



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE**  
**Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud**

**CARRERA: Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental**

**ASIGNATURA: Calidad del Agua**

**AÑO 2018**

**Plan de Estudio Ordenanza N° 950/05:**

**Objetivos:** *Que el alumno conozca los fenómenos de contaminación del recurso, actuales y potenciales, para sanear, minimizar y proteger sus condiciones de calidad.*

**Contenidos básicos:** *Parámetros de calidad de agua. Fenómenos de contaminación del medio agua en la región. Estudios de caso. Principales contaminantes de aguas continentales, superficiales y subterráneas: contaminación por metales, agroquímicos, detergentes y petróleo. Procesos de transporte de contaminantes: advección, dispersión, difusión. Transporte en suelos, ríos, acuíferos, lagos. Procesos hidrológicos: precipitación, detención, intercepción, evapotranspiración, infiltración, escorrentía superficial y subterránea. Hidrogramas, tránsito de caudales. Cuantificación de procesos: hidrograma unitario, hidrograma sintético. Balance hidrológico. Balance de masas.*

**FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA:**

Para lograr los conocimientos establecidos en el plan de estudio, la materia se basa en aspectos teóricos que permiten conocer los procesos hidrológicos del movimiento del agua y del transporte de contaminantes, apoyado en ejercicios y problemas que permiten resolver algunos casos particulares de la teoría general. Los procesos son estudiados en sus aspectos conceptuales y en sus formulaciones físico-matemáticas, dado que de esta manera se pueden abordar problemas ambientales complejos con herramientas de modelación y simulación. Se considera que el desarrollo conceptual de los procesos con una visión de sistema, permite elaborar conocimientos integradores en los estudiantes que les permitirán resolver problemas complejos de contaminación del medioambiente durante el desarrollo de sus actividades profesionales. La bibliografía seleccionada responde a los requerimientos indicados.

**PERIODO DE DICTADO:** primer cuatrimestre 2016.

**INICIO DE CLASES:** martes 6 de marzo – 16 h

**HORARIO CURSADA:** martes 16 -18 h, jueves 16 – 18 h

**HORARIO CONSULTA:** jueves 18 a 20 hs

**HORAS DE DICTADO:** 64 horas

**ASIGNATURAS VINCULADAS:** matemática – física – saneamiento I - saneamiento II.

**REGIMEN DE REGULARIZACIÓN DE LA MATERIA:**

La condición de regular para acceder al examen final se obtiene a través de:

- 80% de asistencia a los teóricos/prácticos.
- 1 parcial aprobado con 6 puntos o más.
- Presentación del estudio integral de cuenca.
- Análisis de caso.

No existe régimen de promoción de la materia

**PROGRAMA ANALITICO**

1. Conceptos básicos. Ciclo Hidrológico. Ecuación de continuidad. Cuencas hidrológicas. Balance hidrológico y balance de masa. (Bibliografía del capítulo: MARTINEZ DE AZAGRA, A. 1996 y MIHELICIC J, 2001)
2. Procesos hidrológicos: precipitación, detención, intercepción, evapotranspiración, infiltración. Relaciones intensidad-duración-frecuencia. Proceso lluvia-escorrentía. Escorrentía superficial, subsuperficial y subterránea. Método de Curva Número. (Bibliografía del capítulo: MARTINEZ DE AZAGRA, A. 1996)
3. Procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen en la migración de sustancias contaminantes. Procesos de transporte de masa: advección, dispersión y difusión. Sedimentación. Ley de Stokes. Repaso: reacciones de orden cero y de primer orden, adsorción, intercambio de iones. (Bibliografía del capítulo: MIHELICIC J, 2001)
4. Ríos. Hidrogramas de un río, anuales y de tormenta. Medición de caudales: aforos. Crecidas, determinación de caudales máximos. Período de retorno. Hidrograma Unitario. Método SCS. Tránsito de caudales. (Bibliografía del capítulo: MARTINEZ DE AZAGRA, A. 1996 y ANGELIER, 2003)
5. Erosión hídrica. Procesos de transporte de sedimentos en cuenca y en río. Erosión laminar, métodos de estimación: USLE. Erosión encausada. Perfil de velocidades. Velocidad de Manning. Régimen hidráulico de la corriente. Caudal sólido. Geomorfología fluvial: perfil longitudinal y transversal de un río. (Bibliografía del capítulo: PEPPER, 1996 y ANGELIER, 2003 )
6. Calidad y Contaminación del agua. Fuentes de contaminación. Parámetros de calidad del agua (temperatura, OD, salinidad, pH, etc) y valores característicos en los distintos componentes hidrológicos. (Bibliografía del capítulo: CHIN, 2006 ).
7. Sistemas Lóticos. Geomorfología de los ríos: Orden del río, tipos de flujo, patrones de los cauces. La interacción agua subsuperficial-superficial. Variaciones temporales. Eutrofización a contaminación trófica. (Bibliografía del capítulo: ANGELIER, 2003 y COLE, G. 1988).
8. Migración y destino de contaminantes en río. Procesos de mezcla. Dispersión longitudinal, transversal y vertical. Derrames y descargas continuas. Degradación de la materia orgánica, curvas de depleción del OD. Determinación de distancia crítica. Indices de calidad de agua: ICA. (Bibliografía del capítulo: CHIN, 2006)
9. Hidrología subterránea. Acuíferos, tipos de acuíferos, parámetros. Porosidad. Conductividad hidráulica. Almacenamiento. Movimiento del agua en medios porosos saturados y no saturados. Carga hidráulica y gradiente hidráulico. Ley de Darcy. Velocidad de Darcy y velocidad real. Ecuaciones de flujo. Estudio de acuíferos: freáticos y piezómetros. Interpolación de datos, curvas e interpretación. (Bibliografía del capítulo: DOMENICO, 1997, MIHELICIC J, 2001 y PEPPER, 1996).

10. Migración y destino de contaminantes en el subsuelo. Ecuación de transporte de contaminantes. Procesos de transporte de contaminantes: advección, dispersión, difusión. Procesos de transferencia: químicos y biológicos. Factor de retardo para sustancias orgánicas. (Bibliografía del capítulo: FETTER, 1999; MIHELIC J, 2001).
11. Vulnerabilidad de acuíferos. Definiciones. Métodos para cualificar y mapear vulnerabilidad. Métodos Drastic, God, Epik. (Bibliografía del capítulo: AUGÉ, M., 2004).
12. Introducción a la Limnología. Sistemas lénticos. Lagos. Regiones lacustres. Tipología de lagos. Morfología y efectos secundarios. Estratificación y parámetros que la regulan. Patrón anual de circulación y tipos. Producción primaria y clasificación de lagos. Nutrientes: fósforo y nitrógeno en lagos. Eutrofización. Modelos. (Bibliografía del capítulo: COLE, G. 1988)

## **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

- ANGELIER E., 2003. Ecología de las aguas corrientes. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 217 p. Capítulos 1 – 2 – 3 – 12 – 14.
- CHIN D.A., 2006. Water Quality Engineering in Natural Systems. Wiley Interscience. 610p.
- COLE G. 1988. Manual de Limnología. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. 405 p. Capítulos 2 –7– 9 –14.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS M. 1976. Hidrología Subterránea. Tomo I y II. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.
- DOMENICO P.A., SCHWARTZ F., 1997. Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, USA, 2ª ed., 506p. Capítulos 1 – 2 – 3.
- FETTER C.W.. 1999. Contaminant hydrogeology. Prentice Hall, 500p.
- MARTINEZ DE AZAGRA A. 1996 Hidrología forestal. El ciclo hidrológico. Secretariado de publicaciones. Universidad de Valladolid. España.
- MIHELIC J., 2001. Fundamentos de Ingeniería Ambiental. Limusa Wiley. 384 p.
- PEPPER I., Ch. GERBA, M. BRUSSEAU (Ed.), 1996. Pollution Science. University of Arizona, EEUU. 399 p. Capítulos: 5 – 15.
- SCHNOOR J., 1996. Environmental Modeling: Fate and transport of pollutants in water, air and soil. University of Iowa. Interscience publication. E.U.A. 682p. Capítulo 9

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA (Disponible en la cátedra)**

- ALLAN D., 1995. Stream Ecology. Structure and Function of running Waters. Chapman&Hall. 388p.
- ANDERSON M., WOESSNER W., 1994. Applied Groundwater Modeling. Academic Press, Inc. 381 p.
- BEDIENT PHILIP, RIFAI HANADI, NEWELL CHARLES, 1994. Ground Water Contamination. Transport and remediation. Prentice Hall PTR. New Jersey. 541 p
- BROWN, L.C. and BARNWELL, T.O.Jr. 1987. *The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS*. Documentation and User's Manual. U.S. Environmental Protection Agency. Athens. G.A. Report EPA/600/3-87/007.
- BUENO J., SASTRE H., LAVIN A., 1997. Contaminación e Ingeniería Ambiental. Modulo I: Principios generales y actividades contaminantes. 395 p. Fundación para el fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología. España. 5 Modulos.
- CUBILLOS ARMANDO, 1990. Calidad del Agua y Control de la Polución. CIDIAT, Venezuela. 146p.
- DEATON M., WINEBRAKE J., 2000. Dynamic Modeling of Environmental Systems. Springer Verlag, NY. 194p.
- FREEZE R.A., CHERRY J.A., 1979. Groundwater. Prentice Hall. 604p.

- GOMEZ CERREZO, R. 2003 Modelos conceptuales de funcionamiento de ríos y arroyos. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia.
- GONZALEZ DEL TÁNAGO DEL RÍO M. GARCÍA DE JALÓN LASTRA D., 1998. Restauración de Ríos y Riberas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 319 p.
- GREENBERG, ARNOLD, et al., 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition. American Water Works Association. 1220 p.
- HELMER R. Y HESPANHOL I (Ed.). 1999. Control de la contaminación del agua. Guía para la aplicación de principios relacionados con la calidad del agua. CEPIS, OPS/OMS, Lima, Perú. 546p.
- KREBS CHARLES, 1999. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Inc. 2ª Edition. 607p.
- LOPEZ CADENAS DE LLANO, F., 1994. (Edr). Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. 1994. 902 p.
- NORRIS, HINCHEE, BROWN, MCCARTTY, SEMPRINI, WILSON, ETC., 1994. Handbook of Bioremediation. CRC Press, Inc. 255 P.
- OROZCO BARRENETXEA CARMEN, PEREZ SERRANO A. y otros, 2003. Contaminación ambiental. Una visión desde la Química. Paraninfo, España. 677 p.
- PESCOD, M.B., 1992 Wastewater treatment and use in agriculture. FAO 47. Roma.
- ROSSI, G., 1992. Coping with Floods. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- SALA O., JACKSON R. MOONEY H. HOWARTH R. (editors), 2000. Methods in Ecosystem Science. Springer-Verlag, NY. 421 p.
- SCHNOOR, J., 1996. Environmental Modeling: Fate and transport of pollutants in water, air, and soil. University of Iowa. Interscience publication. E.U.A.
- SEANEZ CALVO y colaboradores, 1999. Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Natural Continental. La contaminación del medio natural continental: aire, aguas, suelos, vegetación y fauna. Tecnologías de identificación, lucha y corrección. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 2ª edición. 702p.
- THOMANN, R. and MUELLER, J, 1987. Principles of surface water quality modeling and control. Manhattan College. Harper Collins Publishers. E.U.A.
- THOMANN, R. and MUELLER, j., 1987. Principles of surface water quality modeling and control. Manhattan College. Harper Collins Publishers. E.U.A.
- TINDALL J.A., J. KUNKEL, 1999. Unsaturated Zone Hydrology for Scientist and Engineers. Prentice Hall. 624p
- USEPA, 2001. Primary Standard for drinking water.
- VAN DER PERK M., .2006. Soil and Water Contamination from molecular to catchment scale. Taylor & Francis Group, 389p.
- VEN TE CHOW, 1994. Hidrología Aplicada. Mc Graw- Hill Interamericana (formato PDF)
- WESTMAN WALTER, 1985. Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning. Wiley-Interscience Series. 532 p.
- WETZEL R.G., LIKENS G.E., 1991. Limnological Analysis. Elsevier, 2ªed. . 391p.
- WHO, 1998. Standards and Guidelines for Drinking Water
- YARON, B., G. DAGAN, J. GOLDSHMID, 1984. Pollutants in Porous Media. The Unsaturated Zone Between Soil Surface and Groundwater. Springer-Verlag, 296p.
- ZHENG C., BENNETT G., 2002. Applied Contaminant Transport Modeling. Wiley InterScience. 1ª y 2ª ediciones. 621p.
- ZHENG CHUNMIAO, BENNETT GORDON, 1995. Applied Contaminant Transport Modeling. Theory and Practice. Van Nostrand Reinhold, NY. 440 p.

## RECURSOS INTERNET

AUGE, M. <http://www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/>

Encyclopedia of Hydrological Sciences online!. <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0470848944>

FETTER C. W. Home Page for *Applied Hydrogeology* <http://www.appliedhydrogeology.info/>

Gallagher D., Andrea Dietrich 1998. Environmental Sampling & Monitoring Primer. Civil Engineering Department at Virginia Tech: <http://www.cee.vt.edu/ewr/environmental/teach/smprimer/smprimer.html>

Gallagher D., Naraine Persaud, 1998. Soil and Ground Water Pollution Primer. Civil Engineering Department at Virginia Tech: <http://www.cee.vt.edu/ewr/environmental/teach/gwprimer/gwprimer.html>

Glossaire International d'Hydrologie (UNESCO)  
<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/HINDFR.HTM>

Hidrogeología y aguas subterráneas. Instituto Geológico y Minero de España.  
[http://www.igme.es/internet/web\\_aguas/igme/homec.htm](http://www.igme.es/internet/web_aguas/igme/homec.htm)

SANCHEZ ROMÁN, J. 2010 Hidrogeología Hidrología. Universidad de Salamanca, España  
<http://web.usal.es/~javisan/hidro/hidro.htm>

### **Docentes:**

Dra. Ana Cecilia Dufilho

e-mail: [ceciliadufilho@gmail.com](mailto:ceciliadufilho@gmail.com)

Lic. Giselle Orellano

e-mail: [giselleorellano@gmail.com](mailto:giselleorellano@gmail.com)

Lic. Maira Kraser

e-mail: [mairakraser@yahoo.com.ar](mailto:mairakraser@yahoo.com.ar)

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y SALIDAS DE CAMPO. Año 2018

<b>Clase</b>	<b>Fecha</b>	<b>Capítulo – Actividad</b>	<b>Hora</b>
1	6/03	Tema 1	16:00 – 18:00
2	8/03	Tema 2	16:00 -18:00
3	13/03	Tema 2	16:00 – 18:00
4	15/03	Ejercicios prácticos	16:00 – 18:00
5	20/03	Descripción del estudio integral de cuenca que se realizará durante la cursada	16:00 – 18:00
6	22/03	Trabajo con estudio de cuenca	16:00 – 18:00
7	27/03	Tema 3	16:00 – 18:00
8	29/03	Feriado	
9	3/04	Trabajo con estudio de cuenca	16:00 – 18:00
10	5/04	Trabajo con estudio de cuenca	16:00 – 18:00
11	10/04	Tema 4	16:00 – 18:00
12	12/04	Ejercicios	16:00 – 18:00
13	17/04	Tema 5	16:00 – 18:00
14	19/04	Trabajo con estudio de cuenca – Entrega	16:00 – 18:00
15	24/04	Tema 6	16:00 – 18:00
16	26/04	Trabajo amparo judicial	
17	1/05	Feriado	
18	3/05	Trabajo amparo judicial	16:00 – 18:00
19	8/05	Tema 7	16:00 – 18:00
20	10/05	Tema 8	16:00 – 18:00
21	15/05	Ejercicios	16:00 – 18:00
22	17/05	Ejercicios	16:00 – 18:00
23	22 a 25/05	Asueto Semana de mayo	
24	29/05	Tema 9	16:00 – 18:00
25	31/05	Ejercicios	16:00 – 18:00
26	5/06	Tema 10	16:00 – 18:00
27	07/06	Ejercicios	16:00 – 18:00
28	12/06	Consulta	16:00 – 18:00
29	14/06	Parcial	16:00 – 18:00
30	19/06	Tema 11	16:00 – 18:00
31	21/06	Tema 12	16:00 – 18:00
32	26/06	Recuperatorio	16:00-18:00
	28/06	Cierre cursada	