



CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN 276/20 CD

ANEXO I

Programa Curso “Modelación hidrológica subterránea”

Docente responsable: Dra. Marcela PEREZ (UNL)

Fundamentación

El agua subterránea es esencialmente un recurso oculto a los ojos del hombre y también una de las mayores reservas de agua dulce del planeta. Por lo tanto, su gestión efectiva requiere estimar tanto la respuesta del sistema acuífero a cambios naturales o inducidos por actividades antrópicas como la capacidad de predecir el flujo y el transporte de solutos en el subsuelo para cada situación particular y bajo distintos escenarios. En este sentido, la modelación hidrológica subterránea, sustentada en una correcta conceptualización del sistema acuífero, constituye una valiosa herramienta para comprender los procesos que se presentan y facilitar la prognosis de evolución de los niveles de agua en el acuífero como así también su calidad contribuyendo así a la toma de decisiones.

Objetivos

- **Conceptual.** Introducir al participante en el tema de la modelación matemática del movimiento del agua subterránea y del ruteo de partículas en el ambiente subterráneo.
- **Procedimental.** Presentar los elementos básicos para que el/la participante implemente un caso de estudio y evalúe los resultados obtenidos.
- **Actitudinal.** Discutir sobre las ventajas e inconvenientes de la utilización de esta herramienta a través de la interpretación de ejemplos de aplicación.

Contenidos del curso

Módulo 1: La modelación hidrológica subterránea como herramienta en la gestión sostenible del agua. El acuífero como sistema. Modelación matemática de acuíferos: planteamiento general, modelo conceptual, matemático y numérico. Condiciones físicas y ecuaciones básicas que rigen el movimiento del agua en un medio poroso saturado. Parámetros y variables necesarios para definir el sistema.



CORRESPONDE AL ANEXO I DE LA RESOLUCIÓN Nº 276/20 CD

Módulo 2: Métodos numéricos para la resolución de las ecuaciones de flujo. Herramientas computacionales para implementar la solución numérica de la ecuación de flujo del agua. Condiciones iniciales y condiciones de borde. Requerimientos de información e incertidumbres. Proceso de modelación. Conceptualización, Discretización, Calibración, Verificación, Simulación, Validación de los resultados.

Módulo 3: Introducción al paquete computacional Visual ModFlow. Diseño de la grilla, Ingreso de condiciones de borde. Asignación de parámetros. Importancia del almacenamiento del acuífero. Régimen permanente y transitorio. Práctica en Gabinete y análisis de resultados.

Módulo 4: Calibración del modelo. Criterios. Errores. Balance de masas. Construcción de un modelo conceptual e implementación del modelo numérico. Práctica en Gabinete. Análisis de los resultados obtenidos. Ejemplos de casos.

Módulo 5: Procesos de transporte en el ambiente subterráneo. Herramientas computacionales para implementar la solución numérica de la ecuación del transporte de solutos en el ambiente subterráneo. Ruteo de partículas. Aplicaciones y casos de estudio.

Modalidad

Presencial. El curso consta de cinco días de duración, con una carga horaria diaria de 8 h. La bibliografía y actividades serán enviadas a los/las estudiantes antes del inicio del curso.

Metodología de trabajo

Las clases son teóricas-prácticas, combinando el desarrollo de los fundamentos conceptuales con la resolución de ejercicios en cada uno de los módulos, lo que propiciará momentos de trabajo en modalidad taller y en equipo. Se instrumentarán prácticas en computadora con ejemplos guía y se promoverá el desarrollo de casos de estudio de interés de los/las participantes, analizando primero el grado de conocimiento del modelo conceptual, los datos e información disponible y las alternativas para obtener los requerimientos para lograr el modelo matemático. Se presentarán y discutirán ejemplos de aplicación que permitirán poner en evidencia la utilidad práctica del modelo matemático como herramienta de gestión.

Carga horaria

La carga horaria total es de 60 horas. Se prevé dictar 40 de ellas en forma presencial y acreditar el resto por la realización de actividades prácticas y la elaboración de un trabajo final.



CORRESPONDE AL ANEXO I DE LA RESOLUCIÓN Nº 276/20 CD

Bibliografía

- Bear, Jacob y Arnold Verruijt. 1987. Modelling Groundwater Flow and Pollution. Reidel Publishing Company. The Netherlands.
- Bedekar, Vivek, Morway, E.D., Langevin, C.D., and Tonkin, Matt, 2016. MT3D-USGS version 1: A U.S. Geological Survey release of MT3DMS updated with new and expanded transport capabilities for use with MODFLOW: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A53, 69 p., <http://dx.doi.org/10.3133/tm6A53>
- Fetter, C.W. 2001. Applied Hydrogeology. Fourth Edition. Prentice Hall. 598 pp. + CD.
- Harbaugh, A. W., 2005. MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey modular ground-water model—the Ground-Water Flow Process. Chapter 16 of Book 6. Modeling techniques, Section A. Ground Water. U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6–A16. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey.
- Kinzelbach, Wolfgang. 1986. Groundwater Modelling. An introduction with sample programs in Basic. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands.
- Langevin, C.D., Hughes, J.D., Banta, E.R., Niswonger, R.G., Panday, Sorab, and Provost, A.M., 2017. Documentation for the MODFLOW 6 Groundwater Flow Model: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 6, chap. A55, 197 p., <https://doi.org/10.3133/tm6A55>
- McDonald, M.G., & A.W. Harbaugh, 1988. A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model, Techniques of Water Resources Investigations 06-A1, United States Geological Survey.
- Pollock, D.W. 1994. User's Guide for MODPATH/MODPATH-PLOT, Version 3: A particle tracking post-processing package for MODFLOW, the U. S. Geological Survey finite-difference ground-water flow model. U. S. GEOLOGICAL SURVEY Open-File Report 94-464. Reston, Virginia.
- Pollock, D.W., 2012. User Guide for MODPATH Version 6—A Particle-Tracking Model for MODFLOW: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6–A41, 58 p.
- Todd, David K. & Larry W. Mays. 2005. Groundwater Hydrology. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. 636 pp.
- Waterloo Hydrogeologic Inc. 2005. Visual Modflow Professional Edition. User's Manual.
- Zheng, C. 1990. MT3D, a modular three-dimensional transport model. S.S. Papadopoulos & Associates, Inc., Rockville, Maryland, USA.



CORRESPONDE AL ANEXO I DE LA RESOLUCIÓN N° 276/20 CD

Métodos de evaluación

Los/las alumnos/as deberán: 1) asistir al 80% de las clases, 2) aprobar un examen integrador de los aspectos impartidos en el curso, al final del dictado del mismo y 3) presentar y defender un trabajo final al cabo de un plazo de tiempo a estipular, relacionado a alguna situación particular aplicando los conocimientos y habilidades adquiridas durante el desarrollo del curso.

Arancel

El monto a pagar por los/las estudiantes se encuentran establecidos por Resolución Decana N° 012/2020, la misma fija los montos a abonar por los/las estudiantes regulares y vocaciones de la Maestría en Recursos Hídricos.

Destinatarios

Estudiantes de la maestría en Recursos Hídricos de la UNLPam y graduados/as de carreras vinculadas con ciencias de la Tierra y el Ambiente.

Tipo de certificación

Se entregará certificado de aprobación o asistencia según corresponda.

Requerimientos

Para el dictado: cañón proyector, fibrones, pizarra. Los alumnos deberán contar con una PC o computadora portátil cada dos alumnos/as.

Presupuesto

El curso se financiará mediante el cobro de los aranceles fijados por la Resolución Decana N° 012/2020, para las distintas categorías de asistentes.

Cronograma de actividades

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Módulo 1	X				
Módulo 2	X	X			
Módulo 3		X	X		
Módulo 4			X	X	
Módulo 5				X	X
Evaluación integradora					X
Trabajo Final	Entrega a determinar (*)				

(*) Plazo máximo. Un mes desde la fecha de finalización del cursado.