



CATEDRA DE HIDROLOGIA GENERAL

PROGRAMA COMPLETO - 2008

• OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

La hidrología como disciplina tiene por finalidad describir y pronosticar la distribución, circulación y propiedades del agua en la tierra en sus distintas escalas espaciales y temporales. El agua cumple un rol fundamental en los equilibrios inestables del planeta Tierra, incluyendo su influencia como recurso natural que contribuye al origen y limitaciones de la vida.

En la actualidad los problemas derivados de la incidencia de la recurrencia de sequías e inundaciones, las consecuencias de alternancias de ciclos climáticos en los regímenes hidrológicos, la influencia ecológica derivada del almacenamiento y transferencia de aguas superficiales, la contaminación de los recursos hídricos e incluso algunos efectos perjudiciales derivados de la construcción de obras, requieren una visión global del ciclo hidrológico.

Lo expresado lleva a considerar a la hidrología como una geociencia, siendo ello un elemento central para el desarrollo de la asignatura, cuya finalidad básica es que los alumnos logren comprender la problemática que plantea globalmente el ciclo hidrológico, las particularidades locales y su influencia en las actividades antrópicas. Por otra parte la asignatura tiende a asegurar el desarrollo y aplicación de los conocimientos hidrológicos básicos que posibiliten a un egresado de las ciencias naturales o de ciencias conexas, dedicarse a la investigación o a la actividad profesional, ya sea consultando con profesionales especializados o desarrollando sus tareas vinculadas con la problemática hidrológica.

Debe señalarse que la asignatura es optativa, siendo cursada por alumnos de las licenciaturas en ciencias naturales y también como parte del postgrado de doctorados y maestrías de la Universidad Nacional de La Plata.

• CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

El programa teórico de la asignatura Hidrología General incluye:

1. Definición y alcances de la Hidrología

Hidrología científica e hidrología Aplicada. Desarrollo científico de la hidrología. La hidrología como geociencia. Conceptos hidrológicos básicos. Leyes físicas y cuantificación. Sistemas hidrológicos. La cuenca de drenaje. Balance hidrológico regional. Variabilidad espacial. Variabilidad temporal. Almacenamientos y tiempos de residencia. Escalas en hidrología. Modelos hidrológicos. Prioridades científicas de la hidrología.

2. Ciclo hidrológico y clima

Sistema climático global. Circulación atmosférica. Circulación oceánica. Procesos acoplados atmósfera – océanos. Ciclo El Niño – Oscilación del Sur. Aspectos climáticos en la superficie terrestre. Variabilidad y cambio climático. Modelos climáticos. Instrumentos y obtención de registros climáticos. Ciclo hidrológico global. Efectos de la actividad del hombre en el clima y en la hidrología. Influencia del clima y la hidrología en los suelos y la vegetación. Predicción climática e hidrológica.

3. Precipitaciones

Origen y variaciones de las precipitaciones. Procesos atmosféricos y su relación con la precipitación. Toma de datos e interpretación. Mediciones puntuales y estimaciones areales. Variabilidad de la precipitación. Precipitaciones extremas. Precipitación máxima probable. Análisis de frecuencia de precipitaciones. Efectos antrópicos. Pronósticos. Calidad química del agua precipitada.

4. Procesos nivales

Precipitación nival. Propiedades de la nieve. Formación, interceptación y distribución. Mediciones de la nieve y derretimientos. Profundidad, densidad y agua equivalente de la cubierta de nieve. Importancia hidrológica y distribución de la cubierta de nieve. Formación de hielos. Procesos de derretimiento. Movimiento del agua de derretimiento. Escurrimiento e infiltración a partir del derretimiento de nieve. Modelado y pronóstico.

5. Infiltración y movimiento del agua en el suelo

Propiedades del suelo y flujos de agua. Condiciones hidrológicas en suelos naturales. Almacenamiento de agua en el suelo. Mediciones de la infiltración. Redistribución del agua infiltrada. Modelos.

6. Evapotranspiración

Principios básicos de evapotranspiración. Clasificación de los procesos de evaporación y transpiración. Medición y estimación de evaporación y transpiración. Intercepción. Evapotranspiración real y potencial. Factores influyentes. Influencia en el ciclo hidrológico.

7. Escurrimiento fluvial.

Naturaleza del escurrimiento fluvial. Cursos de agua. Hidráulica fluvial. Geometría y energía en áreas fluviales. Morfometría de cuencas de drenajes. Geomorfología y escurrimiento fluvial. Diseño individual de los cursos y su influencia hidrológica. Régimen de los ríos. Medición de caudales. Redes de medición. Hidrogramas: tipos e interpretación. Curva altura – caudal. Curvas de duración. Lagos y lagunas. Aspectos limnológicos físicos. Relación con la dinámica de escurrimientos y ciclo hidrológico.

8. Escurrimiento superficial

Características del escurrimiento superficial. Hidrogramas. Separación de caudal básico y flujo directo. Mecanismos de respuesta de una red de drenaje. Tránsito de flujos en cuencas de distintos tamaños. Métodos de estimación. Relación precipitación – escurrimiento. Método del hidrograma unitario. Modelos de hidrogramas, Crecidas. Modelos de inundaciones extremas. Tránsito de crecidas.

9. Escurrimiento subterráneo en el ciclo hidrológico

Características de las aguas subterráneas. Escurrimiento subterráneo local y regional. Relaciones aguas superficiales – aguas subterráneas. Incidencia del agua subterránea en un balance hidrológico regional. Evaluación de componentes en el balance. Efectos de la explotación de agua subterránea en una cuenca hidrológica.

10. Erosión y transporte de sedimentos.

Aportes sedimentarios de las cuencas de drenaje. Propiedades fundamentales de las partículas de sedimentos. Formas de lecho fluvial y resistencia del flujo. Mecanismos de movimiento de sedimentos. Transporte de sedimentos. Distribución de la concentración de sedimentos en suspensión. Carga total de sedimentos. Paisaje resultante de la sedimentación fluvial y su significado hidrológico. Sedimentación en embalses. Evaluación de los procesos de colmatación. Efectos naturales y de la operación de embalses.

11. Calidad del agua

Constituyentes del agua natural y contaminantes. Valores naturales y variaciones. Origen y transporte de contaminantes. Aplicación en aguas superficiales. Ríos. Estuarios. Lagos y embalses. Criterios y protección de la calidad del agua superficial.

12. Hidrología y manejo de los recursos hídricos

Manejo de los recursos hídricos. Abastecimiento de agua y demanda. Inundaciones y sequías. Usos actuales y proyectados del agua. Efectos de la actividad del hombre en la hidrología. Influencia en el régimen hidráulico y químico. Escalas de los efectos e interacciones. Metodología de estudio y mediciones. Elementos básicos de los procesos hidrológicos urbanos. Influencia de la deforestación. Efectos de la agricultura intensiva. Efectos del drenaje. Parámetros hidrológicos en el uso, manejo e impactos del agua

13. Influencia de la hidrología en el ambiente

Evolución del ambiente y los recursos hídricos. Características de ambientes acuáticos. Hidrología de distintos ambientes naturales. Influencia de usos de los recursos hídricos: agua potable, consumo industrial, riego, recreación, generación hidroeléctrica, transporte. Preservación de los recursos hídricos. Calidad del agua asociada con su utilización. Monitoreo de la calidad del agua. Planeamiento ambiental: tratamiento de aguas residuales, medidas preventivas, control de la contaminación. Sistematización hidrológica de impactos ambientales. Desarrollo sustentable y sostenible en la utilización de los recursos hídricos.

TRABAJOS PRACTICOS

Módulo 1: Adquisición e interpretación de datos

1. Principios básicos. Medición y registros de precipitación, nieve, evapotranspiración, escurrimiento fluvial, superficies inundadas, calidad de agua.
2. Uso de sensores remotos y técnicas computacionales en hidrología



Sistemas de Información Geográfica aplicados a la hidrología.

3. Transmisión automática de datos. Sensores de nivel, velocidad y calidad de agua. Sistemas de adquisición, almacenamiento y transmisión de datos. Redes hidrológicas en tiempo real.

Módulo 2: Análisis estadístico de datos hidrológicos

1. Conceptos de probabilidad. Análisis de variable simple y multivariado.
2. Análisis de frecuencia de eventos extremos: inundaciones, tormentas, sequías, calidad de agua. Errores. Regionalización. Análisis y modelados de series hidrológicas.
3. Estructura estocástica y probabilística de series hidrológicas. Geoestadística. Aplicaciones típicas. Métodos básicos y modelos: precipitación – escurrimiento, hidráulicos.

Módulo 3: Pronóstico hidrológico

1. Uso de pronósticos de precipitación y escurrimientos.
2. Métodos de pronósticos a corto plazo. Métodos de pronósticos a mediano y largo plazo.
3. Pronóstico de derretimiento de nieves.

METODOLOGIA

La asignatura comprende el dictado de clases teórico – prácticas y la participación de los alumnos a través de la preparación, desarrollo y exposición de temas de interés. Para ello se empleará una bibliografía básica y artículos específicos de publicaciones, a lo cual se sumarán las inquietudes y experiencias propias de los alumnos.

En los trabajos prácticos se requiere la participación directa de los alumnos a través de la resolución de problemas hidrológicos de distintos sitios de nuestro país, con la finalidad de afianzar los conocimientos adquiridos en el desarrollo teórico.

A su vez se incluye la preparación de un trabajo monográfico sobre una región, que permita reconocer la importancia primaria de los recursos hídricos para el desarrollo socioeconómico y para preservar sus características ambientales.

Durante el desarrollo del curso se efectúan prácticas y mediciones de campo en cuencas hidrográficas situadas en las proximidades de La Plata.

El desarrollo de la asignatura es anual, con una asignación semanal de aproximadamente 4 horas.

• **EVALUACIÓN**

Para la aprobación de la cursada de la asignatura se requiere cumplir con los siguientes requisitos:

Asistencia al 80 % de las clases teórico – prácticas

Aprobación del 100 % de los trabajos prácticos

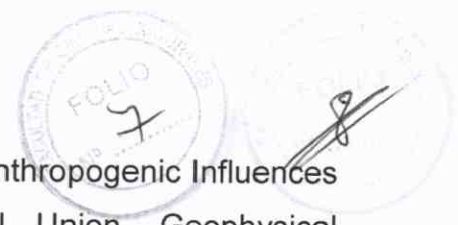
Aprobación de un examen parcial y exposición de la monografía realizada

Una vez cumplida con la aprobación de la cursada es necesaria una evaluación de la asignatura que se efectuará mediante el examen final correspondiente.


• **BIBLIOGRAFIA**

Se presentan sólo algunos de los textos o publicaciones, ya que dada la modalidad de la materia la bibliografía es más amplia y va siendo adaptada a las necesidades e inquietudes de los alumnos. Además se deben incluir referencias específicas artículos recientes de revistas, tales como Water Resources Research, Journal of Hydrology, Hydrological Sciences Journal, etc.

- Boiten, W. Hydrometry. AA Balkema, Róterdam. 2000
- Branco, S.M. Hidrología Ambiental. Ed. Lina Porto. Ed. Universidade de Sao Pablo. Sao Pablo. 1991.
- Buras, N. Reflections on Hydrology. Science and practice. AGU. 1997.
- Committee on Opportunities in the Hydrologic Sciences. Opportunities in the Hydrologic Sciences Foundation. National Academic Press. Washington D.C. 1991.



- Costa, J., Miller, A., Potter, K., Wilcock. Natural and Anthropogenic Influences in Fluvial Geomorphology. American Geophysical Union. Geophysical Monograph 89. Washington D.C. 1995.
- Dingman, S.L. Physical Hidrology. 2nd Edition. Prentice Hall. New Jersey. 2002
- Dozier, J. Opportunities to improve Hydrologic Data. Reviews of Geophysics. 30. 1992.
- Eagleason, P. Hydrologic Science: a distinct geoscience. Reviews of Geophysics: 29. 1991.
- Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO. WMO/OMM/BMO N° 385. Edición 1. París, 1974.
- Hem, J.D. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. 3rd Edition. U. S. Geological Survey. Water Supply Paper 2254. 1985.
- Heras, R. Manual de Hidrología. Escuela de Hidrología de Recursos Hidráulicos. Madrid. 1972.
- Heras, R. Hidrología y Recursos Hidráulicos. Instituto de Hidrología y Recursos Hidráulicos. Madrid. 1976.
- Kazmann, R.G. Hidrología Moderna. CECSA. Mexico. 1974.
- Landa, E. y Ince, S. The history of Hydrology. AGU. 1987.
- Lawford, R., Fort, D., Hartmann, H., Eden, S. Water: Science, Policy and Management. American Geophysical Union. Water Resources Monograph 16. Washington D.C. 2003.
- Linsley, R., Kohler, M., y J. Paulhus. Hidrología para ingenieros. Ed. Castillo. Madrid. 1967.
- Maidment, D. Handbook of Hydrology. Mc Graw Hill. New York. 1992.
- Mead, D. Hydrology. Mc Graw Hill Book. Nueva York. 1950.
- Meinzer, O.E. Hydrology. Dover Publications Inc. Nueva York. 1975.
- Monsalve Saenz, G. Hidrología en la Ingeniería. 2da Edición. Alfaomega. Mexico, 1999.

- 
- Orsolini, H., Zimmermann, E., Basile, P. Hidrología: procesos y métodos. UNR Editora. Rosario. 2000.
 - Remenieras, G. Tratado de Hidrología Aplicada. ETA SA. Barcelona, 1971.
 - Strahler, A.N. Geografía Física. Ed. Omega. Barcelona. 1978.
 - Sutcliffe, J.V. Hydrology: A question of Balance. IAHS Special Publication 7. Wallingford, UK. 2004.
 - Tucci, C, (Ed.). Hidrología (Ciencia e Aplicacao). Ed da Universidade. Porto Alegre. 1993.
 - Ven Te Chow Handbook of Applied Hydrology. Mc Graw Hill. N. York 1964.
 - Ven Te Chow, Maidment, D., Mays, L, Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. 1994.
 - Wisler, C.D. y E. Brater. Hydrology. J. Willey Sons. Inc. N. York, 1965.
 - Wetzel Re. Limnologia. Omega. 1981

Las referencias bibliográficas recomendadas para la elaboración de los trabajos prácticos incluye:

- Abeyá, J., Grintal, J., Luján, H. Olivares, A. Pereyra, G y R. Villarreal (2005). La medición del equivalente de agua de la nieve. XX Congreso Nacional del Agua. Hidrología: 1. Mendoza
- Ameghino, F. (1884). Las secas y las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires. Reimpresión Secretaría de Política Ambiental. La Plata
- Flamenco, E. y H. Cinca (2005). Perspectivas de mediano plazo en ríos de régimen nival. . XX Congreso Nacional del Agua. Hidrología: 31. Mendoza
- Forte Lay, J.A. y Aiello, J.L. (2001) Relaciones entre el MEI y las precipitaciones en la argentina continental. Actas IX Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología. VIII Congreso Argentino de Meteorología. CLIMET IX-CONGREGMET VIII. Buenos Aires.
- Fuschini Mejía, M. (1983) Actas Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras. UNESCO. CONAPHI: Tomos I, II y III. Olavaria. Buenos Aires.



- Halcrow (2001) Plan Maestro Integral de la cuenca del Río Salado, Provincia de Buenos Aires. Ministerio de Obras Públicas. La Plata
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel
- Maturana, J.M., Bello, M., Manley, M. (2004) Antecedentes históricos y descripción del fenómeno El Niño, Oscilación del sur. En History and description of "El Niño, Southern Oscillation" phenomenon: pp 13 -27. Valparaíso Chile.
- Menajovsky, S., Lima, D. y M. Ferrer. (2005) Un método para contraste de colchones de nieve. . XX Congreso Nacional del Agua. Hidrología: 46. Mendoza
- Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires (1956). Conferencia sobre desagües en la Provincia de Buenos Aires. Mayo de 1956. La Plata.
- Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires (1987) Lineamientos generales y regionales para un Plan Maestro de Ordenamiento Hídrico del Territorio Bonaerense. La Plata
- Oki, T (2003) International Association of Hydrological Sciences. In Geosciences: The Future. Chapter 5: 43 – 52. final Report of the IUGG Working Group. Germany.
- Organización Panamericana de la Salud (2000). Fenómeno El Niño 1997 – 1998. Serie Crónicas de Desastres, 8. Capítulo 3: Una visión general del Fenómeno El Niño. Oscilación del Sur (ENOS). Washington D.C.
- Tricart, J. (1973). Geomorfología de la Pampa Deprimida. Colección Científica N° XII. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires
- Servicio Meteorológico Nacional (1999). El Fenómeno del El Niño y la Oscilación del Sur” Boletín Informativo N° 54. Buenos Aires
- Servicio Meteorológico Nacional. Boletín de Tendencias Climáticas:



<http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=2> ; Foro de Perspectivas Climáticas.

- <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=3> ; Estado actual del fenómeno El Niño – Oscilación del Sur: <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=4>
- Organización Techint (1984) El fenómeno denominado El Niño y las inundaciones del Paraná. Boletín informativo N° 235. BuenosAires.
- Wallace, J., Vogel, S. (1994). El Niño and Climate Prediction. Reports to the Nation: 5 – 25. Spring.

DISEÑO COMPENDIADO DEL PROGRAMA DE HIDROLOGÍA GENERAL

CURSO 2008



Síntesis de los objetivos de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo básico que los alumnos comprendan la problemática que plantea globalmente el ciclo hidrológico, las particularidades locales y su influencia en las actividades antrópicas. Por otra parte tiende a asegurar el desarrollo y aplicación de los conocimientos hidrológicos que posibiliten a un egresado de las ciencias naturales dedicarse a la investigación o a la actividad profesional en actividades vinculadas con la hidrología.

La asignatura es optativa, siendo cursada por alumnos de las licenciaturas en ciencias naturales y también como parte del postgrado de doctorados y maestrías de la Universidad Nacional de La Plata.

Contenidos resumidos

Programa teórico

1. Definición y alcances de la Hidrología

Hidrología científica e hidrología Aplicada. Escalas en hidrología. Modelos hidrológicos. Prioridades científicas de la hidrología.

2. Ciclo hidrológico y clima

Sistema climático global. Procesos acoplados atmósfera – océanos. Ciclo El Niño – Oscilación del Sur. Predicción climática e hidrológica.

3. Precipitaciones

Origen y variaciones de las precipitaciones. Toma de datos e interpretación. Variabilidad de la precipitación. Precipitaciones extremas.

4. Procesos nivales

Precipitación nival. Mediciones de la nieve y derretimientos. Escurrimiento e infiltración a partir del derretimiento de nieve. Modelado y pronóstico.

5. Infiltración y movimiento del agua en el suelo

Propiedades del suelo y flujos de agua. Condiciones hidrológicas en suelos naturales. Mediciones de la infiltración. Modelos.



6. Evapotranspiración

Principios básicos de evapotranspiración. Medición y estimación de evaporación y transpiración. Factores influyentes. Influencia en el ciclo hidrológico.

7. Escurrimiento fluvial.

Naturaleza del escurrimiento fluvial. Morfometría de cuencas de drenajes. Redes de medición. Hidrogramas: tipos e interpretación. Lagos y lagunas.

8. Escurrimiento superficial

Características del escurrimiento superficial. Hidrogramas. Separación de caudal básico y flujo directo. Modelos de inundaciones extremas. Tránsito de crecidas.

9. Escurrimiento subterráneo en el ciclo hidrológico

Características de las aguas subterráneas. Escurrimiento subterráneo local y regional. Relaciones aguas superficiales – aguas subterráneas.

10. Erosión y transporte de sedimentos.

Aportes sedimentarios de las cuencas de drenaje. Transporte de sedimentos. Sedimentación en embalses. Evaluación de los procesos de colmatación.

11. Calidad del agua

Constituyentes del agua natural y contaminantes. Origen y transporte de contaminantes. Criterios y protección de la calidad del agua superficial.

12. Hidrología y manejo de los recursos hídricos


Manejo de los recursos hídricos. Escalas de los efectos e interacciones. Metodología de estudio y mediciones. Parámetros hidrológicos en el uso, manejo e impactos del agua

13. Influencia de la hidrología en el ambiente

Evolución del ambiente y los recursos hídricos. Preservación de los recursos hídricos. Monitoreo de la calidad del agua. Desarrollo sustentable y sostenible en la utilización de los recursos hídricos.

Trabajos prácticos

Módulo 1: Adquisición e interpretación de datos

- 
1. Medición y registros de precipitación, nieve, evapotranspiración, escurrimiento fluvial, superficies inundadas, calidad de agua.
 2. Uso de sensores remotos y técnicas computacionales.
 3. Transmisión automática de datos. Sistemas de adquisición, almacenamiento y transmisión de datos. Redes hidrológicas en tiempo real.

Módulo 2: Análisis estadístico de datos hidrológicos

1. Conceptos de probabilidad. Análisis de variable simple y multivariado.
2. Análisis de frecuencia de eventos extremos: inundaciones, tormentas, sequías, calidad de agua. Análisis y modelados de series hidrológicas.
3. Estructura estocástica y probabilística de series hidrológicas. Métodos básicos y modelos: precipitación – escurrimiento, hidráulicos.

Módulo 3: Pronóstico hidrológico

1. Uso de pronósticos de precipitación y escurrimientos.
2. Métodos de pronósticos a corto plazo. Métodos de pronósticos a mediano y largo plazo.
3. Pronóstico de derretimiento de nieves.

Metodología

El dictado será teórico – práctico con la participación de los alumnos a través de la exposición de temas de interés. En los trabajos prácticos se requiere la resolución de problemas hidrológicos de distintos sitios de nuestro país.

Se incluye la preparación de un trabajo monográfico sobre una región, que permita reconocer la importancia de la evaluación de sus recursos hídricos.

Durante el desarrollo del curso se efectúan prácticas y mediciones de campo en cuencas hidrográficas situadas en las proximidades de La Plata.

El desarrollo de la asignatura es anual, con una asignación semanal de aproximadamente 4 horas.

Evaluación

Para la aprobación de la cursada de la asignatura se requiere cumplir con los siguientes requisitos:

Asistencia al 80 % de las clases teórico – prácticas

Aprobación del 100 % de los trabajos prácticos

Aprobación de un examen parcial y exposición de la monografía realizada

Una vez cumplida con la aprobación de la cursada es necesaria una evaluación de la asignatura que se efectuará mediante el examen final correspondiente.

Bibliografía básica

Se efectúa un resumen de los principales textos o publicaciones esenciales para el desarrollo de la asignatura.

Boiten, W. Hydrometry. AA Balkema, Róterdam. 2000

Buras, N. Reflections on Hydrology. Science and practice. AGU. 1997.

Dingman, S.L. Physical Hidrology. 2nd Edition. Prentice Hall. New Jersey. 2002

Dozier, J. Opportunities to improve Hydrologic Data. Reviews of Geophysics. 30. 1992.

Eagleason, P. Hydrologic Science: a distinct geoscience. Reviews of Geophysics: 29. 1991.

Lawford, R., Fort, D., Hartmann, H., Eden, S. Water: Science, Policy and Management. American Geophysical Union. Water Resources Monograph 16. Washington D.C. 2003.

Maidment, D. Handbook of Hydrology. Mc Graw Hill. New York. 1992.

Sutcliffe, J.V. Hydrology: A question of Balance. IAHS Special Publication 7. Wallingford, UK. 2004.

Tucci, C, (Ed.). Hidrología (Ciencia e Aplicacao). Ed da Universidade. Porto Alegre. 1993.

Ven Te Chow, Maidment, D., Mays, L, Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. 1994.

