

MODELACIÓN AMBIENTAL

ICYA 3406

Programa del Curso

Segundo Semestre de 2018

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero Oficina ML636, Tel: 3394949 Extensión 1731

la.camacho@uniandes.edu.co

Horario Atención Estudiantes: Martes 10:00 am -12:00 pm

Clase Magistral Martes y Jueves 8:00- 9:20 am Salón – ML606, SD803

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 numéricos en Matlab o Excel.
- 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. Dichos laboratorios se realizarán como parte de las clases magistrales. El curso tendrá dos salidas de campo opcionales (no obligatorias) para la toma de datos utilizados en un laboratorio de transporte de solutos y en el proyecto

del curso, en el cual se realizará un ejercicio completo de modelación de la calidad del agua 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 (20% cada uno): 40% Examen Final (25%)
Laboratorios computacionales, Ejercicios de clase y Tareas: 20% Proyecto del curso: 15%

Exámenes: contendrán ejercicios de planteamiento y/o implementación de modelos y solución de problemas mediante modelos en Matlab o Excel. 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 individuales que se desarrollarán en clase y se entregarán impresos en la clase siguiente al profesor. Después de la fecha acordada se recibirán laboratorios máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0. Para entregar cada laboratorio impreso es necesario haber asistido a clase.

Proyecto: se desarrollará en grupo de máximo 4 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 (5%), un informe final de ingeniería (8%) que incluirá una sustentación oral (2%) 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 dejarán lecturas evaluables en los exámenes y se plantearán ejercicios dentro y fuera de clase que se deben entregar, a manera de tarea individual, únicamente en las fechas indicadas, los cuales serán calificados. Después de la fecha acordada se recibirán entregas de tareas y ejercicios máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0

Material de clases: en SICUA-PLUS estarán disponibles las presentaciones de clase en formato pdf. 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 y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria del curso 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 | Agosto 9 | Introducción al curso. Problemática de la contaminación hídrica. Importancia y utilidad de modelos de calidad del agua superficial y subterránea y de contaminación atmosférica. Lectura individual artículo 1 |
| 2 | Agosto 14 | Introducción al marco de modelación. Lectura individual artículo 2. |
| 3 | Agosto 16 | 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 | Agosto 21 | Soluciones ecuación diferencial de primer orden de un reactor bien mezclado. Métodos analíticos y numéricos de Euler, Heun y Runge-Kutta. Laboratorio 1 |
| 5 | Agosto 23 | Modelación de mecanismos de transporte. Advección y difusión molecular y turbulenta. Dispersión longitudinal y transversal y longitud de mezcla en ríos. Laboratorio 2. |
| 6 | Agosto 28 | Experimentos con trazadores en ríos. Análisis de datos, tiempo de viaje, de arribo, de pasaje, momentos temporales y su significado. Lectura individual artículo 3. Laboratorio 3 - Traztool |
| 7 | Agosto 30 | Modelación de mecanismos de transporte. Modelo de advección-dispersión ADE 1D, 2D y 3D. Laboratorio 4 |
| | Sep. 1 | Salida de campo 1: experimentos con trazadores (Día Sábado – opcional) |
| 8 | Sept. 4 | Modelos alternativos de transporte. Modelo TS. |
| 9 | Sept. 6 | Reactores bien mezclados en serie CIS. Modelo de transporte de zona muerta agregada ADZ. Laboratorio 4 |
| 10 | Sept. 11 | Ejercicios de simulación de transporte de solutos en ríos. Modelos de tiempo de viaje. Laboratorio 5 |
| 11 | Sept. 13 | Calibración y comparación de modelos de transporte en ríos. Ejercicios. Laboratorio 6 |
| 12 | Sept. 18 | PARCIAL 1 (24%) Clases 1 – 11 |
| 13 | Sept. 20 | Lectura determinantes convencionales de calidad del agua, estándares de calidad, normas de vertimiento, y protocolos de monitoreo. Entrega enunciado del Proyecto del curso. Preparación salida de campo. |
| 14 | Sept 25 | Modelación de organismos patógenos en ríos y lagos. Tasa de decaimiento por temperatura, salinidad, radiación, sedimentación y re-suspensión. |
| 15 | Sept. 27 Sept. 29 | Laboratorio 7: modelación de organismos patógenos Salida de campo 2: monitoreo de la calidad del agua - Proyecto del Curso (Día Sábado - opcional) SEMANA DE RECESO 1 – 6 de Octubre |

| | | |
|----|---------------------|--|
| 16 | Oct. 9 | Modelación de oxígeno disuelto en ríos y lagos. Saturación de oxígeno disuelto. Materia orgánica y Demanda bioquímica de oxígeno DBO. |
| 17 | Oct. 11 | Modelación de transferencia de gases, volatilización, re-aireación. Modelo de DBO y OD en reactores bien mezclados y ríos. Laboratorio 8 |
| 18 | Oct. 16 | Modelación de condiciones anaerobias. Modelación de nitrógeno orgánico, amoniacal, nitritos y nitratos. Modelación de fósforo. |
| 19 | Oct. 18 | Modelación de Fuentes distribuidas. Fotosíntesis, respiración. |
| 20 | Oct. 23 | Laboratorio 9 – Introducción Q2K |
| 21 | Oct. 25 | PARCIAL 2 (24%) Clases 13 – 20 |
| 22 | Oct. 30 | Problema de Eutrofización y nutrientes. Modelación del crecimiento de plantas e introducción a modelación de cadenas alimenticias. |
| 23 | Nov. 1 | Laboratorio 10 – Simulación y calibración Q2K |
| 24 | Nov. 6 | Cinética y procesos considerados en los modelos QUAL2k, HEC-RAS, y WASP. Ejemplos. Limitaciones y ventajas de los modelos y criterios de selección. Introducción a WASP |
| 25 | Nov. 8 | Introducción aguas subterráneas, flujo no saturado, saturado y conceptos de contaminación de acuíferos. Fuentes de contaminación. Lectura individual calidad aguas subterráneas. |
| 26 | Nov. 13 | Hidrología de aguas subterráneas. Ley de Darcy, suposiciones de Dupuit-Forchheimer. Laboratorio 11 aplicaciones en Ingeniería Ambiental. |
| 27 | Nov. 15 | Ecuaciones de flujo y pozos de aguas subterráneas – Laboratorio 12 |
| 28 | Nov. 20 | Modelación del transporte de contaminantes disueltos. ADE con adsorción. Zonas de captura. Introducción a modelos de aguas subterráneas. MODFLOW. Determinantes y estándares de calidad del agua subterránea. |
| 29 | Nov. 22 | Fundamentos de meteorología para modelación de la contaminación atmosférica. Lectura individual dispersión de la contaminación atmosférica. Determinantes y estándares de calidad del aire. Protocolos de monitoreo. Introducción a modelos de transporte de calidad del aire. Dispersión de la contaminación atmosférica – Laboratorio 13. |
| | Periodo Ex. Finales | EXAMEN FINAL (25%) Clases 22 – 29. Se realiza en fecha del Examen Final definido por registro entre Nov. 26 y Dic. 11 Sustentaciones de Proyecto Final Se realizan a más tardar los días 10, 11 y 12 de Diciembre de acuerdo a cita previa |