

**Universidad Nacional de Tucumán  
Facultad de Filosofía y Letras  
Departamento de Geografía**

## **Hidrografía**

**Carreras de Licenciatura y Profesorado en Geografía**

**Espacio Electivo del Plan 2005. Curso Optativo del Plan 1969.**

**Modalidad: Promocional.**

### **Programa**

**Año Académico:** 2009.

**Área:** Geografía Natural.

**Responsable:** Prof. Asociada Liliana Ragone.

**Auxiliar Docente Graduado:** Prof. José Busnelli.

***Propósitos:***

Se procurará que los alumnos:

- Comprendan la importancia del agua, como recurso natural, en La Tierra.
- Entiendan los procesos y dinámicas del agua superficial y subterránea.
- Aprecien las relaciones e interacciones entre agua y clima.
- Valoren la sanidad y el manejo del agua para diferentes usos en el medioambiente.
- Aprendan los conceptos básicos de oceanografía y dinámica marina.
- Conozcan los principios básicos del agua en las cuencas hidrográficas.
- Manejen conceptos de los aspectos físicos-químicos del agua, como también los legales.

***Contenido***

***Unidad I: La Hidrografía. Consideraciones sobre fundamentos y conceptos generales.***

La Hidrografía: su campo de estudio. Definiciones y conceptos relacionados a la Hidrografía. La Hidrografía y las ciencias afines.

***Unidad II: El Agua en la Tierra.***

Origen del agua. Distribución del agua en la Tierra. Agua dulce, salada y salobre. Propiedades físicas: Estado sólido, líquido y gaseoso. Composición química del agua.

***Unidad III: El Ciclo Hidrológico.***

El agua y el clima. El balance hidrológico: precipitación, infiltración, escurrimiento y evapotranspiración. Transporte del agua en el suelo: Infiltración y percolación. Contenidos de humedad en el suelo: capacidad de campo, saturación y punto de marchitez. Evaporación y evapotranspiración. Medición de las precipitaciones: pluviómetros y pluviógrafos. Medición de la evapotranspiración. Cálculos del balance hídrico. Relaciones entre humedad del suelo, porosidad y permeabilidad. Cambio climático y ciclo hidrológico.

***Unidad IV: Hidrografía continental***

1) Hielo glaciario e hidrografía continental. 2) Aguas superficiales: Los ríos y las cuencas de drenaje. Tipos de escurrimiento superficial. Anegamiento e inundaciones. Sequías. 3) Aguas

subterráneas: Acuíferos. Área de recarga y surgencia. Geotermalismo. 4) Aguas lacustres y estancadas: Propiedades y fenómenos físico-químicos en lagos y pantanos. Limnología. 5) El hombre y la hidrografía continental. 6) Salares y Salinas.

#### **Unidad V: Procesos y formas fluviales en el contexto hidrográfico.**

1) Elementos de las cuencas de drenaje. Características del flujo de los ríos de acuerdo a la topografía. El sistema fluvial y el medioambiente. El torrente. Ríos de montaña y de llanura. 2) Estudios geométricos e hidrogeomorfológicos de los sistemas fluviales. 3) Perfiles longitudinales y transversales de los ríos. Elementos del valle fluvial. 4) Conceptos generales en hidrología e hidráulica. Hidrogramas. Hietogramas. Propagación de las ondas de creciente. Caudales sólidos y líquidos. Estudios estadísticos de las relaciones lluvia-caudal. Mediciones de caudales (estaciones de aforo). 5) Inundaciones y desbordes de los cursos fluviales. Estudios de riesgo de inundación. Amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Sistemas de alerta temprana. Planes de prevención y control de inundaciones. Sistematización y ordenamiento de cuencas.

#### **Unidad VI: Hidrografía Marina.**

1) Características de los océanos. Hielo marino. Sedimentación en océanos y mares. Depósitos de contacto fluvial-costas: Deltas y Estuarios. Bahías y Penínsulas. Movimientos del agua en mares y océanos: corrientes oceánicas, litorales y oleaje (dinámica de las olas). Mareas. Planicies de marea. Pleamar o marea alta-Bajamar o marea baja: fenómenos gravitatorios de sistema Luna-Tierra-Sol. Marismas. 2) Circulación oceánica y atmosférica. Funciones termoregulatoras de los cuerpos de aguas. 3) Composición química del océano. Salinidad: aguas saladas y salobres. 4) El fondo marino. Plataformas continentales y marinas. Talud continental. Fosas y dorsales submarinas.

#### **Unidad VII: Contaminación de aguas.**

1) Hidrogeoquímica o química del agua. Parámetros de clasificación de las aguas. 2) Parámetros tolerados para consumo de agua potable, riego y uso industrial. 3) Fuentes contaminantes. 4) Análisis de aguas.

#### **Unidad VIII: Uso del recurso hídrico.**

Agua potable: consumo humano y ganadero. Aguas para uso industrial. Aguas para riego e irrigaciones. Sistemas artificiales de canalización de las aguas superficiales. Tomas de aguas. Diques y embalses: -Energía Hidroeléctrica; -Consumo y riego; -Control de inundaciones. Azudes o diques niveladores: control de erosión, aluvionamiento e inundaciones.

#### **Unidad IX: Aspectos jurídicos y legales sobre el uso y contaminación de las aguas.**

Leyes medioambientales nacionales y provinciales relacionadas al recurso hídrico. Leyes de riego y explotación de acuíferos. Leyes de zonas inundables. Casos de estudio particulares en el mundo, en la Argentina y en el NOA.

#### **Modalidad de trabajo**

Se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- **Clases teórico-prácticas:** se pondrán en práctica distintas técnicas de trabajo grupal, se realizarán trabajos prácticos sobre la base del análisis crítico de fuentes, documentos, material cartográfico y bibliográfico diverso.
- **Clases prácticas:** desarrollo de trabajos prácticos de acuerdo a los conceptos teóricos aprendidos.

- **Talleres:** versarán sobre algunos puntos centrales del programa o los propuestos por los alumnos de acuerdo a sus intereses y motivaciones.

- **Trabajo sobre el terreno:**

I-Salida a un río en la provincia para estudios de secciones transversales del valle fluvial y dinámica hidrológica e hidráulica.

II-Visita al Dique El Cadillal y/o Escaba.

### ***Trabajos Prácticos***

Trabajo Práctico N° 1: Mapas de precipitaciones. Curvas de isoyetas. Polígonos de Thiessen.

Trabajo Práctico N° 2: Cálculos de balance hídrico de acuerdo al método de Thornthwaite.

Trabajo Práctico N° 3: Cálculos de hietogramas e hidrogramas de diseño a partir de estadísticas hidrológicas.

Trabajo Práctico N° 4: Estudios de bases de datos de caudales de ríos en diferentes cuencas y sus relaciones con los aspectos hidrográficos de las cuencas fluviales.

Trabajo Práctico N° 5: Determinaciones de cuencas de drenaje a partir de cartas topográficas y teledetección (sensores remotos).

Trabajo Práctico N° 6: Estudios de los parámetros geométricos de cuencas de drenaje.

Trabajo Práctico N° 7: Análisis de estudios químicos de aguas. Ploteo de datos en diagramas.

Trabajo Práctico N° 8: Estudios de casos de contaminación de aguas.

Trabajo Práctico N° 9: Estudios de perfiles transversales a los ríos, cálculos de área de la sección, perímetro mojado y volúmenes (salida de campo I).

Trabajo Práctico N° 10: Estudios de torrencialidad a partir de la geometría de la cuenca y determinaciones de clastos en lechos fluviales en el campo (salida de campo I).

Trabajo Práctico N° 11: Estudios integrado de cuencas hidrográficas embalsadas en un dique: modelo de evaluación de ordenamiento y sistematización de la cuenca (salida de campo II).

### ***Requisitos para el cursado de la materia***

Correlatividades: Tener aprobadas las materias: Geografía de los Sistemas Naturales I (Geodinámica), Geografía de los Sistemas Naturales II (Climatología), Geografía de los Sistemas Naturales III (Biogeografía) y Geografía de los Sistemas Naturales IV (Geomorfología).

### ***Requisitos para la regularización y aprobación de la materia***

La presente materia tiene el carácter de ***promocional***, por lo que el alumno para aprobar la materia deberá cumplir con:

- ❖ **75% de asistencia a clases prácticas.**

- ❖ **75% de aprobación de trabajos prácticos** (siendo los tres últimos prácticos de carácter obligatorio al incluir los viajes de campo).

- ❖ **Aprobar 2 (dos) pruebas parciales** con un puntaje **mayor a 6 (seis)** evaluado en el rango de 0-10 (cero a diez). Cada parcial tendrá una recuperación y habrá una tercera recuperación para uno de los dos parciales desaprobados. En caso de no alcanzar el puntaje, el alumno podrá rendirla como una materia regularizada, siempre y cuando obtenga puntajes mayores a 4 (cuatro) en los parciales. En caso contrario, quedará en condición libre.

## ❖ Participación obligatoria de las Salidas al Campo.

### **Selección Bibliográfica:**

- Alkema, D., Cavallin, A., De Amicis, M., & Zanchi, A.; 2003. Valutazione degli effetti di un alluvione: il caso di Trento. *Studi Trentini de Scienze Naturali. Acta Geológica*. V. 78: 55-61. Italy.
- Anselmo, V.; Galeati, S.; Palmieri, U. Y Todini, E.; 1996. Flood risk assessment using an integrated hydrological and hydraulic modelling approach: a case study. *Journal of Hydrology* 175: 533-554. Elsevier ed. The Netherlands.
- Arcuri, C. B.; 1995. Chapter III: Theory and Concepts of Flood Hazard Assessment. In: *Flood Hazard Assessment and Zonation- Medinas River (Tucumán-Argentina)*. Pp: 26-64. Master of Sciences. ITC (International Institute for Geo-Informatics and Earth Observation). Enschede. Holland.
- Basile, P. A.; Riccardi, G. y Stenta H.; 2005. Modelación de la Producción de Sedimentos a Escala de Cuenca en el Sistema del A° Ludueña, Santa Fe, Argentina. XX Congreso Nacional del Agua y III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. Libro y CD ROM, ISBN 987-22143-0-1. Mendoza. Argetina.
- Bravo, C.; 1997. Estudio de estabilización de cauce del río Solco en finca Los Altos. Alpachiri. Ministerio del Interior - Consejo Federal de Inversiones. Sistema Interprovincial Federal. Informe en formato digital suministrado por la Dirección de Recursos Hídricos.
- Bruniard, E. D.; 1992. Hidrografía: Procesos y tipos de escurrimiento superficial. Geográfica. Ed. Ceyne. Argentina.
- Brunner, G. W.; 2002. HEC-RAS. River Analysis System. User's Manual. Chapter 3: Working with HEC-RAS. Pp.21. Flood Plian Management Program. Department of Water Resources. California. USA.
- Busnelli, J.; Sayago, J. M.; Collantes, M. y Neder, L.; 2008. Incremento de la amenaza de inundación por influencia antrópica en el sistema fluvial: casos de estudio en la cuenca del río Gastona (Noroeste de Argentina). XVII Congreso Geológico Argentino. Actas Tomo II: 449-450. San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina.
- Caamaño Nelli, G. & Dasso, C. M.; 2003. Lluvias de Diseño. Conceptos, Técnicas y Experiencias. Universitas, Editorial Universitaria, Córdoba, Argentina.
- Capitanelli, R. G.; 1998. Geografía Física y Medio Ambiente. Revalorización y Enseñanza. Métodos y Técnicas de trabajo. Hidrografía (69-82). Mendoza. Argentina.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., 1994. Hidrología aplicada. McGraw-Hill. Pp. 575 Santafé de Bogota, Colombia.
- Coque, R.; 1970. Geomorfología. Cuarta Parte. Geomorfología de los litorales. Alianza Ed. España.
- Corte, A. E. y Buk, E.; 1976. Hidrología glacionival del sector oriental de la Cordillera Frontal Cordón del Plata. Memoria Anual 1976. IANIGLA, CONICET: 63-72, Mendoza. Argentina. Feldman, D.A., 2000. Hydrological Modeling System. HEC-HMS. Technical Referente Manual. US Army Corps of Engineers. Davis, USA. 155 pp.
- Custodio, E. y Llamas, R. 1983. Hidrología subterránea. Segunda Edición. Editorial Omega. T I y II: 2350 pp. Barcelona.
- De Martonne, Emm.; 1964. Tratado de Geografía Física. Tomo I: Nociones Generales-Clima-Hidrografía. Séptima edición. Barcelona. España.
- Díaz Ricci R. y de la Vega de Díaz Ricci, A. 2008. Articulación de las Competencias Ambientales en la Nación y en las provincias del NOA. EDUNT. 376 pp.
- Garzón Heydt, G. 1989. Las avenidas como fenómeno geológico. Publicación Universidad Complutense. Madrid. España.
- Gutierrez, A. A., Mon, R. y Vergara, G.; 2003. Neotectónica: captura y decapitación del Drenaje, Tucumán, Argetina. Actas II Congreso de Cuaternario y Geomorfología. Pp: 293-300. Tucum án. Argentina.
- Harden, C.P., 2006. Human impacts on headwater fluvial systems in the northern and central Andes. *Geomorphology* 79 (3-4): 249-263.
- Holmes, A. 1966. Geología Física. Cap IX, X, XI, y XIV. Ed. Omega. Barcelona. España.
- King, Cuchlaine, A. M.; 1984. Geografía Física. Capítulos: 2.3/3.3/3.5/4.4. Elementos de Geografía. Oikos-Tau. Barcelona. España.
- Knebl, M.R., Yang, Z.-L., Hutchison, K. and Maidment, D.R., 2005. Regional scale flood modeling using NEXRAD rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: a case study for the San Antonio River Basin Summer 2002 storm event. *Journal of Environmental Management*, 75(4): 325-336.
- Langbein, W. B. and Leopold, L. B.; 1966. River meanders: theory of minimum variance, *United States Geological Survey Professional Paper*, 422 pp. USA.
- López Bermúdez, F. L.; Bubio Rello, J. M. y Cuadras, J. M.; 1992. Geografía Física. Ed. Cátedra. Madrid. España. Cap VII: Cambio Climático (380-398). Cap. VIII: Aguas oceánicas y terrestres (399-424).
- Meijerink, A. M. J.; Brouwer, H.A.M.; Mannaerts, C.M. and Valenzuela, C.R. 1997. Introduction to the Use of Geographic Information Systems for Practical Hydrology. *UNESCO. International Hydrological Programme and International Institute for Aerospace survey and Earth Science (ITC)*. Publ. N° 23. Pp. 243.

The Netherlands.

- Meyerink, A. M. J.; 1970. Photointerpretation in Hydrology: a geomorphological approach. ITC Text Book of Photointerpretation. Volume VIII Chapter 3: 142 pages. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC). Delft. The Netherlands.
- Maza J. A. y Burgos V. H.; 2007. Análisis de la variabilidad espacial del riesgo de inundabilidad y sus factores en el Río Blanco de Potrerillos, Mendoza. Conagua 2007. XXI Congreso Nacional del Agua 2007. Pp. 21. Trabajo en formato digital. N° 149. Tucumán. Argentina.
- Minetti, J. L., Ramírez, M. G. y Suarez, L.C.; 1979. El balance hidrológico de la cuenca y subcuencas del río Salí. Publicación Miscelánea N° 64, 52 pags. EEAO (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes). Tucumán. Argentina.
- Minetti, J., Ramírez, M. G. y Suárez, L. 1979. Balance Hidrológico de la Cuenca y Subcuencas del Río Salí. Publicación Miscelánea N° 64. Estación Experimental Agro-Industrial "Obispo Colombes". Tucumán
- Neder, L. del V.; Caria, M. A.; y Busnelli, J.; 2007 . Influencia de Factores Naturales y Antropogénicos en el Diseño de Drenaje Fluvial en Áreas Urbanas. Conagua 2007. XXI Congreso Nacional del Agua 2007. Trabajo en formato digital. N° 96. Tucumán. Argentina.
- Neder, L. y Puchulu, M. E., 1995. Análisis integrado de la torrencialidad de una cuenca intramontana (Río Muerto), Tucumán-Argentina. I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Cantú, E. (Ed.). Actas Tomo I: 89-100. Río Cuarto. Córdoba.
- Parodi, G.N., 2004. The Teba Case: Integrating GIS/RS data with HEC-HMS hydrological model. Water Resources Department. 36 pp. ITC (Internacional Institute for Geo-Informatics and Earth Observation). Enschede. Holland.
- Parodi, G.N., 2005. El Caso de Estudio Cuenca Arenal-El Salvador: Integrando GIS/RS datos con el modelo HEC-HMS. Water Resources Department. 52 pp. ITC (Internacional Institute for Geo-Informatics and Earth Observation). Enschede. Holland.
- Rabsium, S. 1960. Introducción a la Hidrología de Tucumán. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Publicación 821:1-179. Tucumán.
- Romero Rojas, J. A.; 1999. Calidad del Agua. Alfaomega. Segunda edición, 273 pp. México.
- Sayago, F. y Sayago, J. M., 2007. La Evaluación del Riesgo de Inundación. Propuestas Para la Reglamentación de La Ley N° 7696 (Régimen de uso de bienes en Áreas Inundables). Congreso Nacional del Agua.
- Schumm, S. A.; 1977. The Fluvial System. John Willey & sons. Pgs 333.
- Strahler, A. N. y Strahler, A. H., 1989. Geografía Física. Ediciones Omega, Tercera Edición, 539 págs.
- Strahler, A. N., 1992. Geología Física. Cap. 9 y 15. Ediciones Omega. Barcelona.
- Thorbury, W. D.; 1960. Principios de Geomorfología. Cap 5, 6, 7, 17 y 18. Buenos Aires. Argentina.
- Tineo, A. y E. Flores. 1993. Características Hidrogeológicas del Valle del Río Santa María, Provincia de Tucumán. Acta VI:166-171. 12° Congreso Geológico Argentino. Mendoza.
- Tineo, A., Falcón, C., García, J., D'Urso, C y Rodríguez, G.; 1993. Hidrogeología de la Llanura Tucumana, Provincia de Tucumán. Acta 6: 172-176. 12° Congreso Geológico Argentino. Mendoza.
- Tineo, A., Falcón, C., y García, J., 2007. Aguas Subterráneas en la Provincia de Tucumán. Conagua 2007. Publicación digital N° 79. Tucumán. Argentina.
- Tognelli, G.; Morosini, A.; López, F. y Vega, E.; 2002. Evaluación preliminar de la inundación (Crecida) repentina del 13 de abril de 2001 en la localidad de El Trapiche, San Luís, Argentina. Revista de Geología aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. N° 18: 130-139. Buenos Aires. Argentina.
- Toledo, M. A.; 1992. Geomorfología de las subcuencas Tafí y Cañitas (Sierras de San Javier septentrionales) y su aplicación en corrección de torrentes. (Tafí Viejo, Tucumán). Seminario inédito. Pgs 88. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán. Argentina.
- Torres Bruchman, E.T. 1975. El Balance Hidrológico: Su determinación y aplicaciones. Edic. Sección Publicaciones de la Facultad de Agronomía y Zootécnia. UNT. Serie Didáctica 39. Tucumán.
- USDA; 2001. Stream Corridor Restauration. Principles, Processes and Practices. Part 653, National Engineering Handbook, Natural Resources Conservation Services. The Federal Interagency Stream Restoration Working Group. Pp. 637. [www.usda.gov/streamrestaoration](http://www.usda.gov/streamrestaoration).
- Van Westen, C. J.; 1993. Remote sensing and Geographic Information Systems for Geologic Hazard Mitigation. ITC Journal N° 4: 393-399. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede. Holanda.
- Van Zuidam, R., 1983. Guide to geomorphologic aerial photographic interpretation and mapping. Section of Geology and Geomorphology ITC, Enschede.
- Vega, I, Ríos J. M; 1970. La Piel de la Tierra. Cap 5: Circulación del agua: pluviosidad e hidrología (185-241). Madrid, España.
- Vilela, C. R. 1970. Hidrogeología. Opera Lilloana 18. Tucumán.

**Prof. José Busnelli**

**Prof. Liliana Ragone**