

MODELACIÓN DE PROCESOS Y SISTEMAS AMBIENTALES

ICYA 4102

Programa del Curso

Primer Semestre de 2017

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero Oficina ML629, Tel: 3394949 Extensión 1731

la.camacho@uniandes.edu.co

Horario Atención Estudiantes: Jueves 2:00 – 3:30 pm

Clase Magistral Martes - Jueves 3:30- 5:00 pm Salón

Monitora: Mariana Carreño: m.carrenob@uniandes.edu.co

Objetivos y metas

El objetivo general del curso es lograr la familiarización del estudiante con modelos de procesos de transporte y transformaciones bioquímicas de contaminantes en el medio ambiente y de simulación de sistemas ambientales. Al final del curso el estudiante estará en capacidad de:

- Reconocer y aplicar en forma rigurosa el marco de modelación matemática de procesos en Ingeniería Ambiental.
- Formular y plantear ecuaciones y modelos matemáticos de procesos de transporte y reacción o transformación de determinantes o contaminantes en los diferentes medios y en sus interfaces, *i.e.* agua-aire-suelo, y solucionar las ecuaciones gobernantes mediante métodos analíticos o numéricos.
- Reconocer la importancia de contar con metodologías, protocolos, equipos y estaciones de medición de determinantes de calidad del agua y el aire específicas para la toma de datos de calibración y verificación de modelos de calidad del agua, de aire y el flujo en medios porosos y agua subterránea a nivel de cuenca o ecosistemas.
- Diseñar y conducir experimentos relacionados con la toma de datos útiles para la calibración de modelos de procesos de transporte y transformaciones de los contaminantes en el medio ambiente.
- Reconocer la utilidad y aplicar modelos matemáticos como herramientas de simulación, planificación, diseño, manejo y control ambiental de sistemas ambientales a nivel de cuenca hidrográfica, aguas superficiales continentales, ecosistemas, y el sistema climático a gran escala.

Metodología

El curso se basará en lecturas previas y explicaciones magistrales del material repartido con anterioridad a las clases, lecturas posteriores y solución de problemas en clase y fuera de ella. El curso tendrá un alto contenido de laboratorios computacionales guiados y tareas que buscarán la

familiarización del estudiante con el marco de modelación y herramientas modernas de simulación y modelos de los procesos y sistemas ambientales bajo estudio. El curso tendrá dos salidas de campo opcional (no obligatorias) para la toma de datos en un río y una cuenca hidrográfica en la cual se realizará un ejercicio completo de modelación ambiental.

Referencias

- Wainwright J., Mulligan, M., (2004) Environmental modelling – Finding simplicity in complexity, John Wiley & Sons, Ltd.
- Chapra, S. C. (1997). Surface water quality modelling, Ed. McGraw-Hill, 1ª Ed., Nueva York
- Chapra, S.C. y Pellieter, G., (2003) Qual2k Documentation Manual, EPA.
- Martin, J., McCutcheon (1999) Hydrodynamics and transport for water quality modelling, Lewis, New York.
- Thibodeaux, L. J. (1996) Environmental chemodynamics, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York.
- James, A., (1993) An Introduction to water quality modelling, John Wiley & Sons, Chichester
- Kadlec, R. H., Knight, R. (1996) Treatment Wetlands, CRC Press LLC, Lewis Publishers, Boca Ratón.
- Thomann, R. V. and Mueller, J. A. (1987). Principles of surface water quality modelling and control, Ed. Harper and Row, 1ª Ed., Nueva York.
- Levenspiel O. (1972) Chemical reaction engineering, 2a Ed., John Wiley & Sons, Nueva York
- Chapman, D. (1992). Water quality assessments, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Bartram, J., and Ballance, R. (1996). Water quality monitoring, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Rutherford, J. C. (1994). River mixing, Ed. John Wiley & Sons, Chichester
- Salazar, A. (1996). Contaminación de Recursos Hídricos – Modelos y Control, AINSA, 2a. Edición, Medellín
- Weiming W. (2008) Computational River Dynamics, Talor & Francis, London
- Zhen-Gang, J. (2008) Hydrodynamics and Water Quality, Wiley, New Jersey.
- Stull, R. B. (2000) Meteorology for Scientists and Engineers, Brooks/Cole, 2a. Edición, Estados Unidos
- Karamouz, M., Ahmadi, A., Akhbari, M., (2011) Groundwater Hydrology, Engineering, Planning and Management, CRC Press Taylor & Francis Group, 1a. Edición, Boca Ratón.
- Benedini, M., Tsakiris, G., (2013) Water quality modelling for rivers and streams, Springer, Dordrecht
- Tchobanoglous, G., Schroeder E., D. (1987) Water quality – Characteristics, Modeling, Modification, Addison Wesley Longman, Reading

Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Hydrology, Elsevier; Journals de la ASCE., e.g. Journal of Environmental Engineering, Earth System Sciences, Water Science and Technology, IAWQ, Environmental Fluid Mechanics (Springer), Environmental Modelling & Software (Elsevier).

Sistema de Evaluación

- 1 Examen Parcial: 25% y Examen Final: 30%
- Laboratorios computacionales y tareas individuales y en grupo: 35%
- Proyecto final del curso en grupo: 10%

Exámenes: evaluarán el aprendizaje, alcance de metas y habilidades de modelación mediante ejercicios de planteamiento de ecuaciones gobernantes y/o implementación de modelos ambientales. Los exámenes contendrán dos partes, una de conceptos y control de lecturas mediante preguntas abiertas o de selección múltiple, y otra de ejercicios con calculadora programable y/o computador.

Laboratorios computacionales y tareas: El curso tendrá un componente importante de tareas y laboratorios computacionales individuales o en grupos de dos personas que **deben entregarse en medio físico impreso únicamente en clase al profesor**. Después de la fecha acordada se recibirán solamente laboratorios a lo sumo con una semana de retraso y éstos se calificarán sobre 4.0.

Proyecto: se desarrollará en grupo de máximo 4 estudiantes un proyecto de modelación de un sistema ambiental. Se realizarán entregas de informes parciales calificables, un informe final de ingeniería el cual deberá sustentarse oralmente al profesor. Después de la fecha acordada se recibirán entregas de proyecto máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0. Para la sustentación deberá solicitarse por parte del grupo una cita por escrito al profesor en las fechas establecidas para la misma. La no asistencia de un integrante a la sustentación se calificará con nota de 0.0 a esta persona.

Lecturas y asistencia: durante el desarrollo del curso se plantearán ejercicios en y fuera de clase que se deben entregar, a manera de tarea individual o en grupos de dos personas, únicamente en las fechas indicadas o máximo con una clase de retraso. El curso tendrá una alta asignación de lecturas previas y posteriores a las clases. Las lecturas que se indiquen como obligatorias podrán ser evaluadas en los exámenes mediante preguntas de selección múltiple o preguntas abiertas. La asistencia a clase se controlará en los términos indicados en el reglamento estudiantil.

Material de clases: en SICUA-PLUS estarán disponibles las presentaciones de clase en PowerPoint. Éstas son para uso exclusivo de los estudiantes del curso. En SICUA-PLUS habrá material de soporte y lecturas obligatorias (evaluables) y opcionales adicionales. La filmación o grabación de clases no está autorizada.

Aproximación notas: la Nota Definitiva será la nota final ponderada según los anteriores porcentajes, expresada con décimas y centésimas (por ejemplo, si la la nota final es 3.6783, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.6743, la nota definitiva será 3.67). La nota mínima aprobatoria será 3.00.

Excusas: se recibirán excusas por inasistencia a los exámenes parciales de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales deberán ser entregadas a la secretaria de la coordinación del Departamento y al profesor para su verificación y aprobación.

Modelación de procesos y sistemas ambientales - Contenido Detallado y Cronograma
– Clases Magistrales

Clase	Fecha	Tema
1	Enero 24	Introducción al curso. Importancia y utilidad de modelos de procesos y sistemas ambientales.
2	Enero 26	Introducción al marco general de modelación ambiental. Ejemplo de aplicación del marco de modelación de la calidad del agua en ríos.
3	Enero 31	El rol y el objetivo de un modelo. Tipos de modelos. Ejemplos de modelos de procesos y sistemas ambientales.
4	Febrero 2	Modelación Movimiento y transformación de contaminantes en el ambiente. Fundamentos de modelación. Conservación de la masa e introducción a la cinética de reacciones de orden n . Balance de masa en un reactor bien mezclado.
5	Febrero 7	Soluciones a las ecuaciones diferenciales simples y acopladas de un reactor bien mezclado y de reactores en serie. Métodos numéricos de Euler, Heun y Runge-Kutta. Laboratorio computacional.
6	Febrero 9	Calibración, análisis de incertidumbre paramétrica y simulación de escenarios de un modelo basado en reactores bien mezclados. Laboratorio computacional.
7	Febrero 14	Procesos de transporte de solutos: Advección, Difusión, Dispersión longitudinal y transversal en agua y aire. Longitud de mezcla. Experimentos con trazadores en ríos, aguas subterráneas y en la atmósfera.
8	Febrero 16	Modelos de transporte de solutos. Modelo ADE 1D, 2D, 3D y soluciones analíticas y numéricas
9	Febrero 21	Modelos alternativos de transporte de solutos en ríos 1D. Modelos TS, CIS y ADZ.
10	Febrero 23	Laboratorio de simulación y calibración de modelos de transporte en ríos.
11	Febrero 28	Transformación de contaminantes: Reacciones de decaimiento natural - patógenos, e Hidrólisis. Modelación de nitrificación e hidrólisis de fósforo.
12	Marzo 2	Modelación de la oxidación de la materia orgánica en condiciones aerobias y anaerobias.
13	Marzo 7	Procesos y modelos de transferencia de contaminantes a través de interfaces. Transferencia aire-agua: Volatilización, absorción de gases, reaireación de oxígeno disuelto.
14	Marzo 9	Transferencia agua-suelo: Adsorción y disolución. Salida de campo – Mediciones en ríos (Marzo 11 – opcional)
15	Marzo 14	Transformación de contaminantes: Fotólisis y Conversión bacterial
16	Marzo 16	Parcial No. 1 (25%) Clases 1 – 16 Entrega notas del 30% Marzo 17

17	Marzo 21	Fotosíntesis y respiración. Asimilación de nutrientes. Modelación del crecimiento de plantas acuáticas. Cadena alimenticia simple.
18	Marzo 23	Modelos de sistemas ambientales – ríos. Modelos de calidad del agua en ríos QUAL2Kw, WASP, QUASAR. Esquemas conceptuales. Retiros Marzo 24
19	Marzo 28	Laboratorio computacional QUAL2kw.
20	Marzo 30	Modelos de sistemas ambientales –Cuenca hidrográfica. Hidrología de cuencas. Procesos y complejidad del ciclo hidrológico.
21	Abril 4	Modelos hidrológicos lluvia-escorrentía físicamente basados, distribuidos y semi-distribuidos. Ejemplos. HEC-HMS, TOPMODEL.
22	Abril 6	Modelos hidrológicos lluvia-escorrentía conceptuales y empíricos. Ejemplos.
23	Abril 10 - 14	SEMANA DE RECESO <i>Salida de campo – Proyecto del curso Mediciones e impactos ambientales en zona minera (Abril 8 - 12 – opcional)</i>
24	Abril 18	Laboratorio computacional de calibración y cuantificación de la incertidumbre paramétrica de modelos lluvia escorrentía
25	Abril 20	Modelación de la erosión del suelo y conservación. Ecuación de pérdida universal del suelo. Modelos conceptuales de pérdida de suelo
26	Abril 25	Modelación del cambio del uso del suelo e impactos en cantidad y calidad del agua de escorrentía. Modelos tipo SVAT.
27	Abril 27	Modelación del flujo y contaminación de acuíferos. Introducción
28	Mayo 2	Ecuaciones gobernantes del flujo de aguas subterráneas y de transporte de solutos
29	Mayo 4	Ejercicios y laboratorio computacional de aguas subterráneas
30	Mayo 9	Modelación del clima y el sistema climático. Introducción a la modelación del impacto del cambio climático. Modelos Climáticos Globales (MCG) o Modelos de Circulación General
31	Mayo 11	Modelación del impacto del cambio climático a nivel de cuenca– Ejemplo.
	Periodo Ex. Finales	Examen Final (30%) Clases 1- 31 Se realiza en la fecha del Examen Final definida por la oficina de registro entre el 15 y el 30 de Mayo