

|   |   |   |           |              |            |
|---|---|---|-----------|--------------|------------|
| Nombre de la UAC:<br>Química Ambiental  | Objetivo general: Que el alumno conozca los fundamentos de la química ambiental y los aplique a procesos químicos tanto de sistemas ambientales como de tratamiento del agua. | Nivel   |           |              |            |
| Clave: FESA-09  |   | Inductivo   | Formativo | Especialidad | Integral   |
| Consecuente de: N/A   |   | Antecedente de: Modelación ambiental y Tratamiento del agua (Procesos fisicoquímicos y biológicos de tratamiento)   |           | % Teoría     | % Práctico |
|   |   |   |           | 50           | 50         |
| Congruencia con el perfil de egreso:  | Conocimientos   | Conceptos y procedimientos para aplicar los conocimientos de la química ambiental para describir los procesos en sistemas naturales y de tratamiento del agua                               |           |              |            |
|   | Habilidades   | Capacidad para aplicar conocimientos de la química ambiental para describir las problemáticas de contaminación, así como acciones de protección y saneamiento de agua, sedimentos y suelos. |           |              |            |
|   | Actitudes y Valores   | Actitud reflexiva y crítica ante problemas ambientales y la aplicación de los procesos químicos para la prevención y control de la contaminación.   |           |              |            |
| <b>Introducción:</b> La química ambiental es la aplicación de la química al estudio de los problemas y la conservación del ambiente. Estudia los procesos químicos que tienen lugar en el medio ambiente, así como el impacto de las actividades humanas sobre nuestro entorno y la problemática que ello ocasiona. Se ocupa también de los procesos, reacciones, evolución e interacciones que tienen lugar en el ambiente por el vertido de contaminantes antropogénicos. Asimismo, estudia los tratamientos de dichos vertidos para reducir su carga dañina. |   |   |           |              |            |
| Objetivos específicos del curso   |   | Al finalizar este curso el estudiante (competencias):   |           |              |            |
| 1.-Entender y aplicar los conceptos básicos de la química ambiental   |   | Entenderá y aplicará los conceptos y procesos químicos para prevenir y controlar problemas ambientales  |           |              |            |
| 2.-Describir la transformación y distribución de sustancias y compuestos en sistemas ambientales  |   | Será capaz de describir la transformación y la distribución de sustancias y compuestos químicos en los sistemas ambientales   |           |              |            |
| 3.-Aplicar los conceptos químicos en la protección del medio ambiente   |   | Será capaz de aplicar los conceptos químicos para proponer soluciones para la protección del medio ambiente   |           |              |            |
| Contenido temático  |   |   |           |              |            |
| Mes 1   |   |   |           |              |            |
| Semana 1  |   |   |           |              |            |
| UNIDAD 1: Introducción  |   |   |           |              |            |
| Objetivo específico: Entender y aplicar los conceptos básicos de la química ambiental   |   |   |           |              |            |
| Tema 1. Principios de equilibrio químico  |   |   |           |              |            |
| Tema 2. Descripción de los conceptos básicos de los procesos químicos ambientales. Unidades, concentraciones, actividad, fuerza iónica  |   |   |           |              |            |
| Práctica  |   |   |           |              |            |
| Métodos gravimétricos   |   |   |           |              |            |
| LIA/QA 01 Uso de la balanza analítica   |   |   |           |              |            |
| LIA/QA 02 Determinación de sólidos  |   |   |           |              |            |
| LIA/QA 03 Preparación de soluciones   |   |   |           |              |            |
| Semana 2  |   |   |           |              |            |
| Teoría  |   |   |           |              |            |
| Tema 3. Procesos ambientales de ácido-base, óxido-reducción, formación de complejos   |   |   |           |              |            |
| Tema 4. pH y ácido carbónico  |   |   |           |              |            |

|   |
|---|
| Práctica  |
| Reacciones ácido-base   |
| LIA/QA 04 Medición de pH  |
| LIA/QA 05 Determinación de acidez   |
| LIA/QA 06 Determinación de alcalinidad  |
| <b>Semana 3</b>   |
| <b>Teoría</b>   |
| <b>Tema 5. Nutrientes: fuentes y reacciones</b>   |
| <b>Semana 4</b>   |
| <b>Teoría</b>   |
| <b>Tema 6. Condiciones redox</b>  |
| 4.1 Diagramas pe-pH y Eh-pH   |
| Práctica  |
| Reacciones de óxido-reducción   |
| LIA/QA 07 Demanda química de oxígeno  |
| LIA/QA 08 Demanda bioquímica de oxígeno   |
| <b>Mes 2</b>  |
| <b>UNIDAD 2: Interacción agua-sólido</b>  |
| <b>Objetivo específico: Describir la transformación y distribución de contaminantes en sistemas ambientales</b> |
| <b>Semana 5</b>   |
| Teoría  |
| <b>Tema 1. Describir los tipos de interacción entre sólidos y sustancias disueltas</b>                          |
| <b>Tema 2. Precipitación y disolución</b>   |
| <b>Semana 6</b>   |
| Teoría  |
| <b>Tema 3. Minerales e intercambio iónico</b>   |
| <b>Tema 4. Formación de complejos en superficie y adsorción</b>   |
| Práctica  |
| Reacciones de formación de complejos  |
| LIA/QA 09 Determinación de dureza total y de calcio   |
| <b>Semana 7</b>   |
| Teoría  |
| <b>Tema 5. Materia orgánica</b>   |
| 5.1 Grupos funcionales  |
| <b>Semana 8</b>   |
| Teoría  |
| 5.2 Oxidación de la materia orgánica  |
| <b>Mes 3</b>  |
| <b>UNIDAD 3: Procesos químicos en agua superficial y sistemas de tratamiento</b>                                |
| <b>Objetivo específico: Aplicar los conceptos químicos en la protección del medio ambiente</b>                  |
| <b>Semana 9</b>   |

|  |
|--|
| Teoría   |
| <b>Tema 1. Procesos químicos que describen la dinámica de contaminantes en cuerpos de agua</b>   |
| <b>Semana 10</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 2. Aplicación de los procesos químicos para describir la dinámica de contaminantes en cuerpos de agua</b>                      |
| Práctica   |
| Muestreo y parámetros de campo   |
| LIA/QA 10 Planeación de muestreo, calibración de equipos y medición de parámetros de campo   |
| LIA/QA 11 Determinación de nitratos y nitrógeno amoniacal  |
| LIA/QA 12 Determinación de fósforo   |
| <b>Semana 11</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 3. Procesos químicos que describen la dinámica de contaminantes en sistemas de tratamiento</b>                                 |
| <b>Semana 12</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 4. Aplicación de los procesos químicos para describir la dinámica de contaminantes en sistemas de tratamiento</b>              |
| Práctica   |
| Laboratorio de Planta Piloto   |
| Presentación de métodos para evaluar procesos de tratamiento de aguas residuales   |
| <b>Mes 4</b>   |
| <b>UNIDAD 4: Migración de contaminantes en suelo y agua subterránea</b>  |
| <b>Objetivo específico: Comprender los procesos de transporte y destino de los contaminantes</b>                                       |
| <b>Semana 13</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 1. Propiedades de los contaminantes y de los sólidos adsorbentes</b>   |
| Práctica   |
| Laboratorio de Calidad del Agua  |
| Visita a las áreas de Fisicoquímica, Absorción Atómica y Cromatografía   |
| <b>Semana 14</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 2. Atenuación natural, adsorción y biodegradación</b>  |
| <b>Tema 3. Dispersión y transporte</b>   |
| Laboratorio de Hidrogeoquímica   |
| Presentación de métodos de investigación para evaluar la atenuación natural y la movilidad de contaminantes en cuerpos de agua y suelo |
| <b>Semana 15</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 4. Reducción de la movilidad de contaminantes</b>  |
| Práctica   |
| Laboratorio de Hidrometeorología   |
| Presentación de métodos de monitoreo atmosférico   |

| Semana 16  |   |
|--|---|
| Teoría   |   |
| Tema 5. Aplicación de los conceptos anteriores en la definición de acciones para la protección del agua  |   |
| Semana 17  | Reposición de sesiones, Proyectos y Evaluaciones finales  |
| Semana 18  |   |
| Semana 19  | Trámites académicos-administrativos.  |
| Semana 20  |   |
| Bibliografía   |   |
| Básica   | Complementaria  |
| Apuntes que se entregarán a los alumnos  | Appelo, C.A.J. y Postma D. (2010). <i>Geochemistry, Groundwater and Pollution</i> , 2da. Ed. 5to. Reprint corregido, CRC Press/Taylor & Francis Group, Boca Ratón |
| APHA-AWWA-WPCF. (2005). <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> . 21ª ed., Baltimore.  | Drever, J.I. (1997). <i>The geochemistry of natural waters</i> , 3ra. Ed., Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey  |
| Cooney, D.O. (1999). <i>Adsorption Design for Wasterwater Treatment</i> . Lewis Publishers, Boca Ratón.  | Masters, G.M. y Ela. W.P. (2008). <i>Introduction to Environmental Engineering and Science</i> , 3ra. Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey            |
| Fernández Villagómez G. (1985). <i>Manual de Laboratorio de Química Sanitaria, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM</i> .                   | Morel, F.M. y Hering J.G. (1993). <i>Principles and application of aquatic chemistry</i> , Wiley Interscience, Toronto  |
| Normas vigentes en la materia  |   |
| Rao, D.G., Senthiskumar R., Byrne A.A. y Fero S. (2012). <i>Wastewater Treatment. Advanced Processes and Technologies</i> . CRC Press. Taylor & Francis Group, Boca Ratón. |   |
| Criterios de evaluación:   |   |
| Tareas   | X   |
| Examen Parcial   |   |
| Examen Final   |   |
| Trabajo de Investigación   | X   |
| Prácticas de laboratorio   | X   |
| Proyecto Final   | X   |
| Otros:   | Exposición de seminarios por los alumnos  |
| Requisitos para acreditar la Unidad de Aprendizaje:  |   |
| 1. Estar inscrito oficialmente como estudiante de posgrado IMTA.   |   |
| 2. Haber aprobado las asignaturas que son pre-requisito de ésta.   |   |
| 3. Aparecer en el acta de calificaciones   |   |
| 4. El promedio de la asignatura deberá ser igual o mayor a 7.  |   |
| 5. Cumplir con todas las actividades que el profesor proponga al inicio del curso.   |   |
| Perfil docente:  |   |
| Disciplina profesional   | En el campo de Sistemas Ambientales   |
| Nivel académico  | Maestría o Doctorado.   |
| Experiencia docente  | Mínima de 3 años en Instituciones de Educación Superior o Universidades con prestigio académico.  |

|   |  |   |           |              |            |
|---|--|---|-----------|--------------|------------|
| Experiencia profesional   |  | Mínima de 3 años en centros de investigación, en participación u organización de congresos, simposios académicos a nivel nacional e internacional.  |           |              |            |
| Elaboró: Dra. Anne Margrethe Hansen Hansen  |  |   |           |              |            |
| Nombre de la UAC: Química Ambiental   | Objetivo general: <b>Que el alumno conozca los fundamentos de la química ambiental y los aplique a procesos químicos tanto de sistemas ambientales como de tratamiento del agua.</b> | Nivel   |           |              |            |
| Clave: FESA-09  |  | Inductivo   | Formativo | Especialidad | Integral   |
| Consecuente de: N/A   |  | Antecedente de: Modelación ambiental y Tratamiento del agua (Procesos fisicoquímicos y biológicos de tratamiento)   |           | % Teoría     | % Práctico |
| Congruencia con el perfil de egreso:  | Conocimientos  | Conceptos y procedimientos para aplicar los conocimientos de la química ambiental para describir los procesos en sistemas naturales y de tratamiento del agua                               |           |              |            |
|   | Habilidades  | Capacidad para aplicar conocimientos de la química ambiental para describir las problemáticas de contaminación, así como acciones de protección y saneamiento de agua, sedimentos y suelos. |           |              |            |
|   | Actitudes y Valores  | Actitud reflexiva y crítica ante problemas ambientales y la aplicación de los procesos químicos para la prevención y control de la contaminación.   |           |              |            |
| <b>Introducción:</b> La química ambiental es la aplicación de la química al estudio de los problemas y la conservación del ambiente. Estudia los procesos químicos que tienen lugar en el medio ambiente, así como el impacto de las actividades humanas sobre nuestro entorno y la problemática que ello ocasiona. Se ocupa también de los procesos, reacciones, evolución e interacciones que tienen lugar en el ambiente por el vertido de contaminantes antropogénicos. Asimismo, estudia los tratamientos de dichos vertidos para reducir su carga dañina. |  |   |           |              |            |
| Objetivos específicos del curso   |  | Al finalizar este curso el estudiante (competencias):   |           |              |            |
| 1.-Entender y aplicar los conceptos básicos de la química ambiental   |  | Entenderá y aplicará los conceptos y procesos químicos para prevenir y controlar problemas ambientales  |           |              |            |
| 2.-Describir la transformación y distribución de sustancias y compuestos en sistemas ambientales  |  | Será capaz de describir la transformación y la distribución de sustancias y compuestos químicos en los sistemas ambientales   |           |              |            |
| 3.-Aplicar los conceptos químicos en la protección del medio ambiente   |  | Será capaz de aplicar los conceptos químicos para proponer soluciones para la protección del medio ambiente   |           |              |            |
| Contenido temático  |  |   |           |              |            |
| Mes 1   |  |   |           |              |            |
| Semana 1  |  |   |           |              |            |
| UNIDAD 1: Introducción  |  |   |           |              |            |
| Objetivo específico: Entender y aplicar los conceptos básicos de la química ambiental   |  |   |           |              |            |
| Tema 1. Principios de equilibrio químico  |  |   |           |              |            |
| Tema 2. Descripción de los conceptos básicos de los procesos químicos ambientales. Unidades, concentraciones, actividad, fuerza iónica  |  |   |           |              |            |
| Práctica  |  |   |           |              |            |
| Métodos gravimétricos   |  |   |           |              |            |
| LIA/QA 01 Uso de la balanza analítica   |  |   |           |              |            |
| LIA/QA 02 Determinación de sólidos  |  |   |           |              |            |
| LIA/QA 03 Preparación de soluciones   |  |   |           |              |            |
| Semana 2  |  |   |           |              |            |

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>Teoría</b>   |                                  |
| <b>Tema 3. Procesos ambientales de ácido-base, óxido-reducción, formación de complejos</b>                      |                                  |
| <b>Tema 4. pH y ácido carbónico</b>   |                                  |
| Práctica  |                                  |
| Reacciones ácido-base   |                                  |
| LIA/QA 04 Medición de pH  |                                  |
| LIA/QA 05 Determinación de acidez   |                                  |
| LIA/QA 06 Determinación de alcalinidad  |                                  |
| <b>Semana 3</b>   |                                  |
| <b>Teoría</b>   |                                  |
| <b>Tema 5. Nutrientes: fuentes y reacciones</b>   |                                  |
| <b>Semana 4</b>   |                                  |
| <b>Teoría</b>   |                                  |
| <b>Tema 6. Condiciones redox</b>  |                                  |
| 4.1   | Diagramas pe-pH y Eh-pH          |
| Práctica  |                                  |
| Reacciones de óxido-reducción   |                                  |
| LIA/QA 07 Demanda química de oxígeno  |                                  |
| LIA/QA 08 Demanda bioquímica de oxígeno   |                                  |
| <b>Mes 2</b>  |                                  |
| <b>UNIDAD 2: Interacción agua-sólido</b>  |                                  |
| <b>Objetivo específico: Describir la transformación y distribución de contaminantes en sistemas ambientales</b> |                                  |
| <b>Semana 5</b>   |                                  |
| Teoría  |                                  |
| <b>Tema 1. Describir los tipos de interacción entre sólidos y sustancias disueltas</b>                          |                                  |
| <b>Tema 2. Precipitación y disolución</b>   |                                  |
| <b>Semana 6</b>   |                                  |
| Teoría  |                                  |
| <b>Tema 3. Minerales e intercambio iónico</b>   |                                  |
| <b>Tema 4. Formación de complejos en superficie y adsorción</b>   |                                  |
| Práctica  |                                  |
| Reacciones de formación de complejos  |                                  |
| LIA/QA 09 Determinación de dureza total y de calcio   |                                  |
| <b>Semana 7</b>   |                                  |
| Teoría  |                                  |
| <b>Tema 5. Materia orgánica</b>   |                                  |
| 5.1   | Grupos funcionales               |
| <b>Semana 8</b>   |                                  |
| Teoría  |                                  |
| 5.2   | Oxidación de la materia orgánica |
| <b>Mes 3</b>  |                                  |

|  |
|--|
| <b>UNIDAD 3: Procesos químicos en agua superficial y sistemas de tratamiento</b>   |
| <b>Objetivo específico: Aplicar los conceptos químicos en la protección del medio ambiente</b>   |
| <b>Semana 9</b>  |
| Teoría   |
| <b>Tema 1. Procesos químicos que describen la dinámica de contaminantes en cuerpos de agua</b>   |
| <b>Semana 10</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 2. Aplicación de los procesos químicos para describir la dinámica de contaminantes en cuerpos de agua</b>                      |
| Práctica   |
| Muestreo y parámetros de campo   |
| LIA/QA 10 Planeación de muestreo, calibración de equipos y medición de parámetros de campo   |
| LIA/QA 11 Determinación de nitratos y nitrógeno amoniacal  |
| LIA/QA 12 Determinación de fósforo   |
| <b>Semana 11</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 3. Procesos químicos que describen la dinámica de contaminantes en sistemas de tratamiento</b>                                 |
| <b>Semana 12</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 4. Aplicación de los procesos químicos para describir la dinámica de contaminantes en sistemas de tratamiento</b>              |
| Práctica   |
| Laboratorio de Planta Piloto   |
| Presentación de métodos para evaluar procesos de tratamiento de aguas residuales   |
| <b>Mes 4</b>   |
| <b>UNIDAD 4: Migración de contaminantes en suelo y agua subterránea</b>  |
| <b>Objetivo específico: Comprender los procesos de transporte y destino de los contaminantes</b>                                       |
| <b>Semana 13</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 1. Propiedades de los contaminantes y de los sólidos adsorbentes</b>   |
| Práctica   |
| Laboratorio de Calidad del Agua  |
| Visita a las áreas de Físicoquímica, Absorción Atómica y Cromatografía   |
| <b>Semana 14</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 2. Atenuación natural, adsorción y biodegradación</b>  |
| <b>Tema 3. Dispersión y transporte</b>   |
| Laboratorio de Hidrogeoquímica   |
| Presentación de métodos de investigación para evaluar la atenuación natural y la movilidad de contaminantes en cuerpos de agua y suelo |
| <b>Semana 15</b>   |
| Teoría   |
| <b>Tema 4. Reducción de la movilidad de contaminantes</b>  |

|  |   |
|--|---|
| Práctica   |   |
| Laboratorio de Hidrometeorología   |   |
| Presentación de métodos de monitoreo atmosférico   |   |
| <b>Semana 16</b>   |   |
| Teoría   |   |
| <b>Tema 5. Aplicación de los conceptos anteriores en la definición de acciones para la protección del agua</b>   |   |
| Semana 17  | Reposición de sesiones, Proyectos y Evaluaciones finales  |
| Semana 18  |   |
| Semana 19  |   |
| Semana 20  | Trámites académicos-administrativos.  |
| <b>Bibliografía</b>  |   |
| <b>Básica</b>  | <b>Complementaria</b>   |
| Apuntes que se entregarán a los alumnos  | Appelo, C.A.J. y Postma D. (2010). <i>Geochemistry, Groundwater and Pollution</i> , 2da. Ed. 5to. Reprint corregido, CRC Press/Taylor & Francis Group, Boca Ratón |
| APHA-AWWA-WPCF. (2005). <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> . 21ª ed., Baltimore.  | Drever, J.I. (1997). <i>The geochemistry of natural waters</i> , 3ra. Ed., Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey  |
| Cooney, D.O. (1999). <i>Adsorption Design for Wastewater Treatment</i> . Lewis Publishers, Boca Ratón.   | Masters, G.M. y Ela. W.P. (2008). <i>Introduction to Environmental Engineering and Science</i> , 3ra. Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey            |
| Fernández Villagómez G. (1985). <i>Manual de Laboratorio de Química Sanitaria, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM</i> .                   | Morel, F.M. y Hering J.G. (1993). <i>Principles and application of aquatic chemistry</i> , Wiley Interscience, Toronto  |
| Normas vigentes en la materia  |   |
| Rao, D.G., Senthiskumar R., Byrne A.A. y Fero S. (2012). <i>Wastewater Treatment. Advanced Processes and Technologies</i> . CRC Press. Taylor & Francis Group, Boca Ratón. |   |
| <b>Criterios de evaluación:</b>  |   |
| Tareas   | X   |
| Examen Parcial   |   |
| Examen Final   |   |
| Trabajo de Investigación   | X   |
| Prácticas de laboratorio   | X   |
| Proyecto Final   | X   |
| Otros:   | Exposición de seminarios por los alumnos  |
| <b>Requisitos para acreditar la Unidad de Aprendizaje:</b>   |   |
| 1. Estar inscrito oficialmente como estudiante de posgrado IMTA.   |   |
| 2. Haber aprobado las asignaturas que son pre-requisito de ésta.   |   |
| 3. Aparecer en el acta de calificaciones   |   |
| 4. El promedio de la asignatura deberá ser igual o mayor a 7.  |   |
| 5. Cumplir con todas las actividades que el profesor proponga al inicio del curso.   |   |
| <b>Perfil docente:</b>   |   |
| <b>Disciplina profesional</b>  | En el campo de Sistemas Ambientales   |



|  |  |
|--|--|
| <b>Nivel académico</b>                     | Maestría o Doctorado.  |
| <b>Experiencia docente</b>                 | Mínima de 3 años en Instituciones de Educación Superior o Universidades con prestigio académico.   |
| <b>Experiencia profesional</b>             | Mínima de 3 años en centros de investigación, en participación u organización de congresos, simposios académicos a nivel nacional e internacional. |
| Elaboró: Dra. Anne Margrethe Hansen Hansen |  |