avanzado aplicado para su remoción

#### 1.2 TPA y Precipitación

Coagulación- Floculación Conceptos teóricos. Propiedades de los contaminantes coloidales. Material coloidal orgánico e inorgánico. Modelo de la doble capa eléctrica. Desestabilización de suspensiones Coloidales.

Coagulación por neutralización de la carga. Coagulación por compresión de doble capa. Modelo químico de la coagulación. Parámetros de influencia.

#### 1.3. Tipos de Coagulantes. Aluminio, Hierro, Cal. Reacciones

##### 1.3.1 Tipos de Coadyuvantes de la coagulación.

##### 1.3.2 Aplicaciones prácticas.

##### 1.3.3 Cálculo de lodos generados

##### 1.3.4 Eliminación de fósforo por precipitación

#### 2.0 ADSORCIÓN

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y prácticas para aplicar el proceso de adsorción al tratamiento de agua.

### Contenido:

#### 1. Teoría de la adsorción

##### 1.1 Definiciones y mecanismos

##### 1.2 Parámetros de influencia

##### 1.3 Modelos de adsorción

##### 1.3.1 Isotermas

##### 1.3.2 Cinéticas

#### 2. Adsorbentes más utilizados en el tratamiento de aguas

##### 2.1 Carbón activado

##### 2.1.1 Fabricación

##### 2.1.2 Características fisicoquímicas

##### 2.1.3 Propiedades de adsorción

##### 2.1.4 Clasificación de carbones activados

##### 2.1.5 Utilización en el tratamiento de aguas

##### 2.1.6 Criterios de selección de un carbón activado

##### 2.1.6. Regeneración

##### 2.1.7 Unidades de adsorción

##### 2.1.8 Dimensionamiento de una unidad de adsorción

### 3.0 OXIDACION QUIMICA AVANZADA

**Objetivo:** Definir la aplicación de los procesos en la cadena de tratamiento así como los criterios para su selección

**Contenido:**

- 3.1 Tipos de oxidantes y aplicaciones. En agua residual y en agua potable para la oxidación de compuestos inorgánicos y orgánicos. Productos obtenidos
- 3.2 Proceso Fenton. Aplicación en aguas complejas e industriales
- 3.3 Aplicación de ozono en agua potable, agua residual e industrial. Utilización, producción, propiedades fisicoquímicas.
- 3.4 Combinación con otros procesos de tratamiento. Como mejorador del proceso de coagulación floculación, en el tratamiento biológico, en la filtración
- 3.5 Tipo de reacción dependiendo del contaminante. Sustancias húmicas y microcontaminantes
- 3.6 Puesta en obra. Relación de la Transferencia de Masa, cinética química y la hidrodinámica del reactor. Tipos de reactores
- 3.7 Ejemplo de diseño

### 4.0 INTERCAMBIO IÓNICO

**Objetivo:** Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y prácticas para aplicar el proceso de intercambio iónico al tratamiento de agua.

**Contenido:**

- 4.1 Conceptos teóricos
- 4.2 Clasificación de intercambiadores
- 4.3 Características fisicoquímicas de intercambiadores
- 4.4 Parámetros de influencia
- 4.5 Modelos de equilibrio
- 4.6 Criterios de selección e intercambiadores
- 4.7 Criterios de dimensionamiento
- 4.8 Regeneración de intercambiadores
- 4.9 Aplicaciones en el tratamiento de agua
- 4.10 Ejemplos de dimensionamiento de intercambiadores iónicos.

### 5.0 PROCESOS DE MEMBRANA

**Objetivo:** Definir la aplicación de los procesos en la cadena de tratamiento así como los criterios para su selección

**Contenido:**

- 5.1 Conceptos teóricos (definiciones, mecanismos,
- 5.2 Parámetros de influencia
- 5.3 Componentes principales de los procesos de membrana (Membrana, módulo)
- 5.4 Membranas
  - 5.4.1 Definición
  - 5.4.2 Clasificación (geometría)
  - 5.4.3 Características
  - 5.4.4 Características y métodos de caracterización
  - 5.4.5 Criterios de selección
- 5.5 Módulos
  - 5.5.1 Definición
  - 5.5.2 Clasificación (origen, morfología, geometría) y aplicaciones

- 5.5.3 Métodos de preparación de membranas
- 5.5.4 Características y métodos de caracterización
- 5.5.5 Criterios de selección
- 5.6 Generalidades de los Tipos de operaciones con membranas
  - 5.6.1 Microfiltración
  - 5.6.2 Ultrafiltración
  - 5.6.3 Nanofiltración
  - 5.6.4 Ósmosis Inversa
  - 5.6.5 Procesos de membrana híbridos (con carbón activado, con coagulantes, etc).
- 5.7 Criterios generales de diseño

**Bibliografía básica:**

**Temas para los que se recomienda:**

Robert L. Sanks WATER TREATMENT PLANT DESIGN Ann Arbor Science 1980	1
David H. Liu & Bela G. Lipták Wastewater treatment Lewis Publishers 2000	1
Metcalf & Eddy Ingeniería de Aguas residuales. Tratamiento , Vertido y reutilización Vol. Lewis and Publishers 1996	Todos
APHA. AWWA. WPCE. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19 <sup>th</sup> Ed. Washington D.C. 1995.	Todos
Bader H, Hoigné J. (1981) Determination of ozone in water by the indigo method. Water Research 15, 89-112.	3
Langlais B, Reckhow D.A, Brink D. R. (1991) Ozone in water treatment/ application and engineering. Lewis Publishers. Chelsea, Michigan. USA.	3

<p>AWWA, (1998) Tratamiento del agua por procesos de membrana. Principios, procesos y aplicaciones, Edit. Mc Graw Hill, México, 866 p., ISBN: 978-84-481-1206-6</p>	5
<p>Crittenden K., McGuire M., Davis M. y Lian S. (1989). Optimization and economic evaluation of granular activated carbon for organic removal. AWWA.</p>	2
<p>Cheremisinoff P. (1985). Carbon adsorption handbook. Publisher inc.</p>	2
<p>Bansal Roop y Donnet Jean-Baptiste, (1988) "Active carbon", Ed.Marcel Dekker.</p>	2
<p>Anderson, R.E. (1979). Ion-Exchange Separations in Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers, McGraw-Hill, New York.</p>	4
<p>Degremont (1979). Water treatment handbook. John Wiley and Sons</p>	Todos
<p>Ramalho S. (1996). Tratamiento de Aguas Residuales. Editorial Reverté. España</p>	Todos
<p>Najm I., Snoeyink V., Lykins B. y Adams J. (1991). Using powdered activated carbon: a critical review. JAWWA 82(1), 65-72.</p>	2
<p>Noll K. E., Gounaris V, y Hou W. (1992). Adsorption technology for air and water pollution control. Lewis publisher.</p>	2

**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Otras: Prácticas de laboratorio y de campo son requisito sin créditos.	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencias a prácticas	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

**Profesores e Investigadores de las disciplinas**

<b>Formación académica:</b>	Ingeniero Civil. Maestría en Ingeniería Hidráulica
<b>Experiencia profesional:</b>	En docencia e investigación vinculadas a la Ingeniería Hidráulica y haber participado en proyectos hidrológicos considerados en los temas de la asignatura.
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Hidráulica.
<b>Conocimientos específicos:</b>	Hidrología, Hidrología Estocástica, Ingeniería económica y de evaluación de proyectos.
<b>Aptitudes y actitudes:</b>	Transmitir los conocimientos relacionados con la asignatura y capacitar a los alumnos en la selección de proyectos de aprovechamientos hidráulicos tomando en consideración su factibilidad técnica y económica.