

**FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO****CODIGO:**
FO-M-DC-05-01**VERSION:**
2**FECHA:**
2010-14-04**PAGINA:**
1 de 2**1. IDENTIFICACIÓN**

Nombre del Curso: Química Ambiental		Código 7807031		Área: Profesionalización
Naturaleza Teórica- Práctica	N° de Créditos 4	TP Trabajo Presencial 6		TI Trabajo Independiente 6
Semestre VII	Duración 192	Habilitable NO	Homologable SI	Validable NO

PRE-REQUISITO:

No aplica al plan de estudios.

Sin embargo, considerando que se trata de un curso completamente aplicado y debe ser visto por estudiantes de semestres superiores, se deben tener conocimientos generales de química analítica, química inorgánica, fisicoquímica y química orgánica.

2. JUSTIFICACIÓN

El curso pretende estimular la formación profesional en un área de la química, que brinda posibilidades de desarrollo en investigación básica y aplicada, así como habilidades para el ejercicio de la profesión como químico. El enfoque multidisciplinar y su carácter aplicado en el diagnóstico y resolución de problemas ambientales, hacen que este curso tenga un gran impacto en la trayectoria profesional del estudiante de Química de la Universidad de la Amazonia.

3. COMPETENCIASCOMPETENCIA GLOBAL

Aplicar el conocimiento químico integral con el fin de proponer estrategias sostenibles de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables.

3.1 Competencias Generales

Una vez terminado el curso, el estudiante está en capacidad de:

- ✓ Participar en equipos multidisciplinarios para la formulación y ejecución de proyectos de investigación relacionados con el manejo y conservación de los



recursos naturales.

- ✓ Identificar, plantear y resolver problemas relacionados con el transporte y disposición final de los residuos químicos industriales y/o de servicios.
- ✓ Realizar actividades y de diagnóstico y control de emisiones contaminantes en laboratorios de monitoreo ambiental.

3.2 Competencias Especificas

- ✓ Describir los principales mecanismos de transporte y destino de las sustancias químicas contaminantes en la Atmósfera, la Geosfera y la Hidrosfera.
- ✓ Analizar críticamente literatura científica relacionada con el deterioro ambiental producto de la disposición final de los residuos químicos industriales y/o de servicios.
- ✓ Realizar análisis de laboratorio para establecer la calidad del agua en plantas de tratamiento para agua potable y aguas residuales.
- ✓ Identificar los puntos críticos de control en procesos químicos industriales, relacionados con el manejo y control de emisiones atmosféricas.
- ✓ Asesorar a las autoridades de vigilancia y control en la expedición de normas legal relacionadas con las emisiones químicas contaminantes.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Conocer los principios y aplicaciones de la química ambiental en el desarrollo e innovación de procesos químicos amigables con el medio ambiente, mediante la combinación herramientas teóricas y experiencias practicas, en el contexto del impacto antropogénico sobre la hidrosfera, la geósfera y la atmósfera.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Conocer las definiciones y conceptos básicos empleados en la legislación ambiental para aire, agua y residuos sólidos.
- ✓ Identificar las relaciones causa - efecto de los problemas de contaminación en agua, aire y Suelos.

**FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO****CODIGO:**
FO-M-DC-05-01**VERSION:**
2**FECHA:**
2010-14-04**PAGINA:**
3 de 2

- ✓ Evaluar la calidad del agua, aire y suelos, desde el punto de vista de los parámetros indicadores de calidad establecidos para cada uno de ellos.
- ✓ Aplicar los conocimientos teóricos en la planeación y desarrollo de programas de caracterización y evaluación de la calidad ambiental.
- ✓ Conocer el funcionamiento y operación de los sistemas de tratamiento para agua potable, aguas residuales y disposición final de residuos sólidos, teóricamente y de la localidad.

5. CONTENIDO TEMÁTICO Y ANÁLISIS DE CRÉDITOS**Contenido temático:****5.1 La ciencia química sustentable o sostenible (15 h)**

Introducción, las cinco esferas ambientales, la química Verde, la materia y sus ciclos, impacto Humano y Contaminación, Transporte y destino Químico en la atmósfera, la hidrósfera y la Geosfera.

5.2 Química ambiental de la Hidrósfera (100 h)**5.2.1 Química del agua**

1. Interfase aire – agua: La química ácido – base del sistema $\text{CO}_2 - \text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$ en aguas naturales. Alcalinidad.
2. Interface aire – agua: solubilidad de los gases en agua. Ley de Henry. Volatilización. Lluvia y niebla: composición química, características.
3. Interfase sólido – agua: Disolución y formación de sólidos. Solubilización de sales poco solubles en agua. Efecto de la fuerza iónica y del pH. Caso de las sales de calcio (carbonato y sulfato de calcio). Composición química de aguas de ríos y de aguas subterráneas. Formación de complejos: complejantes naturales (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) y antrópicos en medios acuáticos y suelo.
4. Interfase sólido – agua: Adsorción / desorción. Isotermas de Langmuir y de Freundlich. Minerales: arcillas. Interfase agua – aire – suelo: Los metales, el pH y el aire: procesos de óxido-reducción. Potencial (V o ϵ) vs pH. Predominio de especies químicas en solución. Perfil de distribución de especies en el mar y en lagos. Transporte de materia en el suelo. Modelos de transporte. El agua en el subsuelo. Transporte en las aguas superficiales: flujos e intercambios aire-agua-sedimentos.



5. Interfase líquido – líquido: Solubilidad de compuestos orgánicos en agua: influencia del tamaño molecular, la temperatura y la presencia de sales. Partición solvente orgánica – agua. Extracción. Bioconcentración. Ko/w. Biotransformaciones, Bioacumulación y biomagnificación. Biotransformación y biodegradación, nociones generales.

Ejemplos de aplicación: a) el mercurio en aguas naturales; b) ciclo del nitrógeno; c) biodegradación de compuestos xenobióticos e hidrocarburos d) interacciones entre compuestos inorgánicos y microorganismos.

5.2.2 Contaminación del agua

Las Aguas Naturales. Características y Composición. Importancia y Propiedades del Agua. Composición de las Aguas Naturales.

Principales Contaminantes del agua: Tipos, fuentes y toxicidad. Transporte y Difusión de Contaminantes. Parámetros generales indicativos de contaminación y criterios de calidad. Problemas ambientales asociados. Drenaje ácido por minería. Acidificación por gases atmosféricos. Acidez por solubilidad del aluminio. Eutrofización y exceso de nutrientes. Contaminación de metales pesados. Contaminación de aguas subterráneas Degradación física y química del suelo por minería. Suelos sulfatados ácidos.

5.2.3 Evaluación de la calidad del agua

Distribución del agua y suministro. Recursos Hídricos en Colombia. Ciclo Hidrológico. Características Físicas del agua (Turbiedad, Color, Olor y Sabor, Temperatura, Sólidos y Conductividad. Características Químicas inorgánicas del agua (Acidez, Alcalinidad, Dureza, Cloruros, Oxígeno, Fósforo, sulfatos, nitrógeno, metales Pesados. Características Químicas Orgánicas del agua: Demandas Química y Bioquímica de Oxígeno, Grasas, Aceites y Detergentes. Características Biológicas del agua: Bioensayos, Bacterias Coliformes y estreptococos. Evaluación de la calidad del agua: Legislación Colombiana Agua Potable y Aguas residuales. Programa de monitoreo. Toma y preservación de muestras. La contaminación del agua: Origen. Fuentes contaminantes. Ciclos de contaminantes. Carga contaminante. Control de la contaminación. Aforo de caudales.

5.2.4 Tratamiento del Agua

Métodos de tratamiento agua potable, métodos de Tratamiento aguas residuales, Procesos generales de extracción de Contaminantes del agua. Procesos avanzados de oxidación para el tratamiento de aguas.



5.3 Química de la Atmósfera (32 hrs)

Estructura termal y química de la atmósfera. Transporte de materia, Circulación. Modelos para el cambio climático global.

Química atmosférica: reacciones fotoquímicas y sus consecuencias. Ozono, CO, metano, SO₂ y NO_x. Efecto invernadero. Material particulado: origen, características, efectos sobre la salud y el medio ambiente. Importancia de la atmósfera, características físicas y químicas de la Atmósfera, transferencia de energía en la atmósfera. Reacciones químicas y fotoquímicas en la atmósfera.

5.3.1 Química de la estratosfera: Introducción, creación y destrucción no catalítica del ozono, procesos catalíticos de destrucción del ozono, destrucción del ozono en zonas polares.

5.3.2 Química de la Troposfera y contaminación atmosférica: Introducción, ozono urbano, el proceso de la niebla fotoquímica, Lluvia ácida, smog. Particulados en la contaminación del aire, amenazas a la atmósfera global.

5.3.3 Transporte y destino químico en la atmósfera. Clima global y microclima.

5.3.4 Contaminación y contaminantes del aire: Inorgánicos: Óxidos de azufre, óxidos de carbono, óxidos de Nitrógeno, efectos Ambientales. **Orgánicos:** Hidrocarburos, Hidrocarburos aromáticos, Aldehídos, Cetonas, órgano-halogenados.

5.3.5 Evaluación de la calidad del aire: Normatividad. Monitoreo atmosférico. Análisis y muestreo de gases, empleo de sondas, tubos pasivos, sensores.

a. Química ambiental de la Geósfera (45 hrs)

5.4.1 Química del suelo: Composición de la Geosfera: rocas, saprolito, suelo. Agua subterránea en la Geosfera. Procesos de alteración de los elementos sólidos de la Geosfera: meteorización e intemperismo. Meteorización química: oxidación, reducción, disolución, carbonatación e hidrólisis. Naturaleza y composición del suelo. Formación de arcillas en el suelo. Potencial Redox y Reacción del suelo: CIC, pE y pH. Macro y micronutrientes de los suelos.

5.4.2 Contaminación en la geosfera: Organismos. Deterioro del suelo y su control. Evacuación y disposición de desechos y la geosfera. Residuos y contaminación del suelo. Normatividad sobre disposición de residuos sólidos. Contaminantes del suelo: orgánicos e inorgánicos. Papel de la materia orgánica y de las arcillas en la contaminación del suelo. Problemas ambientales en el sistema geosférico:

**FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO**CODIGO:
FO-M-DC-05-01VERSION:
2FECHA:
2010-14-04PAGINA:
6 de 2

Degradación física y química del suelo por minería, Suelos sulfatados ácidos.

Prácticas de laboratorio:

1. Aforo de caudal en ríos y descargas- técnicas de muestreo – análisis in-situ (pH, OD, temperatura)
2. Caracterización global del agua:
Composición iónica: determinación de dureza, alcalinidad, acidez, pH, conductividad, sulfatos, cloruros, cloro residual.
3. Caracterización global del agua:
Material disuelto y en suspensión: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Sólidos Totales (ST), Sólidos Suspendidos Totales (SST), STV y STD.
4. Caracterización global del agua:
Nutrientes: nitrógeno amoniacal, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos, fósforo total.
5. Determinación de coliformes totales y fecales en agua de consumo.
6. Adsorción de un contaminante con carbón activado o mineral adsorbente.
7. Fotodegradación de un contaminante con seguimiento de la mineralización (análisis de COT).
8. Cuantificación de un contaminante no volátil por HPLC.

Análisis de Créditos

TEMAS	TP	TD	TI
5.1 La ciencia química sustentable o sostenible	1		1
5.2 <i>Química ambiental de la Hidrosfera</i>			
5.2.1 <i>Química del agua</i>			
5.2.2 <i>Contaminación del agua</i>			
5.2.3 <i>Evaluación de la calidad del agua</i>			
5.2.4 <i>Tratamiento del Agua</i>	30		30
<i>Prácticas de laboratorio:</i>	35		40
- <i>Aforo de caudal, muestreo y análisis in-situ,</i>			
- Caracterización global del agua: Composición iónica: determinación de dureza, alcalinidad, acidez, pH, conductividad, sulfatos, cloruros, cloro residual.			
- Caracterización global del agua:			



FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO

CODIGO:
FO-M-DC-05-01

VERSION:
2

FECHA:
2010-14-04

PAGINA:
7 de 2

<p>Material disuelto y en suspensión: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Sólidos Totales (ST), Sólidos Suspendidos Totales (SST), STV y STD.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización global del agua: Nutrientes: nitrógeno amoniacal, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos, fósforo total. - Determinación de coliformes totales y fecales en agua de consumo. - <i>Adsorción de un contaminante con carbón activado o mineral adsorbente.</i> - <i>Fotodegradación de un contaminante con seguimiento de la mineralización (análisis de COT).</i> - <i>Cuantificación de un contaminante no volátil por HPLC.</i> 			
<p>5.3 Química de la Atmósfera 5.3.1 Química de la estratosfera 5.3.2 Química de la Troposfera y contaminación atmosférica: 5.3.3 Transporte y destino químico en la atmósfera. 5.3.4 Contaminación y contaminantes del aire: Inorgánicos 5.3.5 Evaluación de la calidad del aire</p>	10		10
<p>5.4 Química ambiental de la Geosfera 5.4.1 Química del suelo 5.4.2 Contaminación en la geosfera</p>	5		5
<p><i>Visitas técnicas planeadas: Planta de tratamiento de agua potable (Servaf S.A.E.S.P.), Relleno sanitario la Esperanza (Servintegral E.S.P.), PTAR Nestlé, PTAR Cofema.</i></p>	15		10
TOTAL DE HORAS (PRESENCIALES, INDEPENDIENTES)	96		96
TOTAL HORAS:			192
<p>6. Estrategias Metodológicas</p> <p>Trabajo Presencial: Clases Magistrales, con ejemplos reales y ejercicios de aplicación. Estudios de caso. Presentación de seminarios y sustentaciones de informes. Donde se induce al estudiante a tener habilidad para la apropiación de la información mediante</p>			

**FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO****CODIGO:**
FO-M-DC-05-01**VERSION:**
2**FECHA:**
2010-14-04**PAGINA:**
8 de 2

consultas, revisión bibliográfica, lecturas guiadas en medios físicos o virtuales. Presentación de seminarios, desarrollo de prácticas de laboratorio informes de laboratorio, así como informes técnicos de visitas técnicas. Desarrollo de actividades en colectivo que promuevan el respeto y tolerancia, el aprendizaje en equipo y el desarrollo de trabajos de investigación colectivos.

El objeto de los trabajos de seminario es acercar a los estudiantes a la interpretación y utilización de bibliografía especializada mediante el análisis de artículos científicos. Se pretende ejercitar la capacidad de comprensión de las ideas fundamentales expresadas en los trabajos de investigación, interpretar la metodología aplicada y extraer y presentar conclusiones. Los seminarios son exposiciones orales.

Algunas actividades en el tiempo presencial se resumen en los siguientes tres ítems:

- Actividades grupales en clase para promover el trabajo en equipo y el desarrollo de la creatividad.
- Foros temáticos sobre artículos relacionados con la asignatura.
- Discusiones y lluvias de ideas para identificar soluciones a problemas planteados por el docente.

Las prácticas de laboratorio se desarrollarán principalmente en el laboratorio de Fisicoquímica de aguas de la Universidad de la Amazonia ubicado en Macagual y se pretende que sean prácticas relacionadas con los temas tratados en clase. Las prácticas se enfocan principalmente a la química del agua y del suelo (menor proporción), su contaminación y tratamiento. La determinación de las características del suelo se hace en la asignatura "Química Agrícola". Debido a que no se cuenta con equipos para monitoreo de calidad de aire o emisiones de gases, se tiene planeado implementar, al menos, una práctica de cuantificación de gases en laboratorio.

Trabajo independiente: Apoyado en el Trabajo Presencial y en las asesorías extra clase presenciales, se induce al estudiante a fortalecer estrategias de Transferencia de Información, a través del desarrollo de estudios de caso que requieran, además de las técnicas específicas (muestreo y análisis de campo), las argumentativas. Se promoverá la apropiación de la información mediante consultas, revisión bibliográfica, lecturas guiadas en medios físicos o virtuales. La plataforma Moodle será una herramienta disponible para desarrollar asesorías virtuales por medio de chat y foros. Además, por medio de ésta plataforma se puede hacer el seguimiento al trabajo independiente por medio de rúbricas de evaluación donde se evidencia el cumplimiento de actividades a partir del trabajo del estudiante. Las estrategias de foros para debatir artículos científicos, laboratorios virtuales, encuentros sincrónicos (Renata) para complementar temáticas de clases magistrales, serán utilizadas. El uso de TICs para el trabajo independiente facilita el trabajo del estudiante en concordancia con el tiempo del docente y además promueve responsabilidad y autoformación. También se pretende

**FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO****CODIGO:**
FO-M-DC-05-01**VERSION:**
2**FECHA:**
2010-14-04**PAGINA:**
9 de 2

aprovechar herramientas como Skype. La generación de Objetos virtuales de aprendizaje también debe ser considerado como estrategia de información accesible para el estudiante. La producción del estudiante también hará parte del aula virtual, evidenciada ésta en debates, ensayos, desarrollo de cuestionarios, informes y sustentaciones de resultados de laboratorio o de artículos científicos, utilizando medios audiovisuales alternativos (videos, grabaciones, presentaciones en office, posters virtuales, etc).

7. RECURSOS.

- ✓ Laboratorio de Físicoquímica de aguas (Macagual)
- ✓ Laboratorio de suelos (absorción atómica).
- ✓ Laboratorio de Química docencia.
- ✓ Laboratorio de Química (HPLC).
- ✓ Aulas dotadas con ayudas audiovisuales.
- ✓ Base de datos Biblioteca Virtual.
- ✓ Plataforma Moodle.
- ✓ Disponibilidad de transporte local y regional para prácticas fuera de los laboratorios de las Universidad y para visitas técnicas.

8. EVALUACIÓN

La evaluación será permanente durante el desarrollo del curso. De acuerdo con las actividades desarrolladas se tendrán en cuenta como criterios de evaluación los siguientes:

1. Tres exámenes parciales: Química del agua, Química del aire y contaminación del suelo.
2. Workshop o exposición de poster para socializar los resultados de la caracterización del tipo de agua seleccionada y trabajada por cada grupo durante el semestre.
3. Los estudiantes deberán exponer oralmente trabajos de seminario sobre artículos publicados en alguna revista científica de primer nivel, vinculados con la temática de la asignatura. Estos artículos han sido preseleccionados por la docente; los estudiantes podrán elegir el que sea de su interés. Se realizarán las exposiciones orales en horario de clase. Los temas tratados en los seminarios no se incluyen en los exámenes parciales.
4. Informe técnico sobre tres visitas en el departamento alusivas a la gestión del agua, aire y suelo: sistemas de depuración de aguas o residuos sólidos, de potabilización de agua y de manejo de gases.

**FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO****CODIGO:**
FO-M-DC-05-01**VERSION:**
2**FECHA:**
2010-14-04**PAGINA:**
10 de 2

5. Se dedicará un porcentaje de la evaluación al desempeño en las sesiones de laboratorio.
6. Seguimiento o monitoreo del trabajo independiente: herramientas virtuales a través de la plataforma Moodle, creación de rúbricas de evaluación, plan de monitoreo.

Cada criterio tendrá un porcentaje de la nota definitiva final. Composición porcentual que será concertada con los estudiantes durante la presentación y aprobación del acuerdo pedagógico.

9. BIBLIOGRAFÍA

- G. Tyler miller, jr. Scott e. Spoolman. Environmental science. Thirteenth edition. Brooks/cole, cengage learning. 2010.
- Stanley E. Manahan. Introducción a la Química Ambiental. Editorial Reverté, S.A DE C.V., (2007).
- VanLoon, G.W., y S.J. Duffy; Environmental Chemistry, A Global Perspective. Oxford University Press, 2000
- Colin Baird. Editorial Reverté. Química Medio Ambiental. (2001).
- Metcalf & Eddy. Ingeniería de las Aguas Residuales. Madrid 1995. McGraw Hill
- Romero Rojas Jaime Alberto. Tratamiento de Aguas residuales. Santafé de Bogotá, 1999. Escuela Colombiana de Ingeniería Editorial Presencia.
- Resolución 2115 de junio 22 de 2007 del MAVDT.
Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y Vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- Decreto 3100 de octubre 30 de 2003 del MAVDT.
Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
- Decreto 1594 de junio 26 de 1994 del MVDT

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I del

**FORMATO PROPUESTA DE DESARROLLO PROGRAMA DE CURSO****CODIGO:**
FO-M-DC-05-01**VERSION:**
2**FECHA:**
2010-14-04**PAGINA:**
11 de 2

Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Para el desarrollo de las prácticas de laboratorio:

- APHA - AWWA - WPC Standard Methods for the examination of water and wastewater (2012).
- Lis Manrique Losada y Marlon Peláez Rodríguez. Manual de análisis de calidad de aguas en ecosistemas acuáticos andino-amazónicos. Universidad de la Amazonia. 2013.
- Protocolos del programa de Físicoquímica Ambiental del Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambiental IDEAM. En línea <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>.
- Protocolos para el monitoreo y seguimiento del agua del Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambiental IDEAM. En línea <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>.

Para información ambiental general en Colombia, Latinoamérica y el mundo.

- www.siac.gov.co (Sistema de Información Ambiental para Colombia)
- www.minambiente.gov.co
- www.cepis.ops-oms.org/ (excelente dirección en español)
- <http://ens.lycos.com/ens>