

# MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

## AGUAS CONTINENTALES – CURSO 2012



### Parte I: Hidrología e inundaciones. (12hs)

El ciclo hidrológico. Dinámica fluvial y ambientes fluviales. Grandes sistemas fluviales de Argentina. Inundaciones: causas y efectos (aspectos geológicos y climáticos). Medidas de prevención y mitigación de inundaciones.

### Parte II: Hidrogeología y contaminación de acuíferos. (12hs)

Nociones básicas de Hidrogeología. Degradación y contaminación natural y antrópica de acuíferos. Grandes regiones hidrogeológicas de Argentina: Estado de situación de los acuíferos.

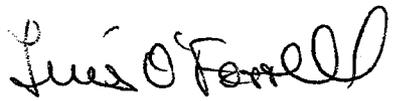
### Parte III: Limnología. (12hs)

Propiedades del medio acuático. Clasificación de ecosistemas lóticos y lénticos. Comunidades acuáticas. Orígenes de los lagos. Ontogenia en sistemas acuáticos; eutrofización. Medidas de bioremediación, y cascadas tróficas. Efectos antrópicos sobre los ecosistemas de agua dulce.

Restan 4hs para tomar examen.

  
DANIEL BARGAS

  
IRINA IZAGUIRRE

  
INES O'FARRELL

  
Gisela Colindo



## PROGRAMA ANALITICO

### Parte I: Hidrología

Dr. Daniel Barrera

1. Ciclo Hidrológico: procesos físicos involucrados; representación gráfica del ciclo y del sistema físico en la interfase suelo-atmósfera; repartición del agua de lluvia durante una tormenta. Concepto de cuenca hídrica; su delimitación. Concepto de red de drenaje; relación del cauce con la capa freática: cauces permanentes, intermitentes y efímeros. Sistemas hidrográficos y principales cuencas en Argentina. Ecuación general del balance hidrológico de una cuenca. Concepto de caudal y de hidrograma. Año hidrológico. Concepto de cuenca activa. Disponibilidad hídrica en el país. Relación entre el régimen hidrológico y los regímenes pluviométrico y térmico.
2. Precipitación. Nociones sobre nubes estratiformes y cumuliformes y de la variabilidad temporal y espacial de la precipitación asociada. Medición in situ y mediante sensores remotos. Estimación de la lámina media precipitada sobre una cuenca. Conceptos sobre evaporación y evapotranspiración real y potencial; medición de la evaporación y la evapotranspiración; factores intervinientes en la evaporación: fórmula de Penman.
3. Infiltración; almacenamiento de humedad del suelo; percolación. Perfil del suelo según su contenido acuoso. Fuerzas actuantes sobre el agua del suelo: gravedad, tensión mátrica y presión osmótica. Escurrimiento. Conformación de los flujos superficial, subsuperficial y subterráneo. Componentes del hidrograma de tormenta; Separación de flujos: su utilidad en el diseño de obras de ingeniería y estudios ambientales. Medición y estimación del caudal; fórmula de Manning. Nociones sobre modelos matemáticos hidrológicos y sus aplicaciones.
4. Inundaciones: causas y efectos. Aspectos climáticos de las inundaciones. Variabilidad climática y su relación con los extremos hídricos. Aumento de la precipitación media en Argentina y su relación con la frecuencia y magnitud de las tormentas extremas. Crecidas repentinas debido a tormentas extremas. Aspectos geológicos de las inundaciones. Textura y estructura de los suelos y su relación con la infiltración, la percolación y los escurrimientos superficial y subsuperficial. Relación entre la compactación de los suelos y su permeabilidad. La pendiente topográfica y su relación con los tiempos de concentración y de retardo. El valle de inundación.
5. Medidas de prevención y mitigación de inundaciones. Nivel de riesgo aceptado versus costo económico de las medidas. Medidas estructurales. Manejo de embalses para control de inundaciones. Murallas de contención en zonas urbanizadas. Infraestructura para retención local de los excesos hídricos en zonas rurales y urbanas; su influencia en la modificación del hidrograma de crecida. Azoteas verdes. Pisos que permiten la infiltración. Construcción sin ocupación del suelo. Canalizaciones. Medidas no estructurales. Tasas por drenaje pluvial. Mapas de riesgo de inundaciones. Reglamentación del uso del suelo; relación de la vegetación con el escurrimiento superficial y la erosión hídrica. Sistemas de alerta y pronóstico hidrológicos basados en modelos de lluvia-escorrentía.

### BIBLIOGRAFIA

Bedient, Philip B. Y Huber, Wayne C.: "Hydrology and floodplain analysis". Addison-Wesley, 1988.

Bertoni, Juan C.: "Inundaciones urbanas en Argentina". Universidad Nacional de Córdoba, 2004.

13

Chow, Ven Te, Maidment, David y Mays, Larry: "Hidrología aplicada". McGraw Hill Interamericana, 1994.

Hillel, Daniel: "Soil and water". Academic Press, 1971.

Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (Sec. De Recursos Naturales y Ambiente Humano) y Programa Hidrológico Internacional (UNESCO): "Balance Hídrico de la República Argentina". Publicación del INCyTH, 1994.

International Association of Hydrological Sciences: "Regional Hydrological Impacts of Climate Change – Impact Assessment and Decision Making". IAHS Publication 295, 2005.

Linsley, Kohler y Paulus: "Hidrología para ingenieros". Mc Graw Hill, 1977.

Organización Meteorológica Mundial: "Guía de prácticas hidrológicas". Publicación OMM 168. 1994.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Daniel Hillel", written in a cursive style.



## Parte II: Hidrogeología

Dra. Griselda Galindo

1. Introducción general. Importancia de las aguas subterráneas. Distribución del agua en el planeta. Su relación con las otras ciencias.
2. El agua en el subsuelo. Las aguas subterráneas según su origen. Clasificación. Disposición del agua en el subsuelo; características hidráulicas de las zonas. La zona no saturada y la zona saturada. Función de los suelos, su comportamiento como filtro natural ante la contaminación. Parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas (porosidad total y efectiva, retención específica, permeabilidad y transmisividad).
3. Propiedades del medio (anisotropía y heterogeneidad). Flujo laminar en medio poroso; Ley de Darcy (rango de validez).
4. Definición de unidades hidrogeológicas (acuifero, acuitardo, acuícludo, acuífugo). Tipos de acuíferos de acuerdo a su presión hidrostática respecto a la atmosférica. Procesos de contaminación natural y artificial. Comportamiento de los contaminantes más comunes (NO<sub>3</sub>, agroquímicos, metales, hidrocarburos). Propagación de las plumas de contaminación; relación entre el agua superficial y la subterránea (ríos influentes y efluentes). Determinación de las áreas de recarga, circulación y descarga. Protección del agua subterránea frente a la contaminación y el agotamiento. Monitoreo. Vulnerabilidad y ejemplos de remediación de acuíferos.
5. Regiones hidrogeológicas de Argentina.
6. Incidencia del agua subterránea en los procesos de inundación; ejemplos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Appelo, C.A.J. y Postma, D. 1993. Geochemistry, groundwater and pollution. Ed. Balkema.
- Base de Referencia para los Suelos del Mundo. FAO/UNESCO, 1998. World Reference Base for Soil Resources.
- Basterrechea, Manuel, Axel Dourojeanni, Luis E. García, Juan Novara y Rómulo Rodríguez (1996). Lineamientos para la evaluación ambiental de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas para eventual financiamiento el Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Washington, D.C.
- Castany, G. 1962. Traité pratique des eaux souterraines. Ed. Dunod. Paris.
- CEPAL (1995). Planes y marcos regulatorios para la gestión integrada de cuencas, Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. LC/R.1487, Santiago de Chile. Enero.
- CEPIS. Foster, S.; Ventura, M. y Hirata, R. 1987. Contaminación de las aguas subterráneas.
- Código Alimentario Argentino Actualizado. (1994).-Cap. XII art.982, pág.331. De la Canal y Asoc. Buenos Aires.
- Custodio, E. y Llamas, M.R. 1983. Hidrología subterránea. Ediciones Omega. T I y II.



Custodio, E. 1995. Consideraciones sobre el concepto de vulnerabilidad de los acuíferos a la polución. Ilo Seminario Latinoamericano de Hidrología Subterránea. Serie de Correlación Geológica.

Davis, S.N. and De Wiest, R. 1966. Hydrogeology. 2nd Ed. Wiley Sons, 463p.

Dourojeanni, Axel (1994). Políticas públicas para el desarrollo sustentable: la gestión integrada de cuencas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT), Mérida, Venezuela.(1994), ISBN: 980-292-438-5.

Foster, S. y Hirata, R. 1991. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Una metodología basada en datos existentes. Editado por CEPIS y OPS y OMS.

Foster, S.S.D., 1998. The Urban environment. Evaluation of hydrological changes and their consequences. Keynote Address. In: Proceedings Symposium Isotope Techniques in the Study of Environmental Change, IAEA, Vienna: 321-338.

Fourmarier, P. 1958. Hidrogeologie. 2 ed. Masson et Cie. Paris

Freeze, R.A. y J.A. Cherry. 1979. Groundwater. Prentice Hall. 603.EUA.

Gonzalo, J.M. y Antigüedad, I. 1995. Avances en la investigación en zona no saturada. Editado por Serv. de la Comunidad Autón. del País Vasco.

Hirata, T. y Varnier, C., 2002. The use of isotopic techniques in determining groundwater pollution vulnerability. A latin american perspective. En: Bocanegra, E. Martínez, D. Massone, H. (Eds.), Groundwater and Human Development: 1932-1940.

INTA. (1987).- Carta de suelos de la Rep.Arg.- Hoja 3560-30- Pág 1-19.

INTA-CONAPHI. (1989).- Manejo de suelos y aguas en llanuras argentinas. Informe del Proyecto 10.4 del Programa Hidrológico Internacional (PHI). INTA-Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, pág:179.

Ley 25.688. Régimen de gestión ambiental de aguas.

López Vera, Fernando. 1990. Contaminación de las aguas subterráneas. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Centro de Publicaciones.

Lvovitch, M.I. 1967. Water Resources of the World and their future. General Assembly of Bern. Pub. N. Inter. Assoc. Scien. Hydrol.: 317-322.

Llamas, M.R. 2004. Water and ethics. Use of groundwater. UNESCO. International Hydrological Programme.

Llamas, M.R. y Custodio, E. 2002. Acuíferos explotados intensivamente: conceptos principales. Hechos relevantes y algunas sugerencias. Boletín Geológico y Minero, vol. 13, núm.3.

Meinzer, O.E. 1942. Hydrology p, Physics of the Earth Dover Public.

Nace, R.L. 1969. World Water Inventory and Control, en Water, earth and man (Ed. Chorley, R.J.). Methuen and Co. Ltd. London

Tóth, J., 2000. Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones.

U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954).- Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. of Agriculture Handbook No.60.

Vilela, C.R. 1970- Hidrogeología. Editado por la Univ. Nac. de Tucumán.



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. R. Vilela'.

### Parte III: Limnología

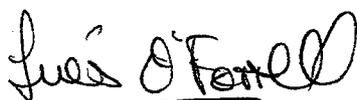
Dras. Irina Izaguirre e Inés O'Farrell



1. Propiedades del medio acuático: gases disueltos, distribución de la luz, elementos mayores y menores, materia orgánica. Importancia de los nutrientes. Temperatura y su rol en los procesos de mezcla y estratificación de sistemas acuáticos. Alcalinidad y pH. Sólidos disueltos y en suspensión. Morfometría de ecosistemas acuáticos continentales. Medición del tiempo de residencia en cuerpos lénticos.
2. Clasificación de ecosistemas lóticos (ríos, arroyos) y lénticos (lagos, lagunas, pantanos, esteros, bañados, embalses, estanques, etc). Teorías ecológicas de ríos: concepto del continuo, espiralado de nutrientes y pulsos de inundación. Problemas relacionados con la canalización de los cauces.
3. Comunidades acuáticas: definiciones, caracterización y estructura: plancton, perifiton, bentos, pleuston, neuston, macrófitas, necton (peces). Producción primaria y secundaria. Diseño de muestreos en sistemas acuáticos continentales: periodicidad, diseño espacial, muestreadores.
4. Orígenes de los lagos. Ontogenia en sistemas acuáticos: oligotrofia y eutrofia. Distrofia. Procesos de eutrofización. Características, mecanismos y diagnóstico. Medidas de bioremediación, y cascadas tróficas.
5. Efectos antrópicos sobre los ecosistemas de agua dulce: contaminación de aguas superficiales. Carácter de los contaminantes. DBO, DQO, microorganismos, desechos industriales, detergentes, pesticidas. Contaminación térmica. Represas: características, manejo e impactos sobre el ecosistema.

### BIBLIOGRAFÍA

- Abel, P. D., 1996. *Water Pollution Biology*, Taylor & Francis, London, 286 pp.
- Allan, J. D., 1995. *Stream Ecology. Structure and function of running waters*. Chapman and Hall, London, 338 pp.
- Calow, P. & G. Petts, 1992. *The rivers handbook. Hydrological and ecological principles. Volume I*. Blackwell Scientific Publications, Oxford 525 pp.
- Calow, P. & G. Petts, 1992. *The rivers handbook. Hydrological and ecological principles. Volume II*. Blackwell Scientific Publications, Oxford 523 pp.
- Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E., 1989. The flood pulse concept in River-floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106:110-127.
- Kalff, J., 2001. *Limnology*. Prentice Hall, NJ, 592 pp.
- Lampert, W. & U. Sommer, 1997. *Limnoecology. The ecology of lakes and streams*. Oxford university Press, Oxford, 382 pp.
- Margalef, R., 1983. *Limnología*. Omega, Barcelona, 1010 pp.
- Sheffer, M., 1998. *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall, London, 357.
- Wetzel, R., 1981. *Limnología*. Omega, Barcelona, 679 pp.

  
INES O'FARRELL

  
IRINA IZAGUIRRE