

MODELACIÓN AMBIENTAL

ICYA 3406

Programa del Curso

Primer Semestre de 2016

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

la.camacho@uniandes.edu.co

Horario Atención Estudiantes: Lunes 11am – 12:30 pm, Martes 3:30 -5 pm

Clase Magistral Lunes - Miércoles 8:30- 9:50 am Salón – ML 607

Clase Laboratorio Sec. 01 Lunes 2:00 – 3:20 pm Sala – ML 108B

Clase Laboratorio Sec. 02 Miércoles 2:00 – 3:20 pm Sala – ML 108B

Asistente docente de Laboratorio: Rafael Sierra Montealegre rd.sierra136@uniandes.edu.co

Objetivos y metas

El objetivo general del curso es lograr la familiarización del estudiante con herramientas y métodos de modelación matemática de los procesos de transporte, cinética de reacciones, y transformaciones bioquímicas de determinantes convencionales de calidad del agua, del aire y en el suelo. Al final del curso el estudiante estará en capacidad de:

- Reconocer y aplicar el marco de modelación matemática de procesos en Ingeniería Ambiental.
- Formular y plantear ecuaciones y modelos matemáticos de procesos de transporte y reacción de determinantes o contaminantes en los diferentes medios, *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 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.
- Diseñar y conducir experimentos relacionados con la toma de datos útiles para la calibración de modelos de procesos en el medio ambiente.
- Reconocer la utilidad y aplicar modelos matemáticos como herramientas de simulación, planificación, diseño, manejo y control ambiental en general y en el marco de la legislación ambiental colombiana.

Metodología

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

el marco de modelación y herramientas modernas de simulación y modelos. El curso tendrá dos salidas de campo opcionales (no obligatorias) para la toma de datos utilizados en los laboratorios de transporte de solutos y el proyecto del curso, en el cual se realizará un ejercicio completo de modelación utilizando datos reales de una corriente.

Referencias

- 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

3 Exámenes (23% cada uno): 69% Laboratorios computacionales: 14%
Proyecto del curso: 12% Tareas, control de ejercicios, lecturas y asistencia: 5%

Exámenes: contendrán ejercicios de planteamiento y/o implementación de modelos y solución de problemas mediante modelos ambientales. El tercer examen corresponderá al Examen Final que

incluirá todo el material tratado en el curso. Los exámenes contendrán en lo posible dos partes, una de conceptos y control de lecturas de selección múltiple, y otra de ejercicios con calculadora programable y/o computador.

Laboratorios computacionales: El curso tendrá un componente importante de laboratorios computacionales en grupos de dos personas (laboratorio semanal/quincenal) que **deben entregarse en medio físico impreso únicamente en clase al profesor de laboratorio**. Después de la fecha acordada se recibirán laboratorios máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0.

Proyecto: se desarrollará en grupo de máximo 6 estudiantes un proyecto de modelación de la calidad del agua de una corriente utilizando datos reales tomados en una salida de campo. Se realizarán 2 entregas de informes parciales calificables (2% cada uno), un informe final de ingeniería (8%) que incluirá una sustentación oral 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 (no a todo el grupo).

Control de ejercicios, lecturas y asistencia: durante el desarrollo del curso se plantearán ejercicios en y fuera de clase para la preparación de los exámenes que se deben entregar, a manera de tarea individual, únicamente en las fechas indicadas o máximo con una clase de retraso. Adicionalmente se controlará la asistencia a clase mediante quices de control de lectura del material asignado y las presentaciones del curso, en la modalidad de selección múltiple, y/o mediante ejercicios o talleres computacionales desarrollados durante las clases. Estas evaluaciones no tendrán nota supletoria en caso de ausencia justificada, pero se eliminará al final del curso la peor nota de control.

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 adicional. 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). Excusas: se recibirán excusas de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales deberán ser entregadas a la coordinación del Departamento (Secretaria Mayra Delgado) y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria será 3.00.

Metas ABET esperadas como parte del curso

- Habilidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería. (a)
- Habilidad para diseñar y conducir experimentos, y para analizar e interpretar datos. (b)
- Habilidad para identificar, formular y solucionar problemas de ingeniería. (e)
- Habilidad para usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la profesión. (k)

Modelación ambiental - Contenido Detallado y Cronograma – Clases Magistrales

Clase	Fecha	Tema
1	Enero 18	Introducción al curso. Importancia y utilidad de modelos de calidad del agua superficial y subterránea y del aire.
2	Enero 20	Introducción al marco de modelación. Lectura individual artículos “golden age” y “marco de modelación”. Ejemplos de aplicación de modelos de calidad del agua en ríos. Río Bogotá, Río Magdalena, Canal del Dique, la Mojana.
3	Enero 25	Fundamentos de modelación. Conservación de la masa. Introducción a la cinética de reacciones de orden n . Balance de masa en un reactor bien mezclado.
4	Enero 27	Soluciones ecuación diferencial de primer orden de un reactor bien mezclado. Métodos analíticos y numéricos de Euler, Heun y Runge-Kutta.
5	Febrero 1	Modelación de mecanismos de transporte. Advección y difusión molecular y turbulenta. Dispersión longitudinal y transversal y longitud de mezcla en ríos.
6	Febrero 3	Experimentos con trazadores en ríos. Análisis de datos, tiempo de viaje, de arribo, de pasaje, momentos temporales (tiempo medio, varianza, coeficiente de asimetría) y su significado. Lectura individual artículos “Transporte de solutos”
7	Febrero 8	Modelación de mecanismos de transporte. Modelo de advección-difusión ADE 1D, 2D y 3D. Modelo ADE y modelo distribuido de almacenamiento temporal TS. Soluciones analíticas y numéricas (modelo OTIS).
8	Febrero 10	Modelos alternativos de transporte. Reactores bien mezclados en serie CIS. Modelo de transporte ADZ.
9	Febrero 15	Calibración y comparación de modelos de transporte en ríos.
10	Febrero 17	PARCIAL 1 (23%) Clases 1 – 9
11	Febrero 22	Determinantes, estándares y protocolos de monitoreo de calidad del agua superficial. Lectura estándares de calidad, normas de vertimiento, y protocolos de monitoreo
12	Febrero 24	Modelación de organismos patógenos en ríos y lagos. Tasa de decaimiento por temperatura, salinidad, radiación, sedimentación y re-suspensión.
13	Febrero 29	Modelación de oxígeno disuelto en ríos y lagos. Saturación de oxígeno disuelto. Materia orgánica y Demanda bioquímica de oxígeno DBO. Notas 30%
14	Marzo 2	Modelación de transferencia de gases, volatilización, re-aireación. Modelo de DBO y OD en reactores bien mezclados y ríos.
15	Marzo 7	Modelación de condiciones anaerobias. Modelación de nitrógeno orgánico, amoniacal, nitritos y nitratos.
16	Marzo 9	Modelación de Fuentes distribuidas. Fotosíntesis, respiración.
17	Marzo 14	Problema de Eutrofización y nutrientes. Concepto de la carga de fósforo.

18	Marzo 16	Modelación del crecimiento de plantas.
	Mar. 21 - 26	SEMANA DE RECESO
19	Marzo 28	Preparación salida de campo de monitoreo de la calidad del agua
20	Marzo 30	PARCIAL 2 (20%) Clases 10 – 19
	Abril 2	Salida de Campo monitoreo de la calidad del agua - Proyecto del Curso (salida opcional)
21	Abril 4	Cinética y procesos considerados en los modelos QUAL2k, HEC-RAS, QUASAR y WASP. Ejemplos. Limitaciones y ventajas de los modelos y criterios de selección.
22	Abril 6	Introducción aguas subterráneas, flujo no saturado, saturado y conceptos de contaminación de acuíferos.
23	Abril 11	Hidrología de aguas subterráneas. Ley de Darcy, suposiciones de Dupuit-Forchheimer. Aplicaciones en Ingeniería Ambiental.
24	Abril 13	Constituyentes, contaminantes y estándares de calidad del agua subterránea. Fuentes de contaminación. Lectura individual calidad aguas subterráneas
25	Abril 18	Modelación del transporte de contaminantes disueltos. ADE con adsorción. Zonas de captura.
26	Abril 20	Fundamentos de modelación de la calidad del agua en medios porosos y agua subterránea. Vertimientos instantáneos y continuos de contaminantes en el suelo.
27	Abril 25	Introducción a modelos de aguas subterráneas. MODFLOW.
28	Abril 27	Fundamentos de meteorología para modelación de la contaminación atmosférica.
29	Mayo 2	Determinantes y estándares de calidad del aire. Protocolos de monitoreo. Lectura individual dispersión de la contaminación atmosférica
30	Mayo 4	Introducción a modelos de transporte de calidad del aire. Dispersión de la contaminación atmosférica - Ejercicios
	Periodo Ex. Finales	EXAMEN FINAL (20%) Clases 1 - 27 Se realiza en la fecha del Examen Final por definir entre Noviembre 18 y Diciembre 1 Sustentaciones de Proyecto Final Se realizan a más tardar en semana 30 de noviembre a 2 de diciembre de acuerdo a cita previa

Modelación Ambiental - Contenido y Cronograma Laboratorios Computacionales y Salidas de Campo

Semana	Fecha	Tema
1	Enero 18, 20	Repaso Matlab – Lectura y escritura de datos. Operaciones matriciales, funciones de usuario y graficación.
2	Enero 25, 27	Soluciones de ecuaciones diferenciales de primer orden, simples y acopladas – método de Runge-Kutta.
3	Febrero 1, 3	Fundamentos de modelación. Balance de masa en un reactor bien mezclado.
4	Febrero 8 y 10	Análisis de datos de experimentos con trazadores. Uso de Matlab y TRAZtool
5	Febrero 15, 17	Modelación de fenómenos de transporte en ríos –ADZtool y Transporte de Solutos (ADE, TS y ADZ). – Simulación.
6	Febrero 22, 24	Calibración y Análisis de Incertidumbre de modelos de transporte de solutos (GLUE-MCAT). Modelo de Transporte de Solutos y Modelo STTOOL vs. 2.
7	Feb 29, Mar 2	Modelos de tiempo de viaje
8	Mar. 7 y 9	Modelos de transporte de organismos patógenos. ADZ-R, ADE-R
9	Mar. 14 y 16	Introducción Modelo QUAL2k
10	Mar. 21 - 26	Semana de Receso
	Mar. 28 y 30	Preparación de salida de campo – Capacitación uso de equipos
	Abril 2	Salida de campo (Sábado - opcional). Toma datos - campaña mediciones
11	Abril 4 y 6	Modelo QUAL2k – simulación de escenarios
12	Abril 11 y 13	Modelo QUAL2k – calibración
13	Abril 18 y 20	Modelos y ejercicios de aguas de subterráneas
14	Abril 25 y 27	Modelos y ejercicios de contaminación atmosférica
15	Mayo 2, 4	Monitoría y solución dudas - Modelo Proyecto Final del curso