



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

QUÍMICA AMBIENTAL Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Curso : 4º
Cuatrimestre : 1º
Carácter : Optativa

Créditos totales
Teóricos : 3
Prácticos : 3

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 2: 2007-09-20

QUÍMICA AMBIENTAL Y EVALUACIÓN DE RIESGOS: PROGRAMA

a) **OBJETIVOS Y CONTENIDOS**

BLOQUE 1: Introducción: Contaminación y evaluación de riesgos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1. *Comprender el concepto de contaminación.*
- 1.2. *Comprender el concepto de riesgo ambiental.*

CONTENIDOS

1.1: CONCEPTO DE CONTAMINACIÓN.

- Concepto de “Nivel de Referencia”.
- Concentraciones “naturales” y “de base” (“*background*”). “Niveles de Fondo” para contaminantes elementales.
- “Niveles Genéricos de Referencia” a partir de criterios de riesgo. Escenarios genéricos de exposición

1.2: EL RIESGO AMBIENTAL.

- Concepto de peligro y concepto de riesgo.
- Toxicidad y exposición: El paradigma del riesgo.
- Esquema clásico de análisis del riesgo ambiental.

BLOQUE 2: Propiedades físico-químicas de los contaminantes. Reparto en fases.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1. *Conocer las propiedades físico-químicas de los contaminantes orgánicos e inorgánicos que condicionan su reparto en fases en el medio natural.*
- 2.2. *Comprender las características de un suelo que condicionan el comportamiento de los contaminantes en él.*
- 2.3. *Comprender los conceptos de coeficiente de reparto y de fugacidad.*
- 2.4. *Resolver problemas de estimación de reparto multifásico.*

CONTENIDOS

2.1: PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS CONTAMINANTES: SOLUBILIDAD.

- Propiedades de la molécula de agua.
- Polaridad y solubilidad en agua.
- Solubilidad en disolventes no polares. Lipofilidad. Coeficiente de reparto octanol-agua.

- Solubilidad de contaminantes orgánicos poco polares: grupos funcionales, disposición espacial y tamaño molecular.
- Solubilidad de contaminantes polares e iónicos. Disociación ácida y básica. Hidrólisis. Potencial iónico.

2.2: PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS CONTAMINANTES: VOLATILIDAD.

- Presión de vapor y punto de ebullición.
- Reparto aire-agua: Constante de la Ley de Henry.

2.3: PROPIEDADES DEL SUELO. SORCIÓN.

- Definición de suelo. Génesis y estructura del suelo. Componentes del suelo.
- Materia mineral. Desarrollo de carga superficial. pH de “Punto de Carga Cero”.
- Sorción de contaminantes iónicos. Isotermas de adsorción. Intercambio iónico. Amortiguación de cambio de pH en suelos.
- Materia orgánica del suelo. Compuestos húmicos. Quelación de cationes elementales. Absorción de contaminantes orgánicos. Coeficiente de reparto carbono orgánico-agua.

2.4: DEGRADABILIDAD DE LOS CONTAMINANTES.

- Degradación abiótica y biodegradación. Persistencia.
- Cinética de degradación.

2.5: REPARTO EN FASES DE LOS CONTAMINANTES.

- Reparto entre dos fases. Coeficientes de reparto.
- Reparto multifásico: Balance de masas en el equilibrio.
- Reparto multifásico: Fugacidad, capacidad de fugacidad y modelos de Mackay.
- Fases libres: LNAPL (líquidos en fase no acuosa ligeros) y DNAPL (líquidos en fase no acuosa densos).

BLOQUE 3: Evaluación toxicológica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1. Comprender el concepto de toxicidad cancerígena y no cancerígena.*
- 3.2. Comprender las alternativas para la obtención de datos toxicológicos.*
- 3.3. Aplicar las expresiones cuantitativas de toxicidad para el análisis de riesgos ambientales.*
- 3.4. Manejar bases de datos toxicológicos.*

CONTENIDOS

3.1: INTRODUCCIÓN

- Definiciones. Relación dosis-respuesta.
- Destino de las sustancias tóxicas en el organismo.
- Clasificaciones de sustancias tóxicas.

3.2: TOXICIDAD CANCERÍGENA Y NO CANCERÍGENA

- El concepto de umbral.

- Expresiones de la potencia tóxica: “Factor de Pendiente” y “Dosis de Referencia”.
- Clasificaciones según evidencia.

3.3: TOXICOLOGÍA CUANTITATIVA

- Tipos de relación dosis-respuesta y expresiones gráficas.
- Fuentes de información toxicológica cuantitativa.
- Bioensayos y medidas de toxicidad. NOAEL (nivel más alto sin efectos adversos observados) y LOAEL (nivel más bajo con efectos adversos observados).
- Estimación de “Dosis de Referencia” y “Factor de Pendiente”. Otras expresiones de potencia tóxica.
- Bases de datos toxicológicos de libre acceso.

BLOQUE 4: Evaluación de la exposición.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.1. *Caracterizar cualitativamente la exposición mediante “Modelos Conceptuales del Emplazamiento”.*
- 4.2. *Aplicar las expresiones cuantitativas de cálculo de la exposición.*
- 4.3. *Comprender el concepto y la determinación de la “Exposición Máxima Razonable” y de los “Escenarios Genéricos de Exposición”.*

CONTENIDOS

4.1: CARACTERIZACIÓN CUALITATIVA DE LA EXPOSICIÓN

- Vías, rutas y medios de exposición.
- “Modelo Conceptual del Emplazamiento”.

4.2: CARACTERIZACIÓN CUANTITATIVA DE LA EXPOSICIÓN

- Ecuación general de cálculo: Término de concentración, variables de la población, tiempo de promedio.
- “Exposición Máxima Razonable”. “Escenarios Genéricos de Exposición” y valores por defecto.
- Ecuaciones de cálculo de la dosis por vía de exposición.

BLOQUE 5: Caracterización del riesgo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 5.1. *Analizar si existe riesgo, de qué tipo y por qué vías en una situación de exposición ambiental específica.*
- 5.2. *Analizar distintas opciones de gestión del riesgo y calcular “Concentraciones Objetivo”.*
- 5.3. *Comprender los objetivos y fundamentos del análisis probabilístico del riesgo.*
- 5.4. *Manejar las herramientas informáticas de análisis de riesgos ambientales comerciales y de libre distribución e interpretar sus resultados.*

CONTENIDOS

5.1: CUANTIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO.

- Concepto de “Cociente de Peligro” y de “Riesgo Cancerígeno”.
- “Riesgo Agregado” e “Índice de Peligro” para mezclas de contaminantes y para múltiples vías de exposición.
- Cálculo de “Concentraciones Objetivo” y de “Niveles Genéricos de Referencia”.

5.2: ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL RIESGO

- Fundamento del análisis probabilístico del riesgo.
- Variabilidad e incertidumbre. Análisis de sensibilidad.
- Interpretación de resultados. Ventajas e inconvenientes frente al análisis de riesgos con estimaciones puntuales.

5.3: HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DE ANÁLISIS DE RIESGO AMBIENTAL

- Estructura general de las herramientas informáticas de análisis de riesgo ambiental.
- Requisitos para las entradas. Tratamiento de la información. Interpretación de las salidas.

b) BIBLIOGRAFÍA.

BÁSICA:

- CONNELL, D.W. *Basic Concepts of Environmental Chemistry*. Lewis Publishers, Boca Raton, Fl. (U.S.A.), 1997.
- USEPA. *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part A, Chapters #6, #7, #8*.
<http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsa/>

COMPLEMENTARIA:

- CROSBY, D.G. *Environmental Toxicology and Chemistry*. Oxford University Press, Nueva York, 1998.
- KLAASSEN, C.D. y WATKINS III, J.B. (eds.) *Casarett & Doull's essentials of Toxicology*. McGraw-Hill, Nueva York, 2003.
- NAS. *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*.
<http://darwin.nap.edu/books/0309033497/html>

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

Realización de un proyecto en grupos de 3 a 5 alumnos. Su duración, de acuerdo con el programa, es de 15 horas y la organización del trabajo, flexible, con supervisión periódica del progreso del proyecto por parte del profesorado de la asignatura. Los objetivos del Proyecto de Prácticas son:

1. *Diseñar y realizar la toma, preparación y análisis de muestras en un proyecto de investigación de una potencial afección del medio natural.*
2. *Interpretar la información química recogida desde un punto de vista ambiental con la ayuda de herramientas matemáticas y gráficas.*
3. *Aplicar los conceptos del análisis de riesgos ambientales a una situación de afección potencial del medio natural.*

Los proyectos de prácticas se llevarán a cabo tanto en el campo, como en el laboratorio y el aula.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN.

A lo largo del curso, se propondrá a los alumnos una serie de actividades de aplicación que resolverán de forma individual. Así mismo, a lo largo del curso se realizarán pruebas esporádicas sin previo aviso, de una duración aproximada de 10 minutos, referidas a conceptos explicados en la sesión de aula inmediatamente anterior. Aquellos alumnos que superen, al menos, el **75%** de las **actividades de aplicación** y el **50%** de las **pruebas esporádicas** podrán presentarse a un ejercicio teórico-práctico final de la asignatura simplificado. Los alumnos que no cumplan este requisito, deberán presentarse al ejercicio teórico-práctico final ordinario.

La calificación del proyecto de prácticas se realizará tomando en consideración el informe escrito elaborado por los alumnos y la exposición oral de los resultados obtenidos. La calificación del proyecto de prácticas consistirá en un porcentaje, comprendido entre 0 y 25 %, de incremento de la calificación del ejercicio teórico-práctico final. Cuando la calificación del proyecto de prácticas sea de No Apto, el alumno dispondrá de la oportunidad de realizar una prueba final de Prácticas, consistente en elaborar un informe a partir del enunciado de un caso práctico proporcionado por los profesores de la asignatura.

Una vez cumplido el requisito anterior, los alumnos realizarán una de las dos modalidades de ejercicio teórico-práctico al final del curso (conforme a lo expuesto en el primer párrafo), el cual constituirá el examen final de la asignatura. La calificación de la asignatura será la resultante de este ejercicio teórico-práctico, modificada al alza conforme al porcentaje de incremento obtenido en el proyecto de prácticas, más hasta 1 punto (sobre 10), en función de los resultados de las actividades de aplicación y de las pruebas esporádicas, es decir:

$$\text{NotaFinal} = \text{EjercicioTP} \times (1 + \text{ProyPract}) + \text{ActPruebas}$$

Donde:

NotaFinal: Nota final de la asignatura (sobre 10 puntos)

EjercicioTP: Ejercicio teórico-práctico final de la asignatura (sobre 10 puntos)

ProyPract: Calificación del proyecto de prácticas (comprendida entre 0 y 0,25)

ActPruebas: Calificación global de las actividades de aplicación y pruebas esporádicas (comprendida entre 0 y 1)