



Universidad Nacional de Salta
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Escuela de Posgrado
AVENIDA BOLIVIA 5150
4400 - SALTA
REPÚBLICA ARGENTINA
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

SALTA, 27 de Julio de 2014
EXPEDIENTE N° 10.493/2014

R-CDNAT-2014 N° 334

VISTO:

Las presentes actuaciones relacionadas con el dictado del Curso de Posgrado, titulado: "GEOHIDROLOGIA AMBIENTAL", en el marco de los cursos programados para el Doctorado en Ciencias Geológicas; y

CONSIDERANDO:

Que el dictado de este Curso estará a cargo del Dr. Carlos Juan SCHULZ, Profesor adjunto de las cátedras Hidrología Ambiental e Hidrología Subterránea, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de la Pampa, y del Dr. Rodolfo GARCIA, Profesor Adjunto de la cátedra Geología de los Recursos Hídricos, de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNSa;

Que se llevará a cabo durante los días 3 al 7 de noviembre de 2014;

Que el presente Curso es de Posgrado, tiene una carga horaria de 60 horas, (40 hs. teóricas y 20 hs. prácticas);

Que este Curso tiene por objetivo profundizar los conocimientos básicos del agua subterránea y su relación con el medio ambiente.

Que la evaluación consta de un examen final escrito, se requerirá asistencia mínima del 80% a las clases;

Que está dirigido a alumnos de posgrado de la Universidad Nacional de Salta, Geólogos, Ingenieros en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Civiles y Biólogos;

Que a fs. 45 obra Informe de la Dirección Administrativa de la Escuela de Posgrado que aconseja que los aranceles del curso sean: \$1000 (pesos mil) para alumnos de posgrado, docentes e investigadores de la UNSa y \$1200 (pesos mil doscientos) para profesionales de otras reparticiones y empresas, teniendo en cuenta la inflación mensual, que se acumula, mes a mes, hasta noviembre de 2014 y contemplando que el pasaje en avión desde La Pampa debe ser vía Buenos Aires, para los tramos de venida y regreso. Con un cupo mínimo de 25 alumnos para cubrir los costos;

Que a fs. 46 obra Dictamen de la Comisión de Docencia y Disciplina que aconseja aprobar el dictado de este Curso de Posgrado, docentes a cargo, fecha, programa, carga horaria, modalidad y aranceles, según la recomendación realizada a fs. 45;

Que a fs. 47 rola Despacho N° 762/14 de Consejo y Comisiones que informa que el Consejo Directivo de esta Facultad en su Reunión Ordinaria N° 12-14 del veintidós de julio de 2014, APROBÓ el Despacho de la Comisión de Docencia y Disciplina; y solicita la emisión de la presente;

POR ELLO y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

(En su Reunión Ordinaria N° 12-14 del 22 de julio de 2014)

RESUELVE:

ARTICULO 1°.- AUTORIZAR el Dictado del Curso de Posgrado N° 7/14, titulado: "GEOHIDROLOGIA AMBIENTAL", organizado por la Carrera de Posgrado Doctorado en Ciencias Geológicas, a cargo del Dr. Carlos SCHULZ (Universidad Nacional de La Pampa) y del Dr. Rodolfo Fernando GARCIA (UNSa).



Universidad Nacional de Salta
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Escuela de Posgrado
AVENIDA BOLIVIA 5150
4400 - SALTA
REPÚBLICA ARGENTINA
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

EXPEDIENTE N° 10.493/2014

R-CDNAT-2014 N° 334

ARTICULO 2°.- APROBAR carga horaria, objetivos, programa, bibliografía, cupo y aranceles, que obran en fs. 1 a 5 y en fs. 45 de estas actuaciones y que como Anexo I forman parte de la presente.

ARTICULO 3°.- INDICAR que este curso tiene una carga horaria total de 60 horas, 40 hs. teóricas y 20 hs. prácticas. Con evaluación final. Porcentaje de asistencia mínimo requerido 80%.
Se llevará a cabo entre los días 3 al 7 de noviembre de 2014.

Está dirigido a Alumnos de posgrado de la Universidad Nacional de Salta, Geólogos, Ingenieros en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Civiles y Biólogos

ARTICULO 4°.- FIJAR los aranceles de inscripción a este Curso como se indica a continuación:

- \$1000 (pesos un mil): Alumnos de posgrado, Docentes e Investigadores de la UNSa.
- \$1.200 (pesos mil doscientos): Profesionales de otras reparticiones y empresas.

El arancel deberá ser abonado por cada uno de los interesados en la Dirección Administrativa Económica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta.

Las inscripciones deben registrarse en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNSa.


ARTICULO 5°.- FIJAR como cupo mínimo 20 (veinte) y como máximo 40 (cuarenta), participantes.


ARTICULO 6°.- PRESTAR CONFORMIDAD para que el Dr. Rodolfo Fernando GARCIA, actúe como Coordinador Académico de este Curso de Posgrado.

ARTICULO 7°.- ESTABLECER que en caso de existir un excedente financiero operativo (por sobre el presupuesto estimado en fs. 1), el 5% de este excedente se imputará a la cuenta Ingresos No Tributarios – Derechos, de la Facultad de Ciencias Naturales, mientras que el 95% restante quedará a disposición de la Facultad de Ciencias Naturales, hasta que la Comisión de Hacienda y Presupuesto decida al respecto. La retención deberá realizarse de acuerdo al Art. 2 de la Resolución CS 122/03.

ARTICULO 8°.- HÁGASE SABER a quien corresponda, remítanse copias a la Escuela de Posgrado, Dirección Administrativa Económica, Tesorería General de la Universidad y siga a la Escuela de Posgrado para que a través del Director del Curso y Coordinador Académico, una vez concluido el dictado del mismo, informen la nómina de participantes y los resultados obtenidos.

ARTICULO 9°.- PUBLÍQUESE en la página de Internet de la Universidad Nacional de Salta.
cng/MER


Lic. MARIA MERCEDES ALEMAN
SECRETARIA ACADÉMICA
Facultad de Ciencias Naturales


M. Sc. Lic. ADRIANA E. ORTIN VUJOVICH
DECANA
Facultad de Ciencias Naturales



Universidad Nacional de Salta
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Escuela de Posgrado
AVENIDA BOLIVIA 5150
4400 - SALTA
REPÚBLICA ARGENTINA
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

ES COPIA

ANEXO I
Res. R-CDNAT-2014 N° 334



ES COPIA

CURSO DE POSGRADO "GEOHIDROLOGÍA AMBIENTAL"

Fecha: 03 a 07 de Noviembre de 2014.

Carga horaria: 60 (sesenta) horas. 40 (cuarenta) horas teóricas y 20 (veinte) horas prácticas.

Destinatarios del Curso: Geólogos, Ingenieros en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Civiles y otros profesionales afines.

Cupo: 40 (cuarenta) participantes como máximo y 20 (veinte) como mínimo.

Docentes a cargo:

Dr. Carlos Juan Schulz. Universidad Nacional de La Pampa.

Dr. Rodolfo Fernando García. Universidad Nacional de Salta.

Fundamentación

El agua es un recurso natural esencial para el desarrollo de la vida humana. Las principales fuentes de extracción son los cuerpos de agua superficiales y los embalses subterráneos.

Los embalses subterráneos o acuíferos son formaciones geológicas que permiten la circulación del agua por sus poros, grietas y/o cavidades interconectadas. La explotación del agua del subsuelo se efectúa generalmente mediante pozos, donde se instala una bomba sumergible que capta el agua almacenada. El recurso así obtenido puede satisfacer la demanda de abastecimiento a poblaciones, industrias, riego de cultivos o simplemente cubrir las necesidades hídricas a nivel domiciliario rural.

Las principales limitantes para su aprovechamiento son la existencia de una formación geológica portadora y transmisora del agua, la profundidad a que se encuentra esta unidad y la calidad del recurso hídrico (físicoquímica y bacteriológica). La calidad depende tanto de factores naturales como antrópicos. Los primeros están vinculados al Ciclo Hidrológico y los segundos, a la acción directa e indirecta del hombre sobre el recurso.

El Ciclo Hidrológico comprende el movimiento o transferencia de las masas de agua de un sitio a otro en el Planeta y el cambio de un estado físico a otro: líquido (agua de lluvia, ríos, lagos, acuíferos, etc.), sólido (nieve, hielo y granizo) y gaseoso (vapor de agua).

Se puede suponer que el Ciclo Hidrológico se inicia cuando parte del vapor de agua de la atmósfera se condensa y da origen a precipitaciones en forma de lluvia o nieve. No toda el agua precipitada alcanza la superficie del terreno: una parte se vuelve a evaporar durante su caída y otra es interceptada por la vegetación, carreteras, superficies de edificios, etc., y devuelta nuevamente a la atmósfera en forma de vapor.

Del agua que alcanza la superficie del terreno, una porción queda almacenada y regresa a la atmósfera por evapotranspiración, otra parte escurre por la superficie y, otra, infiltra en el suelo. El movimiento del agua en profundidad y en función de que si se produce en la zona no saturada o en la zona saturada, se denomina infiltración y percolación o escorrentía subterránea, respectivamente. El movimiento del agua en el perfil del suelo es en general muy lento y se debe fundamentalmente a la acción gravitatoria.

Salvo algunos casos particulares, la mayor parte de las aguas de escorrentía superficial y subterránea alcanzan el mar. Puede entonces considerarse que los océanos son el punto final del Ciclo Hidrológico.

A lo largo del Ciclo Hidrológico, el agua participa en procesos de origen natural, y así también es afectada por la actividad del Hombre, que se manifiesta de diversas formas. En particular cabe citar la agricultura como un ejemplo de actividad que afecta directamente la calidad del agua subterránea. La utilización de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, etc., incorpora elementos que intervienen en los procesos químicos que se desarrollan en el suelo, en los que participa el agua. Los efluentes industriales o domésticos que llegan a infiltrar a través del terreno, constituyen también una fuente de incorporación de elementos que pueden resultar en una

P
M



ES COPIA

disminución de la calidad del agua. Si por tal situación se debe suspender el uso que a la que estaba destinada, se dice que la misma ha sido contaminada para ese uso o fin.

El tipo, extensión y duración de las alteraciones en la calidad del agua dependen del tipo de influencia que ejerzan las actividades humanas, de los procesos geoquímicos, físicos y biológicos que tengan ocurrencia en el suelo y el subsuelo y de las condiciones hidrogeológicas existentes.

De lo expuesto, se desprende la importancia de tener conocimiento de los sistemas acuíferos de una región, con el objetivo de gestionar una correcta explotación del mismo, máxime por tratarse de una de las principales fuentes de reserva hídrica.

Objetivo del Curso: Profundizar los conocimientos básicos del agua subterránea y su relación con el medio ambiente.

Contenidos:

- **Introducción.** El agua en la Naturaleza. El ciclo del agua: expresión simplificada. Breve reseña de los factores que condicionan el ciclo. El ciclo hidrológico: Precipitación, escurrimiento, evapotranspiración e infiltración. Instrumental y estaciones meteorológicas. Mecanismo de la infiltración: tipos de agua en el suelo.
- **El agua en el suelo:** Clasificación y comportamiento. El balance hídrico. El agua en la zona no saturada.
- **Balance hidrológico.** Definición y fórmula simplificada. Evapotranspiración (medidas directas e indirectas). Métodos para el desarrollo del balance.
- **Agua subterránea.** Origen. Clasificación por su posición en el perfil. Características hidráulicas en las zonas: edáfica, intermedia, capilar y saturada. Propiedades de los sedimentos portadores (porosidad, retención específica). Permeabilidad. Transmisividad. Concepto de acuífero. Condiciones del medio (isotropía, anisotropía, homogeneidad, heterogeneidad). Relación entre el agua superficial y el agua subterránea. Distribución de la hidrosfera.
- **Flujo en medio poroso.** Principios que lo rigen. Ley de Darcy (rango de validez). Flujos laminar y turbulento. Ecuación de continuidad. Flujo uniforme y variable. Flujo libre y bajo presión. Flujo radial hacia pozos.
- **Hidrodinámica.** Curvas equipotenciales (isofreáticas e isopiezas), construcción y propiedades. Red de flujo, elaboración y clasificación por su forma en planta y perfil. Identificación de ámbitos de recarga y de descarga. Interpretación hidrodinámica cualitativa y cuantitativa. Determinación de parámetros hidráulicos. Transmisividad, permeabilidad, porosidad y almacenamiento. Métodos empíricos, de laboratorio y de campo. Trazadores. Ensayos de bombeo (métodos de equilibrio y de variación, a caudal constante y variable). Ensayos de depresión y de recuperación. Características del pozo de bombeo y de observación. Ensayos en acuíferos libres, confinados y semiconfinados.
- **Hidrogeoquímica:** Propiedades físico-químicas y constituyentes de las aguas, superficiales y subterráneas. Calidad para abastecimiento: comentario de las distintas normativas. Calidad para distintos usos (agrícolas, ganadero, industrial, recreativo, etc.). Origen y características hidrogeoquímicas de los principales constituyentes disueltos de las aguas subterráneas. Representación gráfica de los resultados.
- **Contaminación.** Modos de contaminación de las aguas subterráneas Principales agentes contaminantes. Principales fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas. Algunos ejemplos: Residuos (líquidos y sólidos) urbanos; Contaminación agrícola; Contaminación por actividades industriales. Vulnerabilidad de acuíferos. Protección de las aguas subterráneas.



ES COPIA

Práctica: El curso consta de cuatro trabajos prácticos.

- Balance hídrico.
- Hidrogeoquímica.
- Hidráulica de acuíferos.
- Resolución de problemas integrales del sistema Agua superficial-subterránea-ambiente con el objetivo de plantear un modelo de gestión.

Metodología de enseñanza

Se utilizará como metodología la resolución de situaciones problemáticas mediante la utilización de diferentes procedimientos:

- Cálculo de lámina media caída mediante distintos métodos.
- Cálculo de aforo de cursos superficiales mediante distintos métodos.
- Análisis de ensayos de bombeo, resolución de distintas situaciones piezométricas.
- Interpretación de análisis químicos y confección de gráficos.

Instancias de evaluación durante el curso: Se evaluarán los trabajos prácticos realizados.

Cronograma:

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 8:30 a 12:30 15:00 a 19:00 | 8:30 a 12:30 15:00 a 19:00 | 8:30 a 12:30 15:00 a 19:00 | 8:30 a 12:30 15:00 a 19:00 | 8:30 a 12:30 15:00 a 19:00 |

Bibliografía:

Benítez, A. 1972. Captación de aguas subterráneas. ED. Dossat. 2ª Edición.

Brassington, R. 1988. Field Hydrogeology. Open University Press, John Wiley & Sons.

Castany, G. 1963. Traité pratique des eaux souterraines. Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).

Castany, G. 1967. Prospection et exploitation des eaux souterraines. Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).

Castany, G. 1982. Principes et méthodes de l'Hydrogéologie. Ed. Dunod, 238 pp.

Custodio, E. y M. R. Llamas (Eds.). 1983. Hidrología Subterránea. (2 tomos). Omega, 2350 pp.

Davis, S.N. y De Wiest, R.J.M. 1966. Hydrogeology. Ed. John Wiley and Sons, (trad. castellana: Ed. Ariel).

Doménico, P. A. & Schwartz, F. W. 1998. Physical and chemical hydrogeology. Wiley, 502 pp.

Fetter, C. W. 2001. Applied Hydrogeology. Prentice-Hall, 4ª ed., 598 pp.

Fetter, C.W.J.R. 1980. Applied Hydrogeology. Charles E. Merrill. Pub. Co. (3ª ed., Prentice-Hall, 1994, 691 pg.)

Fitts, C. R. 2002. Groundwater Science. Elsevier, 450 pp.

Freeze, R. A. Y J. A. Cherry. 1979. Groundwater. Prentice-Hall, 604 pp.

García Maurizzio, R.F. 2013. Geología de los Recursos Hídricos. Asociación Internacional de Hidrogeólogos Grupo Argentino. AIH-GA. Universidad Nacional de Salta. ISBN 978-987-27407-2-6.

Hiscock, H. 2005. Hydrogeology. Principles and practice. Blackwell, 389 pp.

Lohman, S.W. 1972. Ground Water Hydraulics .U.S. Government Printing Office, (trad. castellana: Ed. Ariel).

Marsily, G. 1983. Hydrogéologie quantitative. Pub. CIG; ENSMP, Paris.

Narasimhan, T.N. 1982. Recent trends in Hydrogeology. The Geological Society of America, Special Paper, 189.

Price, M. 2003. Agua Subterránea. Limusa, 341 pp. Traducción de la edición inglesa de 1996 (Introducing Groundwater. Chapman & Hall, 278 pp.)

schoeller, h. (1962).- "Les Eaux souterraines".Ed. Masson.

P
R



Universidad Nacional de Salta
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

Escuela de Posgrado
AVENIDA BOLIVIA 5150
4400 - SALTA
REPÚBLICA ARGENTINA
TEL./FAX: 54 - 0387 - 4255513

ES COPIA

Schwartz, F. W. & H. Zhang. 2003. Fundamentals of Groundwater. Wiley, 592 pp.
Watson, I. & Burnett. 1995. Hydrology. An environmental approach. CRC Lewis, 702 pp.
Todd, D.K. 1972. Groundwater Hydrology. John Wiley and Sons, Inc. (trad. Ed. Paraninfo).

Hidráulica de captaciones

Hall, P. 1996. Water Well and Aquifer Test Analysys. Water Resources Pub., 412 pp. Incluye un disquete con programas para interpretar bombeos de ensayo
Kruseman, G.P. & N.A. Ridder. 1990. Analysys and Evaluation of Pumping Test Data. International Institute for Land Reclamation and Improvement, 377 pp.
Villanueva & Iglesias. 1984. Pozos y Acuíferos. Técnicas de Evaluación mediante ensayos de bombeo. Instituto Geológico y Minero de España, 426 pp.

Construcción de captaciones

Driscoll, F. G. 1986. Groundwater and Wells. Johnson Sreens, 1089 pp.

Hidroquímica

Appelo, C. y D. Postma. 1993. Geochemistry, Groundwater and Pollution. Balkema, 536 pp.
Drever, J.I. 1997. The geochemistry of Natural Waters. Prentice Hall, 3ª ed. 436 pp.
Kehew, A.E. 2001. Applied Chemical Hydrogeology. Prentice Hall, 368 pp.
Langmuir, D. 1997. Aqueous Environmental Geochemistry. Prentice-Hall, 600 pp.
Lloyd, J.W. y J.A. Heathcote. 1985. Natural Inorganic Hydrochemistry in Relation to Groundwater. Claredon Press, 296 pp.

Contaminación de aguas subterráneas

Fetter, C. W. 1998. Contaminant Hydrogeology. Prentice-Hall, 2ª edición, 500 pp.