

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental**

**ICYA 4710 MODELACIÓN EN HIDROLOGÍA**  
**Segundo Semestre de 2018**

Profesor: Mario Díaz-Granados O.

Oficina: ML776

Horario: Martes y Jueves, 2:00 a 3:20 pm. Salón: TX-603

**Objetivos:** desarrollar habilidades en modelación matemática de los diferentes procesos hidrológicos que hacen parte de hidrosistemas, mediante la revisión de protocolos de modelación, el desarrollo y uso de modelos, con perspectivas determinística, probabilística, estadística y estocástica, con inclusión de incertidumbre, procurando un contexto colombiano.

**Contenido:** El curso parte de una revisión de conceptos y procedimientos de modelación en hidrología para luego desarrollar sucesivamente varias temáticas que progresivamente van contribuyendo a la construcción de modelos lluvia – escorrentía de cuencas: (1) modelación de precipitación con base en aproximaciones conceptuales determinísticas y probabilísticas que buscan realzar conceptos físicos y fenomenológicos asociados a la lluvia; (2) relaciones suelo-planta-atmósfera (SPA) tendientes a la modelación de la trayectoria SPA, una de más importantes del agua en el ciclo hidrológico terrestre con sus componentes de hidráulica de suelos, fisiología de la vegetación y componente aerodinámico, con introducción de conceptos de ecohidrología y aproximaciones fenomenológicas mediante eventos de lluvia y tiempo seco; (3) modelación de la interceptación de lluvia por la cobertura foliar y su potencial importancia en el cierre de balances hídricos; (4) modelación de precipitación horizontal; (5) modelación de cuencas mediante aproximaciones de sistemas y funciones de transferencia, hidrogramas unitarios geomorfológicos y geomorfoclimáticos, los cuales se basan en la interpretación probabilística del tiempo de viaje del agua y su relación con las características geomorfológicas de las subcuencas; (6) modelación hidrológica lluvia - escorrentía incluyendo el modelo de balance hídrico anual de Eagleson basado en aproximaciones dinámicas - probabilísticas de los diferentes procesos hidrológicos que componen el balance suelo-agua-vegetación y que conducen a conceptos de optimalidad ecológica; (7) análisis de frecuencia de eventos hidrológicos extremos, con énfasis en análisis de incertidumbre, selección objetiva de distribuciones, y análisis de subpoblaciones, y (8) modelos de series de tiempo para pronóstico y simulación que incluye análisis estadísticos de series históricas y modelos tipo ARIMA con inclusión de estados macroclimáticos (El Niño). Se presentarán los conceptos teóricos básicos correspondientes y los modelos, los cuales en algunos casos son herramientas computacionales de dominio público, en otros disponibles para el curso, y en otros desarrolladas por los estudiantes. Se desarrollarán ejemplos y casos de estudio con información colombiana. El curso requerirá por parte de los estudiantes llevar permanentemente lecturas coordinadas de artículos y otros documentos.

**Metodología:** además de lo descrito anteriormente, las clases se dedicarán a las bases y desarrollo de los modelos, con algunas sesiones que incluyen espacios tipo taller para familiarización con algunas herramientas computacionales. Habrá tareas individuales y/o en grupo asociadas con los temas vistos.

### **Algunas referencias:**

- Arora, V., Modeling Vegetation as a Dynamic Component in Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer Schemes and Hydrological Models, *Reviews of Geophysics*, 40, 2, Mayo 2002.
- Buytaert, W., R. Céleri, B. De Bièvre, F. Cisneros, G. Wyseure, J. Deckers y R. Hofstede, Human Impact on the Hydrology of the Andean Páramos, *Earth-Science Reviews*, 79, 2006.
- Eagleson, P. S., "Climate, Soil, and Vegetation", *Water Resources Research*, Vol. 14, No. 5, Octubre 1978.
- Rodríguez-Iturbe, I., A. Porporato, F. Laio y L. Ridol (y otros autores, en diferente orden para los cuatro papers), Plants in water-controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress I. Scope and general outline, II. Probabilistic Soil Moisture Dynamics, III. Vegetation Water Stress, IV. Discussion of real cases. *Advances in Water Resources*, (24), 2001.
- Rodríguez-Iturbe, I., Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate-soil-vegetation dynamics, *Water Resources Research*, (36) Enero, 2000.
- Rodríguez-Iturbe, I. and J.B. Valdés, "The Geomorphologic Structure of Hydrologic Response," *Water Resources Research*, 15(6):1409-1420, 1979.
- Valdés, J.B., I. Rodríguez-Iturbe, and Y. Fiallo, "A Rainfall-Runoff Analysis of the Geomorphologic IUH," *Water Resources Research*, 15(6):1421-1434, 1979.
- Rodríguez-Iturbe, I., Gustavo Devoto, and J.B. Valdés, "Discharge Response Analysis and Hydrologic Similarity: The Interrelation Between the Geomorphologic IUH and the Storm Characteristics," *Water Resources Research*, 15(6):1435-1444, 1979.
- Eagleson, P. S., *Ecohydrology Darwinian expression of vegetation form and function*, Cambridge University Press, 2004.
- Rodríguez-Iturbe, I. y A. Porporato, *Ecohydrology of Water-controlled Ecosystems, Soil Moisture and Plant Dynamics*, Cambridge University Press, 2004.
- Díaz-Granados M., J. Valdés y R. Bras, "A Physically Based Flood Frequency Distribution," *Water Resources Research*, Volumen 20, No. 7, Julio 1984.
- Valdés J., M. Díaz-Granados y R. Bras, "A Derived Initial Soil Moisture Distribution in a Catchment," *Journal of Hydrology*, Octubre 1990.
- Puente, C. E., M. Bierkens, M. A. Díaz-Granados, P. E. Dick y M. M. López, "Practical Use of Stochastic Conceptual Rainfall Runoff Models," *Water Resources Research*, Octubre de 1993.

Díaz-Granados M., A.M. Díaz-Granados, M. Rivera y M. Ferrer, "El Hidrograma Unitario Instantáneo Geomorfológico Gama. Derivación y Estimación de Parámetros," XV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Cartagena, Colombia, Septiembre de 1992.

Sveinsson, O. G. B., J. D. Salas, W. L. Lane, and D. K. Frevert, Stochastic Analysis, Modeling, and Simulation (SAMS), Version 2007, User's Manual, Diciembre, 2007.

Hydrologic Engineering Center, Hydrologic Modelling System HEC-HMS, User's Manual, Version 3.4, 2009.

Wood, P. J., D. M. Hannah y J. P. Sadler, eds, Hydroecology and Ecohydrology: Past, Present and Future, John Wiley & Sons, 2007.

Eamus, D., T. Hatton, P. Cook y C. Colvin, Ecohydrology Vegetation Function, Water and Resource Mngement, CSIRO Publishing, 2006.

Gerten, D., S. Schaphoff, U. Haberlandt, W. Lucht y S. Sitch, Terrestrial vegetation and water-balance – hydrological evaluation of a dynamic global vegetation model, Journal of Hydrology, 286, pp 249-270, 2004.

Chang, M., Forest Hydrology, An Introduction to Water and Forests, CRC Press, 2003.

Kochendorfer, J. P. y J. A. Ramírez, Modeling the monthly mean soil-water balance with a statistical-dynamical ecohydrology model as coupled to a two-component canopy model, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 5, 579-648, 2008.

#### **Otras referencias:**

Dynamic Hydrology, P. Eagleson, McGrawHill, 1970.

Introduction to Hydrology, Viessman, Knapp, Lewis y Harbaugh, Intext Edu. Pub., 1977.

Handbook of Applied Hydrology, V. T. Chow, editor, McGrawHill, 1964.

Handbook of Hydrology, D. R. Maidment, editor, McGrawHill, 1992.

Hydrology, An Introduction to Hydrologic Sciences, R. Bras, Addison-Wesley, 1990.

Hydrologic Analysis and Design, R. McCuen, Prentice-Hall, 1998.

Water Resources Research, AGU

Journal of Hydrology

Journals de la ASCE.

... etc.

**Material clases:** en SICUA estarán disponibles las presentaciones de clase en Powerpoint, al igual que material adicional.

**Notas:** 2 parciales 50%, tareas 50%.