

# HIDROGEOLOGIA

## Descripción de la materia:

El objetivo principal de la materia es que el alumno conozca la importancia del agua subterránea como fuente de recursos para el hombre, así como su distribución y las características hidrogeológicas del país. Se analizan los parámetros del ciclo hidrológico para comprender su validez y utilidad en el balance hídrico de una cuenca.

Con la aplicación de técnicas de exploración geológica y geofísica, se plantea la búsqueda de reservorios del subsuelo para el almacenamiento del agua subterránea económicamente explotable.

A través del empleo de los diferentes métodos de perforación y control geológico de pozos se determinará el diseño adecuado de terminación de pozos para la explotación de aguas y la determinación de las características hidráulicas del acuífero.

Con el empleo de técnicas de manejo y conservación se explicitarán metodologías para realizar una explotación racional y sostenida del recurso subterráneo.

## Integrantes de la cátedra:

**Profesor Adjunto (DE):** Dr. Jorge García.

**Jefe de Trabajos Prácticos (DE):** Geólogo Carlos D'Urso.

**Programa de Formación Profesional:** Ing. Rocío Portocarrero-INTA. (Pasante).

Geol. Patricia Grimaldi-SAT S.A.(Pasante).

## Programa de estudio:

### Hidrogeología

- 1. HIDROGEOLOGIA:** Definición - Historia de la Hidrogeología - Relación con otras disciplinas - El agua en el mundo -Bibliografía.
- 2. CICLO HIDROLOGICO:** Precipitación - Esguerrimiento - Infiltración Evapotranspiración -Balance Hídrico -El agua en el Ciclo Hidrológico.
- 3. ORIGEN Y CLASIFICACION DEL AGUA SUBTERRANEA:** Teorías-Infiltración directa de precipitación -Infiltración de corrientes superficiales - Distribución del agua en el subsuelo -Zona de aireación - Zona de saturación -Acuíferos.

4. **TIPOLOGIA DE ACUIFEROS:** Características – Determinación – Acuíferos Libres - Acuíferos Semi-confinados - Acuíferos Confinados – Acuíferos Intergranulares. -Acuíferos por Disolución. -Acuíferos por Fracturación. - Áreas de recarga- Áreas de conducción - Áreas de descarga - Superficie piezométrica - Líneas de Flujo.
5. **SEDIMENTOS COMO ACUIFEROS:** - Propiedades -Porosidad –Permeabilidad - Ley de Darcy -Transmisividad –Coeficiente de Almacenamiento -Análisis granulométrico -Curva acumulativa -Cálculo de filtros y de prefiltros de grava.
6. **ROCAS COMPACTAS COMO ACUIFEROS:** - Rocas Sedimentarias - Calizas y Dolomías como Acuíferos - Hidrogeología Kárstica.– Rocas Ígneas – Rocas Metamórficas - Grietas - Fracturas.
7. **EXPLORACION DE AGUAS SUBTERRANEAS:** Métodos Geológicos - Geomorfológicos – Climáticos - Hidrogeológicos - Prospección Hidrogeológica - Mapeo Hidrogeológico – Métodos Geofísicos - Prospección superficial - Gravimetría - Magnetometría - Sísmica de Refracción y de Reflexión.
8. **PROSPECCIÓN GEOELECTRICA** -Instrumental – Dispositivos - Schlumberger – Wenner - Sondeo eléctricos verticales – Calicatas -Trabajo de campo - Interpretación.
9. **CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEAS:** Antecedentes históricos - Manantiales -Pozos cavados - Galerías Filtrantes - Drenes - - Pozos Radiales - Métodos de perforación a Percusión - Método a Rotación - Equipos - Herramientas - Circulación Directa e Inversa - Inyección – Aire.
10. **PERFILAJE ELECTRICO DE POZOS:** Equipos – Tipos de Sondas – Resistividad – Potencial Espontáneo – Rayos Gamma - Interpretación - Otros perfilajes.
11. **DISEÑO DE POZOS:** Entubación. - Cañerías - Diámetros - Espesor – Filtros –Tipos - Cálculo de Filtros y Engravado - Cementación - Limpieza de pozos -Desarrollo de pozos - Estimulación de pozos. Corrosión de cañerías - Tipos - Rehabilitación de pozos.
12. **BOMBAS:** Clasificación - Principios - Pistón – Eyector - Rotativas - Centrífuga de eje vertical - Electrosumergible - Curvas características – Equipos de Bombeo.

13. **HIDRAULICA SUBTERRÁNEA:** Conceptos generales - Niveles de agua - Estático Dinámico - Depresión - Caudal específico - Aforos de pozos - Tipos. - ENSAYOS DE BOMBEO: Preparación de un ensayo - Tipos de ensayo - Planillas Duración Caudal constante -Caudal variable - Recuperación THEIS.
14. **HIDROGEOQUIMICA** - Características Físicas - Químicas - Biológicas – Uso Humano - Potabilidad – Código Alimentario Argentino - Uso Agrícola - Uso Ganadero – Uso Industrial.
15. **HIDROGEOLOGIA AMBIENTAL:** Contaminación de Acuíferos -Tipos – Muestreo - Parámetros – Casos: HACRE, Nitratos, Salinidad, Metales, etc - Intrusión Marina - Vulnerabilidad y Riesgo de Contaminación de Acuíferos – Métodos de evaluación - Redes de Monitoreo - Áreas de protección – Impacto Ambiental.
16. **AGUAS TERMOMINERALES:** Clasificación - Origen - Gradiente geotérmico - Características hidrogeológicas - Composición de las aguas minerales y termales - Áreas geotérmicas en Tucumán, Argentina y el Mundo - Energía geotérmica.
17. **HIDROGEOLOGÍA SUSTENTABLE:** Gestión de Recursos Hídricos. - Explotación de Aguas Subterráneas – Demanda - Abastecimiento de agua potable a poblaciones – Riego de cultivos - Abrevado de ganado – Hidrogeología y Ordenamiento Territorial - Sobre-explotación y sobre-bombeo – Recarga Artificial. – Legislación hídrica – Ley de Irrigación Provincial.
18. **HIDROGEOLOGIA REGIONAL ARGENTINA:** Provincias Hidrogeológicas Argentinas - Cuencas Artesianas y Termales - Hidrogeología de Tucumán.

### Programa de trabajos prácticos

- T.P.Nº 1. **PRECIPITACION:** Representación gráfica de la distribución anual de lluvias Cálculo de la altura media de una lámina de agua.
- T.P.Nº 2. **EVAPOTRANSPIRACION:** Cálculo de la evapotranspiración y resolución del balance hidrológico.
- T.P.Nº 3. **ESCURRIMIENTO:** Escurrimiento fluvial. Cálculos de aforo de ríos.
- T.P.Nº 4. **MAPAS EQUIPOTENCIALES-PARAMETROS HIDROGEOLOGICOS:** Acuíferos freáticos confinados y semiconfinados. Nivel estático. Líneas

de flujo. Ubicación de zonas de recarga y descarga. Capas influentes y efluentes.

- T.P.º 5. **GEOELECTRICA:** Sondeos Eléctricos verticales. Métodos de exploración hidrogeológica.
- T.P.º 6. **PERFORACION DE POZOS:** Métodos de percusión y rotación. Diagrama de avance - Registro del perforista.
- T.P.º 7. **VISITA** a una perforación en ejecución.
- T.P.º 8. **REGISTRO ELECTRICO:** Potencial Espontáneo, Resistividad, Gamma.
- T.P.º 9. **DISEÑO DE UN POZO:** Funciones y tipos de filtros. Criterios para su selección. Relleno de gravas.
- T.P.º 10. **RELLENO DE GRAVAS O PREFILTROS:** Colocación. Desarrollo de pozos.
- T.P.º 11. **DISEÑO DE EQUIPOS DE BOMBEO:** Elección de la bomba. Tablas.
- T.P.º 12. **HIDRAULICA DE POZOS:** Cálculos hidráulicos. Ensayos de bombeo. Método de equilibrio. Fórmula de THIEM, Método de no Equilibrio: Fórmula de THEIS.
- T.P.º 13. **METODO DE NO EQUILIBRIO:** Fórmula de JACOB, Fórmula de recuperación de THEIS.
- T.P.º 14. **HIDROQUIMICA:** Conversiones. Interpretación de los análisis químicos. Diagramas. Potabilidad.
- T.P.º 15. **HIDROQUIMICA:** Clasificación de las aguas de acuerdo a su uso, humano, agrícola y ganadero.
- T.P.º 16. **MAPAS HIDROGEOLOGICOS:** Interpretación. Perfiles hidrogeológicos, análisis de una cuenca (Extraídas de los seminarios de hidrogeología de la Facultad de Cs. Naturales e I.M.Lillo).
- T.P.º 17. **PROVINCIAS HIDROGEOLOGICAS ARGENTINAS:** Hidrogeología de Tucumán y del Noroeste Argentino.

**T.P.Nº 18. CAMPAÑA ANUAL:** Visita a las áreas geotérmicas. Lugar: Tacro-Ralo - Rosario de la Frontera Termas de Río Hondo. Tomas de muestras de agua, medición de temperaturas.

## **BIBLIOGRAFIA HIDROGEOLOGICA**

- 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.
- ASTIER, J. L. (1975). Geofísica Aplicada a la Hidrogeología. Ed. Paraninfo – Madrid España.
- BENÍTEZ, ALBERTO. (1972). Captación de Aguas Subterráneas. Ed. Dossat –2da. Edic. revisada y aumentada. Madrid España.
- 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
- 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.
- CASTANY, G. (1975). Prospección y Explotación de las Aguas Subterráneas - Ed. Omega Barcelona - España.
- CHADELLE F. H. (1992). Ground Water Microbiology And Geochemistry. Ed. John Wiley And Sons, INC (EVA).
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO (1994). Resolución Nº 494/94. Boletín Oficial Nº 27.932, 1ra. Sección. Art. 982 Modificado. Normas de Potabilidad de Aguas Potables para la República Argentina. Disposiciones de la Ley Nº 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.
- DAVIS, S. N. Y DE WIEST, R. (1971). Hidrogeología. Ed. Ariel, Barcelona – España.

DA COSTA, JOSÉ A. Y FALCÓN MORENO, EDUARDO (1966). Manual de Métodos Cuantitativos en el Estudio de Aguas Subterráneas. Centro Regional de Ayuda Técnica (CRAT-México) y Agencia para el Desarrollo Internacional (AID-EEUU). 2da. Edición.

DRISCOLL, FLETCHER G. (1986). Groundwater and Well. 3ra. Edit. Johnson Filtration Systems Inc. Saint Paul, Minnessota. EUA.

ESCUADER, 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).

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

FOSTER, S. S. D. (1987). Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. Vulnerability 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.

GARCIA, 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).

GATTI, LUIS A. (1981). Los Aprovechamientos Hidráulicos. Ed. Universitaria de Bs. As. Argentina.

GIBSON, ULRIC. (1974). Manual de los Pozos Pequeños. Ed. Limusa – Mexico.

GRIFFITHS D. H. Y KING R. F. (1972). Geofísica Aplicada para Ingenieros y Geólogos. Ed. Paraninfo, Madrid – España.

HICKS, TYLER G. (1985). Bombas, Su Selección y Aplicación. CIA Editorial Continental S.A. de C.V. México.

HILL, R. A. (1940). Geochemical Patterns in Coachella Valley, California. American Geophys. Union Trans. V(21):46-49. Washington (USA).

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. Boletín Geológico y Minero – Revista de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Inst. Tecnol. Geominero de España-CFI-UNESCO- Revista Bimestral.

- 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).
- KALENOV, E. N. (1974). (Traduc. de González Montero, J.). Interpretación de Curvas de Sondeos Eléctricos Verticales. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Obras Públicas. Madrid (España). ISSN 84-500-6328-0
- KONZEWITSCH, N. (1967). Estudio de las Clasificaciones Propuestas para Aguas Naturales según su Composición Química. Empresa Agua y Energía Eléctrica, Secretaría de Estado de Energía y Minería. División Recursos Hídricos. Buenos Aires, pp. 108.
- KRAUSCOPF, K. B. (1983). Introduction of Geochemistry. 2º Ed. MacGraw Hill, Inc. Langelier, W. E. y Ludwig, H. F. (1942) – Grafical Methods for Indicating the Mineral Character of Natural Water. American Water Works Assoc. Jour. V(34):335-352.
- LANGELIER, W. E. (1944). Discussion of A Graphic Procedure in the Interpretation of Water Analyses; by Piper, A. M. Am Geophys. Union Trans. V(25):925-927.
- LINSLEY, RAY. (1977). Hidrología para Ingenieros. 2da Edición. Ed. McGraw-Hill Latinoamericana, Bogotá – Colombia.
- 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.
- LUJÁN, J.C. (1997). Informe sobre la contaminación de algunos puntos críticos del río Salí y sus tributarios y su relación con los efluentes industriales líquidos (comparación entre 1991-95 y 1997). Inf. Técnico Int. SI.PRO.SA., Dirección Gral. de Saneamiento Ambiental, S. M de Tucumán, 6 p.
- PARASNIS D. S. (1970). Principios de Geofísica Aplicada - Ed. Paraninfo, Madrid – España.
- PIMIENTA, JEAN. (1973). La Captación de Aguas Subterráneas. Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona – España.
- 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).
- RABSIUM, SIMÓN. (1960). Introducción a la Hidrología de Tucumán. Publicac. Fac. Cs. Exac. Y Tecnol.- UNT. Tucumán – Argentina.
- 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.

- RUIZ HUIDOBRO, O. Y SOSIC, M. (1980). Aguas Subterráneas de la República Argentina. II° Simposio Geol. Reg. Arg. T (II):1641- 1691. Córdoba.
- SCHOELLER, H. (1955). Geochemie des Eaux Souterraines. Revue de L`Institute Francais du Petrol. V(10):230-244.
- SMEDLEY, P. L., EDMUNDS, W. M Y PELIG-BA, K. B. (1996). Mobility of arsenic in groundwater in the Obuasi gold-mining area of Ghana: some implications for human health. En: J.D. Appleton, R. Fuge y G.J.H. McCall (Eds), Environmental Geochemistry and Health, Geological Society Sp. Publication N° 113:163-181.
- SMEDLEY, P. L., NICOLLI, H. B.; BARROS, A.J. Y TULLIO, J.O. (1998). Origin and mobility of arsenic in groundwater from the Pampean Plain, Argentina. Proceedings 9° Symp. on Water-Rock Interaction, Taupo, N. Zealand. E.B. Arehart y J.R. Hulston (eds.); A.A. Balkema, Rotterdam, p. 275-278.
- SMITH, A. H., HOPENHAYN-RICH, H., BATES, MN.; GOEDEN, H.M; HERTZ-PICCIOTO, I.; DUGGAN, H.M; WOOD, R. ; KOSNET, MJ. Y SMITH, V. (1992). Cancer risks from arsenic in drinking water. Environ. Health Perspect., v. 97, p. 259-267.
- 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.
- STAPPENBECK, R. (1914). Reseña Hidrogeológica de la Parte Meridional de la Provincia de Tucumán. Bol. del Min. de Agricultura de la Nación N° 17, pág. 430 - 434. Bs. As.
- STAPPENBECK, R. (1915). Las Aguas Subterráneas del Sur de la Provincia de Tucumán. Informe Oficial Biblioteca Casa de Gobierno Tucumán. N° 17 (publicación especial. 22 - 9)
- STAPPENBECK (1921). Estudios Geológicos e Hidrogeológicos en la Zona Subandina de la Provincia de Salta y Tucumán.
- STAPPENBECK. (1926). Geología y Aguas Subterráneas de la Pampa, Argentina. Public. Orig. Stuttgart (Alemania), Traduc. por T. O'Connor y Public. por Edic. PANGEA en 1969, Córdoba (Argentina).
- TINEO, A. (1983). La Geología de las Sierras de Ancasti. Capitulo de Hidrogeología.
- TINEO, A., ET AL. (1984). Hidrogeología. Libro Geología de Tucumán. Publicación Especial Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. Primera Edición.
- TINEO, A.; FALCÓN, C.; GARCÍA, J.; D'URSO, C.; GALINDO, G. Y RODRÍGUEZ, G., (1999). Hidrogeología de la Provincia de Tucumán. Relatorio, XIV Congreso Geológico Argentino. Geología del Noroeste, Tomo (II): 37 - 47.
- TINEO, A.; FALCÓN, C.; GARCÍA, J.; D'URSO, C.; GALINDO, G. Y RODRÍGUEZ, G. (1999). Hidrogeología. Libro Geología de Tucumán. Publicación Especial Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. Segunda Edición.
- TINEO, A.; GARCÍA, J.; FALCÓN, C.; D'URSO, C., RODRÍGUEZ, G. Y GALINDO, G., (1999). Hidrogeología de la Provincia de Catamarca. Relatorio, XIV Congreso Geológico Argentino. Geología del Noroeste, Tomo (II): 48 - 64.

- TINEO, A.; GARCÍA, J.; D'URSO, C.; FALCÓN, C. Y RODRÍGUEZ, G. (2001). Guía de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Hidrogeología (1ra Edición), Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L.-UNT. 168 pp. San Miguel de Tucumán (Tucumán).
- TODD, D. K. (1973). Hidrogeología. (Agua Subterránea). Ed. Paraninfo. Madrid - España.
- TORRES BRUCHMMAN, E. A. (1977). Evapotranspiración. F. A. Z. U. N. T. Serie Didáctica N° 45. Tucumán.
- TORRES BRUCHMMAN, E. A. (1978). Clasificación climática de Köppen y Thornthwaite. Serie Didáctica N° 48. Facultad de Agronomía y Zootecnia. U. N. T. Tucumán. 1978.
- UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (1982). Maximum contaminant levels (subpart B of part 141, National interim primary drinking-water regulations). U.S. Code of Federal Regulations, Title 40, Part 100 to 149, Revised as of July 1, 1982, p. 315-318.
- UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (1993A) - Subsurface Characterization and Monitoring Techniques. A Desk Reference Guide Volume I: Solids and Ground Water, Appendices A and B. EPA/625/R-93/003a.
- UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (1993B). Subsurface Characterization and Monitoring Techniques. A Desk Reference Guide Volume II: The Vadose Zone, Field Screening and Analytical Methods, Appendices C and D. EPA/625/R-93/003 b.
- UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (1999). Current Drinking Water Standards, National Primary and Secondary Drinking Water Regulations. EPA, Office of Ground Water and Drinking Water, 9 p.
- UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY (USGS) (1979). Methods for determination of inorganic substances in water and fluvial sediments. En: MW. Skougstad, MJ. Fishman, L.C. Friedman, D.E. Erdmann, y S.S. Duncan (eds.), U.S. Geol. Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 5, chapter A1, 626 p.
- VARGAS A., VICENTE. (1976). Técnicas y Análisis de Pozos Profundos y Aguas Subterráneas. Ed. Limusa. México.
- VILELA, C. R. (1970). Hidrogeología. Public. Opera Lilloana XVIII. Fundac. e Inst. M. Lillo UNT. Tucumán.
- VILLANUEVA MARTÍNEZ, MANUEL E IGLESIAS LÓPEZ, ALFREDO (1982). Pozos y Acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo Instituto Geológico y Minero de España (ITGME).
- 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.
- WATER REUSE. (1984). Selected reports on water reuse in urban and rural areas.
- WEBER, WALTER J. (1979). Control de la Calidad de Agua. Procesos Físicos – Químicos Ed. Reverte S.A. España.

WOOD, W. W. (1976). Guidelines for collection and field analysis of groundwater samples for selected unstable constituents. U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, Book 1, chapter D 2, 24 p.

WORLD HEALTH ORGANISATION (W.H.O.) (1981). Environmental Health Criteria 18: Arsenic. World Health Organisation, Geneva.

WORLD HEALTH ORGANISATION (W.H.O.) (1993). Guidelines for drinking-water quality. Volume I: Recommendations. Second edition, World Health Organisation, Geneva.

WOOD, W. W. (1976). Guidelines for collection and field analysis of groundwater samples for selected unstable constituents. U. S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, Book 1, chapter D 2, 24 p.

### Videos disponibles

- El Agua Subterránea. (Alcaraz y Estévez. IGME-España).
- El Ciclo del Agua. (Anónimo) You Tube.
- El Ciclo Hidrológico. (Anónimo) You Tube.
- El Viaje del Agua (BBC-Londres) [tomyrac][tripilandia].
- Drilling a well - Part 1, 2 y 3 (Legends Inc.) You Tube.
- Perforación de pozos (Anónimo) You Tube.
- Tareas en Pozos (García, D`Urso, Falcón; Cátedra de Hidrogeología).

### Revistas científicas

- *Journal de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH)*.
- *Revista Latinoamericana de Hidrogeología (ALSHUD)*.
- *Boletín Geológico y Minero de España (IGME)*.
- *Revista Mexicana de Geoenergía: Geotermia (CFE-México)*.

### Actas de congresos científicos

- Congresos Argentinos de Hidrogeología: Iº, IIº, IIIº, IVº, Vº y VIº de Bahía Blanca (Bs. As.)-1999, Santa Fé-2003, Río Cuarto (Córdoba)-2005, Paraná (Entre Ríos)-2007 y Santa Rosa (La Pampa)-2009 respectivamente.
- Seminarios Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de Hidrología Subterránea (ALHSUD): Iº, IIº, IIIº y IVº, de Santa Fé-2003, Río Cuarto (Córdoba)-2005, Paraná (Entre Ríos)-2007 y Asunción (Paraguay)-2009 respectivamente.
- Seminarios Hispano-Argentinos de Hidrología Subterránea. IIº de Tucumán, 1995.
- Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea (ALHSUD): IIº, IIIº y IVº, de Santiago de Chile- 1994, San Luis de Potosí (México)-1996 y Montevideo (Uruguay)-1998.
- Conferencia Latinoamericana de Hidrogeología Urbana: Iº y IIº de Cochabamba (Bolivia)-1987 y de Bs. Aires (Argentina)-1989.

- Simposio Internacional sobre Desarrollo y Explotación de Recursos **Geotérmicos**: I° en Cuernava-Morelos (México)-1987.
- Congresos Nacionales del Agua (CONAGUA): XIV° de Córdoba (1990).
- Congresos Geológicos Argentinos: IX°, X°, XII°, XIII° y XV°, de Bariloche (R. Negro)-1984, Tucumán-1987, Mendoza-1993, Buenos Aires-1995 y El Calafate (S. Cruz)-2002, respectivamente. Los congresos geológicos recientes se encuentran en soporte técnico (CD): XVI° La Plata (Bs. As.)-2005 y XVII° de Jujuy-2008.
- Congresos Geológicos Chilenos: IV°, V°, VI° y VIII°, de Antofagasta-1985, Santiago-1988, Viña del Mar-1991 y Antofagasta-1997.
- Congresos Geológicos Bolivianos: XII°, de Tarija-1996.
- Congresos Latinoamericano de Geología: II°, V°, VI° y X° de Caracas (Venezuela)-1976, Buenos Aires (Argentina)-1982, Bogotá (Colombia)-1985 y Buenos Aires (Argentina)-1998 respectivamente.
- Congresos Iberoamericano de Geología Económica: II° de Buenos Aires (Argentina)-1975.
- Reunión Argentina de Sedimentología: IV° de La Plata (Buenos Aires)-1992.
- I° a IX° Jornadas de Comunicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la UNT. S. M. de Tucumán- 1993 a 2009

### Conexiones a Internet recomendados

- Asociación Geológica Argentina (A.G.A.): ([www.geologica.org.ar](http://www.geologica.org.ar))
- Asociación Internacional de Hidrogeólogos: ([www.aih.org](http://www.aih.org))
- Biblioteca Electrónica de Ciencia y Técnica. ([www.secyt.gov.ar](http://www.secyt.gov.ar))
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS): ([www.cepis.ops.oms.org](http://www.cepis.ops.oms.org))
- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET): ([www.conicet.gov.ar](http://www.conicet.gov.ar))
- Geo Science World (GWS): ([www.geoscienceworld.org](http://www.geoscienceworld.org))
- HidroRed: ([www.tierra.rediris.es/hidrored/iberamreda/index.html](http://www.tierra.rediris.es/hidrored/iberamreda/index.html))
- Instituto Superior de Correlación Geológica: ([www.unt.edu.ar/fcsnat/insugeo](http://www.unt.edu.ar/fcsnat/insugeo))
- Instituto Nacional del Agua (I.N.A.): ([www.ina.gov.ar](http://www.ina.gov.ar))
- Instituto Argentino del Petróleo y el Gas (I.A.P.G.): ([www.iapg.org.ar](http://www.iapg.org.ar))
- Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.): ([www.ign.gov.ar](http://www.ign.gov.ar))
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.): ([www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar))
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM): ([www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar))
- Instituto Geológico y Minero-España I.G.M.E.):([www.igme.es/internet/principal.asp](http://www.igme.es/internet/principal.asp))
- Organización Mundial de la Salud (O.M.S.): ([www.who.int/en](http://www.who.int/en))
- Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.):([www.paho.org/default-spa.htm](http://www.paho.org/default-spa.htm))
- Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO para América Latina y El Caribe. ([www.unesco.org/uy/phi/index1.htm](http://www.unesco.org/uy/phi/index1.htm)).
- Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR): ([www.segemar.gov.ar](http://www.segemar.gov.ar))
- United State Geological Survey (U.S.G.S): ([www.usgs.gov/index.html](http://www.usgs.gov/index.html))

- United State Enviromental Protection Agency (U.S.E.P.A.): ([www.epa.gov](http://www.epa.gov))