

## **Guía docente de la asignatura HIDROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (5° curso de Geología)**

La asignatura tiene 4,5 créditos (2,5 T y 2 P) y se desarrolla a lo largo del 2° cuatrimestre.

### **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

Conocer las principales características físico-químicas de las aguas naturales, con especial énfasis en las particularidades de las aguas subterráneas; conocer las bases de sus métodos de estudio y extraer información sobre los procesos que inducen su composición.

Identificar las principales fuentes y agentes contaminantes de las aguas y establecer el modo en que afectan a su calidad. Conocer las estrategias de prevención, control y defensa respecto de la contaminación de las aguas continentales en general y de las subterráneas en particular

### **CLASES DE TEORÍA (al final se hace referencia a las clases prácticas vinculadas: ver apartado posterior)**

Lección 1.- *Introducción y conceptos de base.* La molécula del agua: estructura y propiedades; el agua como disolvente; fórmulas isotópicas de la molécula del agua. Modos de expresar las concentraciones de sustancias disueltas en el agua: expresiones ponderales; TSD y Residuo Seco: concepto y determinación; expresiones químicas; la conductividad eléctrica como expresión de la salinidad total del agua. (P. 1)

Lección 2.- *Composición y análisis de las aguas.* Tipos de aguas naturales. Composición de las aguas continentales: tipos de constituyentes e importancia relativa de los mismos. El análisis químico de las aguas subterráneas: Tipos y características. El error de balance: concepto y utilidad. (P. 1)

Lección 3.- *Química del agua (I).* Equilibrios químicos: La Ley de Acción de Masas; actividades. Disociación del agua: concepto de pH. Gases disueltos: el caso del CO<sub>2</sub>. Formación de complejos. Ácidos fuertes y débiles. Equilibrios en el sistema CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O; Alcalinidades. (P. 1)

Lección 4.- *Química del agua (II).* Disolución de minerales: solubilidades; efectos de la fuerza iónica y del ión común. Desviaciones del equilibrio: estados de saturación. Disolución de las rocas carbonatadas: agresividad e incrustabilidad. Durezas. (P. 2 )

Lección 5.- *Química del agua (III).* Procesos de Oxidación-Reducción: conceptos de  $p_e$  y Eh. Consumo de oxígeno: conceptos de DBO y DQO. Procesos superficiales: adsorción y cambio catiónico. Procesos osmóticos.

Lección 6. *Técnicas de muestreo e interpretación.* Medidas "in situ " de variables físico-químicas de las aguas subterráneas y conservación de las muestras. Procedimientos de muestreo. Interpretación preliminar de datos hidroquímicos: métodos gráficos (diagramas); Concepto de facies hidroquímica. (P. 3)

Lección 7.- *Hidrogeoquímica (I).* El agua de precipitación. El agua en el suelo. El flujo subterráneo: evolución regional; procesos modificadores. El agua de infiltración en zonas de

regadío. Estimación de variables hidrológicas a partir de datos hidrogeoquímicos: mezclas de aguas; balance de cloruros. (P. 4 a 6)

Lección 8.- Hidrogeoquímica (II). Origen y características hidrogeoquímicas de los principales constituyentes disueltos de las aguas subterráneas.

Lección 9.- Contenido isotópico de las aguas subterráneas. Isótopos estables ( Deuterio y oxígeno-18) : Expresión de las concentraciones; fraccionamiento; composición isotópica de las aguas meteóricas; aplicaciones. Isótopos radiactivos (tritio y carbono-14) : origen; concentraciones; aplicaciones.

Lección 10. Calidad del agua. Concepto. Calidad para abastecimiento: comentario de la normativa española. Calidad para usos agrícolas. Calidad para usos industriales.

Lección 11. Procesos de transporte de solutos. Difusión, Advección y Dispersión: conceptos y expresiones numéricas. Líquidos en fase no acuosa. Experimentos en columnas. Aspectos macroscópicos de la dispersión. Retardo de especies. Modelos de transporte. (P. 7)

Lección 12. Contaminación de aguas subterráneas (I). Concepto de contaminación del agua. Modos de contaminación de las aguas subterráneas. Principales agentes contaminantes. Principales fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas. Algunos ejemplos: Residuos (líquidos y sólidos) urbanos; Contaminación agrícola; Contaminación por actividades industriales.

Lección 13. Contaminación de aguas subterráneas (II). Reacción de los acuíferos frente a la contaminación. Comportamiento en el terreno de los principales agentes contaminantes. Investigación de la contaminación de acuíferos. Remediación de la contaminación de acuíferos. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación.

## **CLASES PRÁCTICAS (al final se hace referencia a las lecciones de teoría vinculadas: ver apartado anterior)**

### **PRÁCTICAS EN AULA**

Práctica 1.- Expresión de las concentraciones iónicas de aguas. Conversiones de unidades. Cálculo de errores de balance en análisis químicos. (L. 1 a 3)

Práctica 2.- Establecimiento de estados de saturación de muestras de agua respecto a ciertas fases minerales. (L. 4)

Práctica 3.- Representación de análisis químicos de aguas en distintos tipos de gráficos (logarítmicos verticales, poligonales, triangulares, de calidad para consumo y riego, etc). (L. 6)

Práctica 4.- Estudio de efectos de mezclas de aguas, disoluciones y precipitaciones de sales y otros procesos mediante la utilización de diagramas hidroquímicos. (L. 7)

Práctica 5.- Evaluación de parámetros hidrológicos a partir de datos químicos: balance de cloruros; mezclas de aguas. (L. 7)

Práctica 6.- Análisis de evolución hidrogeoquímica (aguas superficiales y aguas subterráneas) a partir de mapas hidrogeológicos y de diagramas hidroquímicos. (L. 7)

Práctica 7.- Cálculos relativos al transporte de solutos en diferentes circunstancias: flujo difusivo; advección-dispersión: experiencias en columnas y migración de "plumas" de solutos, con o sin procesos de retardo. (L. 11)

## **PRÁCTICAS DE CAMPO**

En los dos días asignados para este tipo de prácticas se llevarán a cabo actividades como las relacionadas a continuación:

- Toma y preservación de muestras de agua en surgencias y en captaciones (uso de hidrocaptos).
- Medidas "in situ" de variables físico-químicas de las aguas.
- Registros de conductividad y temperatura en piezómetros.
- Reconocimiento de acuíferos, ríos o lagos/embalses con problemas de calidad natural o de contaminación.
- Visitas a ETAP y EDAR.
- Análisis hidrogeológico de fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas.
- Técnicas de descontaminación de acuíferos.

## **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA**

A. TEXTOS GENERALES DE HIDROGEOLOGÍA QUE INCLUYEN TEMAS O SECCIONES RELACIONADAS CON LOS CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA:

CUSTODIO, E y LLAMAS, M.R. (1983). *Hidrología Subterránea (2º ed.)*. Ed. Omega (2 vols.). Concretamente las secciones 4 (*Principios básicos de química y radioquímica de las aguas subterráneas*) y 10 (*Hidrogeoquímica*), cuyo autor es E. Custodio.

DOMENICO, P.A. y SCHWARTZ, F.W. (1990). *Physical and Chemical Hydrogeology*. Ed. John Wiley and Sons, Inc.

FITTS, Ch. R. (2002). *Groundwater Science*. Ed. Academic Press. Elsevier.

FREEZE, R.A. y CHERRY, J.A. (1979). *Groundwater*. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

## B. TEXTOS ESPECÍFICOS EN RELACIÓN CON LOS CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

APPELO, C.A.J. y POSTMA, D. (1993). *Geochemistry, groundwater and pollution*. Ed. A.A. Balkema Publs. (Hay una edición posterior).

DOMENECH, X. (1995). *Química de la hidrosfera: origen y destino de los contaminantes*. Ed. Miraguano.

DREVER, J.I. (1997). *The Geochemistry of Natural Waters (3<sup>o</sup> ed.)*. Ed. Prentice Hall.

FETTER, C.W.Jr. (1993). *Contaminant Hydrogeology*. Ed. Mc. Millan.

LANGMUIR, D. (1997). *Aqueous Environmental Chemistry*. Ed. Prentice Hall.

POCH, M. (1999). *Las calidades del agua*. Rubes Editorial.

## FORMA DE EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO

La evaluación del rendimiento académico se basará fundamentalmente en una prueba escrita con cuestiones de teoría y de prácticas- al final del periodo de docencia. En caso de que el número de alumnos sea reducido (< 10) es factible un seguimiento en continuo de su rendimiento mediante la corrección particularizada de ejercicios prácticos propuestos en las clases, o de trabajos de ampliación sobre aspectos concretos relacionados con la asignatura, de manera que se pueda superar la asignatura si estas tareas son llevadas a cabo con el rigor suficiente a juicio del profesor. En cualquier caso, para obtener una calificación superior a 7,5 sobre 10, es preciso realizar la prueba escrita indicada al principio.

## COMPETENCIAS QUE SE ADQUIEREN

Los alumnos que hayan cursado esta asignatura deben ser capaces de:

Conocer los componentes de un análisis químico (de tipo convencional o de rutina) de aguas y el significado de las unidades en que se expresan.

Conocer las principales características físico-químicas de las aguas naturales, saber caracterizarlas de forma gráfica (diagramas) e interpretar los principales procesos que determinan tales características.

Conocer los conceptos de calidad y de contaminación del agua. Identificar los principales tipos de agentes contaminantes y vincularlos con las actividades humanas en que se generan mayoritariamente.

Identificar los modos más frecuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas y de su propagación. Conocer las particularidades del medio subterráneo en lo que se refiere a atenuación de la contaminación. Tener una idea de las principales estrategias

de descontaminación de acuíferos y de protección de la calidad de los recursos hídricos subterráneos.

## **REQUISITOS NECESARIOS**

-Requisitos legales establecidos

-Es muy conveniente haber cursado la práctica totalidad de las asignaturas del primer ciclo de la licenciatura. En particular, son importantes los conocimientos de Química General, mientras que los de Hidrogeología se consideran básicos.