

MODELACIÓN AMBIENTAL

ICYA 3406

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: Miércoles 10:30 am -12:00 pm

Clase Magistral Lunes - Miércoles 8:00- 9:20 am Salón – ML606
Clase Laboratorio Sec. 01 Martes 9:30 – 10:50 pm Sala – ML 108B
Clase Laboratorio Sec. 02 Jueves 14:00 – 15:20 pm Sala – ML 108B
Clase Laboratorio Sec. 03 Martes 12:30 – 13:50 pm Sala – ML 108B

Asistente docente de Laboratorio: Oscar Sebastian Galindo os.galindo754@uniandes.edu.co

Monitores: Juan David Herrera (jd.herrera2085@uniandes.edu.co) y Fabio Andrés Vanegas (fa.vanegas303@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

2 Exámenes Parciales (22% cada uno): 44% Examen Final (25%)
Laboratorios computacionales: 14% Proyecto del curso: 12% Ejercicios de clase: 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 (6%) 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 (2%) 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 dejarán lecturas evaluables en los exámenes y se plantearán ejercicios en y fuera de clase 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 los 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 los ejercicios 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 23	Introducción al curso. Importancia y utilidad de modelos de calidad del agua superficial y subterránea y de contaminación atmosférica.
2	Enero 25	Introducción al marco de modelación. Lectura individual artículos. Ejemplos de aplicación de modelos de calidad del agua en ríos. Río Bogotá, Río Magdalena, Canal del Dique, la Mojana.
3	Enero 30	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	Febrero 1	Soluciones ecuación diferencial de primer orden de un reactor bien mezclado. Métodos analíticos y numéricos de Euler, Heun y Runge-Kutta.
5	Febrero 6	Modelación de mecanismos de transporte. Advección y difusión molecular y turbulenta. Dispersión longitudinal y transversal y longitud de mezcla en ríos.
6	Febrero 8	Experimentos con trazadores en ríos. Análisis de datos, tiempo de viaje, de arribo, de pasaje, momentos temporales y su significado. Lectura individual artículos
7	Febrero 13	Modelación de mecanismos de transporte. Modelo de advección-dispersión ADE 1D, 2D y 3D.
8	Febrero 15	Modelos alternativos de transporte. Modelo TS. Reactores bien mezclados en serie CIS. Modelo de transporte ADZ.
9	Febrero 20	Calibración y comparación de modelos de transporte en ríos.
10	Febrero 22	PARCIAL 1 (22%) Clases 1 – 9
11	Febrero 27	Determinantes, estándares y protocolos de monitoreo de calidad del agua superficial. Lectura estándares de calidad, normas de vertimiento, y protocolos de monitoreo. Preparación salida de campo.
12	Marzo 1	Modelación de organismos patógenos en ríos y lagos. Tasa de decaimiento por temperatura, salinidad, radiación, sedimentación y re-suspensión. Salida de Campo monitoreo de la calidad del agua - Proyecto del Curso (Sábado Marzo 4 - opcional)
13	Marzo 6	Modelación de oxígeno disuelto en ríos y lagos. Saturación de oxígeno disuelto. Materia orgánica y Demanda bioquímica de oxígeno DBO.
14	Marzo 8	Modelación de transferencia de gases, volatilización, re-aireación. Modelo de DBO y OD en reactores bien mezclados y ríos.
15	Marzo 13	Modelación de condiciones anaerobias. Modelación de nitrógeno orgánico, amoniacal, nitritos y nitratos.
16	Marzo 15	Modelación de Fuentes distribuidas. Fotosíntesis, respiración. Notas 30%
17	Marzo 22	Problema de Eutrofización y nutrientes. Concepto de la carga de fósforo. Retiros Marzo 24

18	Marzo 27	Modelación del crecimiento de plantas.
19	Marzo 29	PARCIAL 2 (22%) Clases 11 – 18
20	Abril 3	Cinética y procesos considerados en los modelos QUAL2k, HEC-RAS, QUASAR y WASP. Ejemplos. Limitaciones y ventajas de los modelos y criterios de selección.
21	Abril 5	Introducción aguas subterráneas, flujo no saturado, saturado y conceptos de contaminación de acuíferos. Lectura individual calidad aguas subterráneas.
		SEMANA DE RECESO 10 Abril – 14 Abril
22	Abril 17	Hidrología de aguas subterráneas. Ley de Darcy, suposiciones de Dupuit-Forchheimer. Aplicaciones en Ingeniería Ambiental.
23	Abril 19	Ecuaciones de flujo y pozos de aguas subterráneas - Ejercicios
24	Abril 24	Modelación del transporte de contaminantes disueltos. ADE con adsorción. Zonas de captura.
25	Abril 2	Fundamentos de modelación de la calidad del agua en medios porosos y agua subterránea. Vertimientos instantáneos y continuos de contaminantes en el suelo.
	Abril 6	Introducción a modelos de aguas subterráneas. MODFLOW. Constituyentes, contaminantes y estándares de calidad del agua subterránea. Fuentes de contaminación.
26	Mayo 3	Fundamentos de meteorología para modelación de la contaminación atmosférica. Lectura individual dispersión de la contaminación atmosférica
27	Mayo 8	Determinantes y estándares de calidad del aire. Protocolos de monitoreo.
28	Mayo 10	Introducción a modelos de transporte de calidad del aire. Dispersión de la contaminación atmosférica – Ejercicios
	Periodo Ex. Finales	EXAMEN FINAL (25%) Clases 1 – 26. Se realiza en fecha del Examen Final definido por registro entre Mayo 15 y Mayo 30 Sustentaciones de Proyecto Final Se realizan a más tardar en la semana del 30 de mayo al 2 de junio de acuerdo a cita previa

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

Semana	Fecha	Tema
1	Enero 24 - 26	No hay Laboratorio
2	Enero 31 Febrero 2	Repaso Matlab – Graficación de datos observados y modelados de determinantes de calidad del agua.
3	Febrero 7 - 9	Fundamentos de modelación. Problema de balance de masa en un reactor bien mezclado. Soluciones de Euler, Heun, Runge-Kutta.
4	Febrero 11 Feb. 14 - 16	Salida de campo (Sábado - opcional). Experimento con trazadores Análisis de datos de experimentos con trazadores TRAZtool y MATLAB
5	Feb. 21 - 23	Modelación de fenómenos de transporte en ríos –ADZtool y Transporte de Solutos (ADE, TS y ADZ). – Simulación.
6	Feb. 28 - Marzo 2	Preparación de salida de campo – Capacitación uso de equipos
7	Marzo 4 Marzo 7 -9	Salida de campo (Sábado - opcional). Toma datos - campaña mediciones Calibración y Análisis de Incertidumbre de modelos de transporte de solutos (GLUE-MCAT). Modelo de Transporte de Solutos y Modelo STTOOL vs. 2.
8	Marzo 14 - 16	Modelos de tiempo de viaje
9	Marzo 21 - 23	Modelo QUAL2k - Introducción
10	Marzo 28 - 30	Modelo QUAL2k – Simulación de escenarios
11	Abril 4 - 6	Modelo QUAL2k – Calibración
12	Abril 11 - 13	Semana de Receso
13	Abril 18 - 20	Modelos y ejercicios de aguas de subterráneas
14	Abril 25 - 27	Solución dudas - Modelo QUAL2K Proyecto Final del curso
15	Mayo 2 – 4	Solución dudas - Modelo QUAL2K Proyecto Final del curso
16	Mayo 9 - 11	Modelos y ejercicios de contaminación atmosférica