



Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo
Universidad Nacional de Tucumán

Carrera de Geología

Programa Analítico

Asignatura: Hidrogeología Ambiental

Plan de estudio: 2012

Curso: 5to. Año **Régimen de cursada:** 2do. Cuatrimestre

Docente Responsable: Dr. Jorge W. García

AÑO: 2024



Contenidos Mínimos

Hidroggeoquímica. Hidrogeología Ambiental. Contaminación de acuíferos. Vulnerabilidad. Redes de Monitoreo Ambiental.

Fundamentación de la asignatura en el Plan de Estudio y su articulación horizontal y vertical

La ciencia natural que estudia el agua en la hidrósfera y los fenómenos hídricos que en ella se producen es la Hidrología. La concepción más amplia la define como la ciencia que estudia las aguas terrestres, su origen, movimiento y distribución en el planeta, sus propiedades físicas y químicas y su interacción con el medio físico, y los seres vivos. En un sentido estricto puede definirse como la ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza, sus procesos y componentes y su interacción con las actividades humanas.

La hidrogeología ambiental es el enfoque de la hidrogeología aplicado al estudio del agua subterránea, con especial énfasis en los aspectos de su susceptibilidad o circunstancia de sufrir, o haber sufrido, cambios o desequilibrios físicos y/o químicos provocados por el uso o alteraciones antrópicas.

Implica, además, la evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos (sensibilidad natural de los mismos a la contaminación) y riesgos ante cargas contaminantes específicas.

También juega un papel importante en las Evaluaciones de Impacto Ambiental - herramientas predictivas modernas adicionales al análisis económico de proyectos y también en las medidas de protección de las aguas subterráneas a fin de conservar su calidad y cantidad.

En síntesis la hidrogeología ambiental guarda una vinculación muy estrecha con el concepto de desarrollo sustentable, ya que tiende a la preservación del recurso para su uso futuro, satisfaciendo las demandas del presente.

Las acciones del hombre (la sociedad) a través de asentamientos, industrias y explotaciones agrícolas pueden producir por ejemplo, cambios físicos en el suelo y/o contaminaciones diversas en el acuífero más superficial (bacteriológicas, nitratos, hidrocarburos, metales, agroquímicos, entre otros).

Los acuíferos sometidos a sobre explotación son susceptibles de salinización y/o contaminación por inversión del gradiente hidráulico y recarga desde áreas salinas o cursos superficiales degradados.

La nula o deficiente aislación en perforaciones puede permitir ingresar aguas no deseadas (contaminadas o salinizadas) en niveles inferiores explotados.

Objetivo General

- Capacitar al estudiante en el análisis e interpretación geoquímica del ciclo hidrológico y sus relaciones con las actividades humanas.
- Capacitar al alumno para el manejo, preservación y gestión de los recursos hídricos subterráneos.



Objetivos Específicos

- Enseñar los métodos y capacitar en el uso de instrumentos requeridos para estimar y evaluar los procesos hidrogeoquímicos e hidrogeológicos que intervienen en los casos de polución y contaminación hídrica.
- Incentivar al alumno para estudiar casos de actualidad que afectan a la salud del hombre de la región, para desarrollar una formación comprometida con las necesidades de la comunidad que brinde soluciones.
- Promover y desarrollar el estudio científico y técnico, que le permita al alumno trabajar de forma idónea en equipos interdisciplinarios.
- Analice los parámetros que constituyen los análisis químicos de las aguas subterráneas.
- Con la aplicación de técnicas de monitoreo ambiental, determine las condiciones de las aguas subterráneas económicamente explotables.
- Caracterización, predicción y corrección de efectos producidos por el mal manejo del agua subterránea (descenso de niveles piezométricos por sobreexplotación y/o sobre-bombeo, salinización de suelos, salinización y/o contaminación de pozos, etc.)

Contenidos de la Asignatura

(Borrar lo que no corresponda)

Programa Teórico

- **Unidad 1-HIDROGEOLOGIA AMBIENTAL:** Definición - Relación con otras disciplinas -El agua en el mundo, en Argentina y en Tucumán -Bibliografía. **CICLO HIDROGEOQUIMICO:** -Relación con el ciclo hidrológico –Fase superficial – Fase subterránea -Análisis químicos -Iones mayoritarios, minoritarios y trazas (Trabajos Prácticos N° 1).
- **Unidad 2 -CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRANEA:** -Polución y Contaminación –Tipos -Natural ó Provocada – Puntual o Difusa - Agrícola, Ganadera, Industrial ó Doméstica –Normas de Calidad según su Uso. (Trabajo Práctico N° 2).
- **Unidad 3 –VULNERABILIDAD Y RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE ACUIFEROS:** -Vulnerabilidad -Definiciones –Metodologías –DIOS –DRASTIC – Variables en cada caso –Riesgo de Contaminación. (Trabajo Práctico N° 3).
- **Unidad 4 – CASOS DE CONTAMINACION DE AGUAS SUBTERRÁNEAS:** - Por intrusión marina -Por Nitratos –Por Arsénico –Por Flúor –Por Metales Pesados - Por bacterias –Ejemplos en Argentina (Trabajo Práctico N° 4).
- **Unidad 5- MONITOREO AMBIENTAL DEL AGUA SUBTERRANEA:** -Redes de monitoreo – Pozos de Monitoreo – Variables medibles – Aparatos o medidores – Muestreos –Muestreadores –Análisis físicos-químicos y bacteriológicos – Estudios Hidrogeológicos Ambientales -Areas de Protección –Mantenimiento de Pozos (Trabajo Práctico N° 5).

Programa Teórico-Práctico



Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Programa Práctico

- **T.P.Nº 1- CICLO HIDROGEOQUIMICO:** Representación gráfica de análisis químicos de aguas naturales, de ríos de montaña, ríos de llanura, lagunas y lagos, mares, pozos someros, pozos intermedios y pozos profundos. Clasificaciones iónicas. Análisis de la evolución química.
- **T.P.Nº 2- CONTAMINACION DEL AGUA SUBTERRÁNEA:** -Tipos –Normas de Clasificación en cada caso –Uso de diagramas físico-químicos. Análisis químicos específicos.
- **T.P.Nº 3- VULNERABILIDAD DE ACUIFEROS A LA CONTAMINACIÓN:** Métodos de cálculo – DIOS –DRASTIC –Ejemplo de Tucumán y Argentina.
- **T.P.Nº 4- CONTAMINACION DE AGUAS SUBTERRÁNEAS:** –Análisis de casos de contaminación en Tucumán y Argentina. Mapas y diagramas de cada caso.
- T.P.Nº 5 - MONITOREO AMBIENTAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA:** -Análisis de protocolos de monitoreo –Normas de Protección -Cálculos de los perímetros de protección de pozos –Construcción de un pozo freático de monitoreo

Distribución de la Carga Horaria

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICAS	30
TEÓRICA- PRÁCTICA	
PRÁCTICA	30
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	60

Metodología de Enseñanza

Consistirá en clases teóricas con exposición oral por parte de los profesores donde se explicitarán los temas de las unidades, con el apoyo de material didáctico, power point, filminas, gráficos y mapas. Debido a lo aplicado de la materia se podrá ejemplificar lo desarrollado con la resolución de ejercicios prácticos y problemas, para lograr una mejor comprensión por parte de los alumnos.

Cada tema teórico tendrá se complementará con una clase práctica, donde se realizará un trabajo práctico específico, donde el alumno resolverá ejercicios o problemas concretos sobre dicho tema, con datos aportados por los profesores, con el apoyo de bibliografía específica del tema.

Los temas teóricos y/o prácticos que tengan relevancia para el aprendizaje del alumno, podrán complementarse con salidas de campaña, para aplicar lo aprendido, realizando mediciones “insitu” o para observar tareas inherentes a nuestra disciplina.

Formas e Instancias de Evaluación



Las evaluaciones semanales versarán sobre temas teórico-prácticos desarrollados en dicho período. Dichas evaluaciones se tomarán por escrito durante las clases prácticas. Las pruebas consistirán en un cuestionario de preguntas que el alumno deberá responder por escrito. Para aprobar el práctico correspondiente el alumno deberá tener aprobado el cuestionario escrito con un 50 % como mínimo y resuelto el ejercicio correspondiente al práctico dado.

Para aprobar la materia el alumno deberá tener una asistencia y aprobación en el 70 % de los trabajos prácticos, como mínimo. Si el alumno tiene menos del 70 % de prácticos aprobados hasta un 50 %, podrá recuperar trabajos prácticos hasta alcanzar el porcentaje requerido. Si el alumno tiene menos del 50 % de prácticos aprobados quedará libre.

Si los tiene aprobados con más del 70%, regulariza la materia.

Bibliografía

- **American Water Works Association (AWWA) (1984).** Standard for Water Wells. A 100-84. Denver, CO. 75 p.
- **Campos Aranda D. F. (1992).** Procesos del Ciclo Hidrológico. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. Ed. Universitaria Potosina.
- **Castany, G. (1971).** Tratado Práctico de las Aguas Subterráneas - Ed. Omega - Barcelona España.
- **Código Alimentario Argentino (1994).** Resolución N° 494/94. Boletín Oficial N° 27.932, 1ra. Sección. Art. 982 Modificado. Normas de Potabilidad de Aguas Potables para la República Argentina. Disposiciones de la Ley N° 18284.
- **Custodio, E. y Llamas, M. R.- (1976).** Hidrología Subterránea. – Tomo I y II. Ed. Omega, Barcelona España
- **Custodio, E. y M. R. Llamas- (1983).** Hidrología Subterránea. - Tomo I y II. Ed. Omega, Barcelona España. 2ra. Edición
- **Custodio, E. y M. R. Llamas- (1996).** Hidrología Subterránea. - Tomo I y II.. Ed. Omega, Barcelona España. 2ra. Edición corregida.
- **Driscoll, Fletcher G. (1986).** Groundwater and Well. 3ra. Edit. Johnson Filtration Systems Inc. Saint Paul, Minnessota. EUA.
- **Escuder, Roser; Fraile, Joseph; Jordana, Salvador; Ribera, Fidel; Sánchez, Vila Y Vazquez Suñé, Enric. (2009).** Hidrogeología. Conceptos Básicos de Hidrología Subterránea. Editores Comisión Docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea. Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea (FCIHS). Primera Edición. Barcelona (España).
- **Foster, S. S. D. (1987).** Fundamental concepts in aquifer vulneravility, pollution risk and protection strategy. Vulneravility of soil and grandwater to pollutants. TNO/RIVM, Proceedings and information 38, The Hague 69-86.
- **Foster, S. S. D. e Hirata, R. (1991).** Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas. Una Metodología basada en Datos Existentes. CEPIS-OMS-OPS. Lima, Perú.
- **Foster, S. S. D.; Hirata, R. (1998).** Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO - PAHO/CEPIS. Lima, Perú: 1-78.
- **Johnson (1975).** El Agua Subterránea y los Pozos. 1ra. Edit. Johnson División, VOP Inc. Saint Paul, Minnessota. EEUU.
- **Johnson (1986)** 2da. Edit. (Ver Driscoll Fletcher, F.G).
- **Langelier, W. E. (1944).** Discussion of A Grafic Procedure in the Interpretation of Water Analyses; by Piper, A. M Am Geophys. Union Trans. V(25):925-927.
- **Lohman, S. (1977).** Hidráulica Subterránea. Ed. Ariel – Barcelona – España. Lhon,



- P. (1970) – Calidad del Agua para Riego – Su Clasificación. Consejo Federal de Inversiones (C.F.I.) – Plan de Aguas Subterráneas. Buenos Aires.
- **Piper, A. M (1944).** A Graphic Procedure in The Geochemical Interpretation of Water Analyses. American Geophys. Union Transactions V(25):914-923. Washington (USA).
 - **Piper, A. ; Hill, A. y Langelier, J. (1953).** Diagrama para la representación de análisis químicos de aguas. En Custodio y Llamas (1983). Hidrología Subterránea. Tomo I. 1060 pp. Madrid (España).
 - **Riverside (1954).** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. United State Soil Salinity Laboratory (USSSL). U.S. Dept. of Agriculture. Handboock 60, 160 p. USA.
 - **Rodier, J. (1981).** Análisis de las Aguas Subterráneas. Ed. Omega, Barcelona – España.
 - **Stiff, H. A. (1951).** The Interpretation of Chemical Water Analysis by Means of Patterns. Journal of Petrol. Tech. Vol. 3. N° 10. Sector 1, 2 y 3. 15 pp. Octubre.
 - **Vilela, C. R. (1970).** Hidrogeología. Public. Opera Lilloana XVIII. Fundac. e Inst. M. Lillo UNT. Tucumán.
 - **Volpez, L. (1986).** Recomendaciones Generales sobre Calidad de Agua para Consumo Humano: Aguas Subterráneas. Revista Agua. N° 33 (20-49).
 - **Wilcok, L. V. (1955).** Classification and Use of Irrigation Water. Departament of Agriculture. Circular N° 969. 19 p. USA.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- **American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) y Water Pollution Control Federation (WPCF). (1992).** Métodos normalizados para el análisis para aguas potables y residuales. Trad. del Inglés, Ed. Díaz de Santos, Barcelona, 760 p.
- **American Water Works Association (AWWA) (1984).** Standard for Water Wells. A 100-84. Denver, CO. 75 p.
- **Besuschio, S. C., Pérez Desanzo, A. C. y Crocci, M (1980).** Epidemiological Associations Between Arsenic and Cancer in Argentina. Biolog. Trace Element Res., v. 3, p. 41-55.
- **Bonel, J. y Gassi, H (1982).** Calidad del Agua para bebida en Ganado Bovino. Informe Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Marcos Juárez, Córdoba
- **Chadelle F. H. (1992).** Ground Water Microbiology And Geochemistry. Ed. John Wiley And Sons, INC (EVA).
- **Falcón, Carlos M. (2004).** Hidrogeología del Extremo Sudoriental de la Sierra de La Ramada y Llanura Adyacente, Provincias de Tucumán y Santiago Del Estero. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo - Universidad Nacional de Tucumán. Inédito
- **García, Jorge W. (2005).** Hidrogeología de la Cuenca del Río Gastona, Departamento Chicligasta, provincia de Tucumán. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo - Universidad Nacional de Tucumán. Inédito.
- **García, J.; D'Urso, C.; Falcón, C. y Rodríguez, G. (2009).** Guía de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Hidrogeología (2ra Edición), Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L.-UNT. 168 pp. San Miguel de Tucumán (Tucumán).

