



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA
EN INGENIERÍA QUÍMICA**



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:				
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES				
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA				
MODALIDAD:		Curso		
TIPO DE ASIGNATURA:		Teórica		
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Octavo ó Noveno				
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa paquete terminal				
NÚMERO DE CRÉDITOS:		6		
HORAS DE CLASE A LA SEMANA:	3	Teóricas:	3	Prácticas:
			0	Semanas de clase:
				16
				TOTAL DE HORAS:
				48
SERIACIÓN: Si () No (X) Obligatoria () Indicativa ()				
SERIACIÓN ANTECEDENTE:		Seriación por bloques. Haber aprobado por lo menos el 80 % de las asignaturas de los 6 primeros semestres		
SERIACIÓN SUBSECUENTE:		Ninguna		

Objetivo general
Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:
Conocer las impurezas que contienen el agua de uso industrial, la manera de cuantificarlas y de retirarlas.
Caracterizar la calidad del agua residual industrial para su posterior tratamiento.
Comprender los principios básicos de los procesos de tratamiento de las aguas residuales industriales.
Evaluar la aplicabilidad de estos procesos en función de las características del agua a tratar y del objetivo de calidad perseguido.

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas prácticas
1	Introducción	4	0
2	Análisis del Agua	8	0
3	Tecnologías para el Tratamiento de Aguas	12	0
4	Tratamiento de Agua para uso Industrial	10	0
5	Efluentes Industriales Producidos por los diferentes Sectores	8	0
6	Reciclaje de Aguas	6	0
	TOTAL DE HORAS TEÓRICAS	48	0
	TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS	0	0
	TOTAL DE HORAS	48	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Distribución del agua en el globo terráqueo
- 1.2. Ciclo hidrológico
- 1.3. Concepto de calidad del agua
- 1.4. La molécula del agua
 - 1.4.1. Propiedades fisicoquímicas
 - 1.4.2. Componentes del agua
 - 1.4.3. Constantes de equilibrios
 - 1.4.4. Solubilidades
 - 1.4.5. Índice de saturación

2. ANÁLISIS DEL AGUA

- 2.1. Toma de muestras.
- 2.2. Determinaciones Inmediatas.
 - 2.2.1. Temperatura
 - 2.2.2. Propiedades organolépticas
 - 2.2.3. Oxígeno disuelto
 - 2.2.4. Alcalinidad y acidez
 - 2.2.5. Dióxido de Carbono
- 2.3. Otras Determinaciones.
 - 2.3.1. pH
 - 2.3.2. Oxígeno consumido
 - 2.3.3. Sulfatos
 - 2.3.4. Cloruros
 - 2.3.5. Sílice
 - 2.3.6. Calcio
 - 2.3.7. Magnesio
 - 2.3.8. Hierro
 - 2.3.9. Aluminio
 - 2.3.10. Dureza total, temporal y permanente
 - 2.3.11. Sólidos totales, en suspensión y disueltos.

3. TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS

- 3.1. Introducción al tratamiento de las aguas residuales industriales
- 3.2. Caracterización del agua residual industrial
- 3.3. Aforo de caudales.
- 3.4. Neutralización
- 3.5. Tratamientos Físicos
 - 3.5.1. Desbaste
 - 3.5.2. Homogeneización
 - 3.5.3. Aireación
 - 3.5.4. Mezclado
 - 3.5.5. Sedimentación

- 3.5.6. Flotación
- 3.5.7. Floculación
- 3.5.8. Filtración
- 3.5.9. Centrifugación y evaporación
- 3.5.10. Separación por membranas
- 3.6. Tratamientos Químicos
 - 3.6.1. Tratamientos electroquímicos
 - 3.6.2. Intercambio iónico
 - 3.6.3. Osmosis inversa
 - 3.6.4. Precipitación
 - 3.6.5. Coagulación
 - 3.6.6. Adsorción
 - 3.6.7. Oxidación
- 3.7. Tratamientos Biológicos
 - 3.7.1. Tratamientos biológicos aerobios y anaerobios
 - 3.7.2. Adsorción con carbón activo
 - 3.7.3. Oxidación avanzada
 - 3.7.4. Fluidos supercríticos
 - 3.7.5. Deshidratación y eliminación de fangos
 - 3.7.6. Biodegradación

4. TRATAMIENTO DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

- 4.1. Generalidades
- 4.2. Proceso cal-carbonato en frío.
- 4.3. Proceso cal-carbonato en caliente.
- 4.4. Ablandamiento y desmineralización del agua
- 4.5. Estudio de costos de los procesos de ablandamiento y desmineralización
- 4.6. Corrosión e incrustación. Causas y forma de evitarlas
- 4.7. Tratamiento interno de calderas.
- 4.8. Cloración del agua.
- 4.9. Tratamientos biológicos de purificación de aguas negras
- 4.10. Diseño de procesos de tratamiento de agua

5. EFLUENTES INDUSTRIALES PRODUCIDOS POR LOS DIFERENTES SECTORES

- 5.1. Industrias agroalimentarias
- 5.2. Industrias del sector del metal
- 5.3. Industrias textiles
- 5.4. Industrias papeleras
- 5.5. Industria del petróleo
- 5.6. Industria del acero

6. RECICLAJE DE AGUAS

- 6.1. Aguas grises
- 6.2. Agua de lluvia
- 6.3. Aguas residuales

- 6.4. Ventajas del reciclaje del agua
- 6.5. Usos del agua reciclada

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stense H. D. Wastewater Engineering: Treatment and reuse. 4th ed. McGraw Hill. New York, 2003.
- Hendrick, D. Fundamentals of water treatment Unit Processes. Physical, chemical and Biological. IWA. New York. 2011.
- Hendrick, D. Fundamentals of water treatment Unit Processes. Physical and Chemical. IWA. New York. 2006.
- Hammer, M. J., Hammer, M. J Jr. Water and Wastewater Technology Prentice Hall. Upper Saddle River NJ. 2011.
- Ramalho, R. S. Tratamiento de aguas residuales. Reverté. Barcelona. 2003.
- Delgadillo, S. A. M., Rodríguez Rosales, M.G. Tratamiento de aguas residuales con Matlab. Reverté. México. 2005.
- MacKenzie D. Water and Wastewater Engineering. McGraw-Hill. 2010.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Escobar, I.C., Schäfer, A. Sustainable Water for the Future: Water Recycling Versus Desalination. Elsevier. Oxford. 2010.
- Zakrzewski, Sigmund F. Environmental Toxicology. Oxford University Press. New York. 2002.
- Van Loon, Gary W. Environmental Chemistry. A Global Perspective. Oxford University Press. New York. 2000.
- Weiner, Eugene R. Applications of Environmental Chemistry CRC Press. New York. 2000.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

- http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt2_tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf
- <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/2029/1/tesis%20coruinadominguez.pdf>
- <http://www.oocities.org/edrochac/residuales/recicladoaguas8.pdf>
- <http://www.reciclajeaguas.com/reciclaje-agua.html>

**SUGERENCIAS DIDACTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA
ASIGNATURA**

SUGERENCIAS DIDACTICAS	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Actividades prácticas dentro de clase	
Actividad experimental del laboratorio	
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	
Prácticas de Taller	
Otras:	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN.

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	
Actividad experimental del laboratorio	
Exposición de seminarios por los alumnos.	
Participación en clase	X
Asistencia	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniero Químico ó, Químico ó, Químico Industrial	Ciencias Ambientales	Química Ambiental	Tratamiento de aguas
Con experiencia docente			