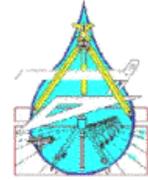




**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



PROGRAMA ANALÍTICO

Fecha de Elaboración: ENERO DE 2003
Fecha de Actualización: OCTUBRE DE 2003

I.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA MATERIA: **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

CLAVE: **RYD-432**

TIPO DE MATERIA:

DEPARTAMENTO QUE LA IMPARTE: **RIEGO Y DRENAJE**

NÚMERO DE HORAS TEORÍA: **3**

NÚMERO DE HORAS PRÁCTICA: **2**

NÚMERO DE CRÉDITOS:

CARRERA(S) EN LAS QUE SE IMPARTE: **INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

INGENIERO AGRÍCOLA AMBIENTAL

PRERREQUISITO: **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

II.- OBJETIVO GENERAL

El alumno identificará los tipos de acuíferos, sus parámetros hidrogeológicos y la hidráulica de pozos, además de prepararlo en el inicio de modelos de flujo y el transporte de contaminantes en agua subterránea.

III.- METAS EDUCACIONALES U OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificará las formaciones geológicas formadoras de acuíferos
- b) Evaluará condiciones hidrodinámicas en los acuíferos
- c) Identificará el proceso de contaminación del agua subterránea

IV.- TEMARIO

4.1. INTRODUCCIÓN

- 4.1.1. Perspectiva histórica y necesidad de Estudios de Hidrología Subterránea
- 4.1.2. Definición de Hidrogeología

4.2. LA GEOLOGÍA EN EL ESTUDIO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.2.1. Geología histórica
- 4.2.2. Geomorfología
- 4.2.3. Fisiografía
- 4.2.4. Estratigrafía
- 4.2.5. Tectónica
- 4.2.6. Características Hidrogeológicas de las formaciones
 - 4.2.6.1. Clasificación de las rocas
 - 4.2.6.2. Génesis de las rocas sedimentarias
 - 4.2.6.3. Textura y estructura de rocas sedimentarias
- 4.2.7. Tipos de acuíferos
- 4.2.8. Porosidad

- 4.2.9. Permeabilidad
- 4.2.10. Heterogeneidad y anisotropía
- 4.2.11. Tipos y conceptos hidrodinámicos
- 4.2.12. Potencialidad de un acuífero

4.3. PIEZOMETRÍA

- 4.3.1. Medición
- 4.3.2. Configuraciones de cartas piezométrica

4.4. HIDRÁULICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN FLUJO ESTABLE

- 4.4.1. Transmisividad de un acuífero
- 4.4.2. Abatimiento en un acuífero causado por un campo de bombeo
- 4.4.3. Bombeo cerca de barreras hidrogeológicas
- 4.4.4. Pozos que penetran parcialmente a un acuífero

4.5. HIDRÁULICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN FLUJO NO ESTABLE

- 4.5.1. Flujo hacia un pozo totalmente penetrante
- 4.5.2. Radio efectivo de influencia
- 4.5.3. Pozo en un acuífero semiconfinado
- 4.5.4. Pozos parcialmente penetrantes
- 4.5.5. Superposición de efectos
- 4.5.6. Flujo hacia pozos en acuíferos libres

4.6. PRUEBAS DE BOMBEO

- 4.6.1. Realización de la prueba de bombeo
- 4.6.2. Interpretación de la prueba de bombeo
 - 4.6.2.1. Métodos clásicos
 - 4.6.2.2. Método de doble porosidad
- 4.6.3. Análisis de sensibilidad de los parámetros

4.7. MODELOS DE FLUJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.7.1. El acuífero como sistema
- 4.7.2. Tipos de modelos
 - 4.7.2.1. Modelos analógicos
 - 4.7.2.2. Modelos analíticos
 - 4.7.2.3. Modelos matemáticos
- 4.7.3. Proceso de modelación
 - 4.7.3.1. Método de diferencias finitas
 - 4.7.3.2. Método del elemento finito
 - 4.7.3.3. Modelación y simulación del flujo en acuíferos de poros
 - 4.7.3.4. Modelación y simulación del flujo en acuíferos de fracturas

4.8. VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.8.1. Período relativo de atraso para acceso de contaminantes
- 4.8.2. Capacidad para retención y reacción físico-química con respecto al contaminante
- 4.8.3. Potencial general de dilución del medio hidrogeológico
- 4.8.4. Plano de índices de vulnerabilidad

4.9. DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- 4.9.1. Límites máximos permisibles de compuestos contaminantes del agua
- 4.9.2. Inventario de cargas contaminantes
- 4.9.3. Programa de monitoreo

V.- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

El Instructor expondrá frente al grupo los temas del curso encargando a los alumnos ejercicios para realizarse en horas extraclase. Se realizarán prácticas intermedias de acuerdo al desarrollo temático y consistirán en: Recorrido de campo para identificar formaciones geológicas, Medición de niveles estáticos, dinámicos y características de equipamiento de pozos.

VI.- EVALUACIÓN.

- a) Se aplicarán tres exámenes escritos con un valor total del 70 % de la calificación.
- b) Evaluación de los ejercicios extraclase 10 % de la calificación
- c) Evaluación de los reportes de las prácticas intermedias 20 % de la calificación

VII.- BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Bowles, J. E. 1982.** Propiedades geofísicas de los suelos. Mc. Graw-Hill. 490 p.
- Custodio, E. y M. R. Llamas. 1976.** Hidrología subterránea. Tomo I. E d. Omega, S. A. Barcelona España. 1167 p.
- Davis, S. N. y R. DeWiest. 1971.** Hidrogeología. Ediciones Ariel. Barcelona España. 563 p.
- Instituto de Investigaciones Eléctricas. 1983.** Manual de diseño de obras civiles. Hidrotecnia. A.1.12. Geohidrología. Comisión Federal de Electricidad. México. 131 p.
- Llopis, Ll. N. 1970.** Fundamentos de Hidrología Carstica. Editorial BLUME. España. 269 p.
- López, R. E. 1982.** Geología de México. Tomo II. 3a. Edición. Secretaría de Educación Publica. 453 p.
- McWorter, D. B. and D. K. Sunada. 1977.** Ground-Water Hydrology and Hydraulics. Ann Arbor Michigan, U.S.A. 290 p.
- Milanovic, P. T. 1981.** Karst Hydrogeology. Water Resources Publications. U.S.A. 434 p.
- Trefethen, J. M. 1979.** Geología para Ingenieros. Compañía Editorial Continental, S. A. México. 636 p.
- Walton, W. C. 1970.** Groundwater Resource Evaluation. McGraw-Hill. 664 p.
- Werner, J. 1996.** Introducción a la Hidrogeología. Facultad de Ciencias de la Tierra. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 174 p.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Anderson, M. and W. Woessner. 1992.** Applied groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport. Academic Press, Inc. San Diego. U.S.A. 381 p.
- Andreu, J. and A. Sahuquillo. 1987.** Efficient aquifer simulation in complex systems. Journal of Water Resources Planning and Management. ASCE. 113 (1): 110 - 129.
- Bear, J. and A., Verruijt. 1987.** Modeling groundwater flow and pollution. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht. The Netherlands. 414 p.

- Bredehoeft, J. and P. Hall. 1995.** Ground-Water models. Journal Ground-Water. Ground Water Publishing Company. 3 (4): 530-531.
- Chávez, A. S., Flores, N. Moyabed, E. García, J. Ríos, M. Hernandez. 1990.** Construcción de un modelo digital de simulación de flujo del acuífero de Villa de Reyes, S. L. P. 11° Congreso Nacional de Hidráulica. Tomo II. Tema 6. El agua subterránea y manejo de cuencas. p. 79-85.
- Cheema, T. J. and M. R. Islam. 1995.** A new modeling approach for predicting flow in fractured formations. Chapter 18. Groundwater Models for Resources Analysis and Management. Lewis Publishers. pp 327-357.
- Davis, J. 1986.** Statistics and data analysis in Geology. 2a. e d. John Wiley & Sons, Inc. Republic of Singapore. pp. 312 - 330.
- Doe, T. and W. H. Pedler. 1998.** The problem of fractures. Ground Water Monitoring and Remediation. Ground Water Publishing Co. pp. 74-77.
- Escolero, O. 1996.** Metodología para evaluar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación, C. N. A. México, D. F. 7 p.
- Estrela, T. and A. Sahuquillo. 1997.** Modeling the response of a karstic spring at Arteta aquifer in Spain. Journal Ground Water. Ground Water Publishing Company. 35 (1): 18 - 24.
- Foster, S. y R. Hirata. 1991.** Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas. Una metodología basada en datos existentes. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima Perú. 81 p.
- Ivankovic, T. and M. Komatina. 1976.** Hydrogeologic Estimation of Groundwater Storage connected with the Surface Water Storage. Case of the Salakovac Reservoir. Karst Hydrology and Water Resource. Volume I Part 1. Karst Hydrology. Proceeding of the U. S.- Yugoslavian Symposium, Dubrovnik, June 2-7, 1975. Water Resources Publications, USA. p. 193-206.
- Kinzelbach, W. 1989.** Groundwater modelling. An introduction with sample programs in basic. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, The Netherlands. 333 p.
- Lapcevic, P. A. and K. S. Novakowski. 1989.** The Analysis of Slug Tests Conducted in Fractured Sedimentary Rock. Paper presented at the NWWA FOCUS Conference on Eastern Regional Ground Water Issues, Kitchener, Ontario.
- McConnell, C. L. 1993.** Double Porosity Well Testing in the Fractures Carbonate Rocks of the Ozarks. Journal Ground Water. Ground Water Publishing Company. 31 (1):. 75-83.
- Prickett, T. A. and C. Lonquist. 1971.** Selected digital computer techniques for groundwater Resources evaluation. Illinois States Water Survey. Bulletin 55, 62 p.
- Sahuquillo, A. 1983.** An eigenvalue numerical technique for solving unsteady linear groundwater continuously in time. Water Resources Research. American Geophysical Union. 19 (1): 87 - 93.
- Walton, W. C. 1979.** Progress in analytical groundwater after modeling. Journal of Hydrology. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands. 43: 149-159.
- Yevjevich, V. 1976.** Advanced approaches to karst hydrology and water resources systems. Karst Hydrology and Water Resources. Volumen I. Part 2. Karst Hydrology. Proceeding of the U.S.-Yugoslavian Symposium, Dubrovnik, June 2-7, 1975. Water Resources Publications. USA. pp. 209 - 220.

IX.- PROGRAMA ELABORADO POR: DR. JAVIER DE JESÚS CORTÉS BRACHO.

X.- PROGRAMA ACTUALIZADO POR: DR. JAVIER DE JESÚS CORTÉS BRACHO.

XI.- PROGRAMA APROBADO POR LA ACADEMIA DE: HIDROLOGÍA Y AGRICULTURA DE TEMPORAL DEL DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE