

FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: fcxactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA



RESOLUCION N°: 33

SANTA ROSA, 5 ABR 2002

VISTO:

El Expediente N°: 663/01, y;

CONSIDERANDO:

Que el Departamento de Ciencias Naturales eleva para su aprobación el programa de las asignaturas "HIDROGEOLOGIA" y "HIDROLOGIA SUBTERRANEA";

Que en Sesión Ordinaria del día 4 de abril de 2.002 el Consejo Directivo aprobó por unanimidad el Despacho de la Comisión de Enseñanza, por el cual se aconseja aprobar el programa de las asignaturas "HIDROGEOLOGIA" y "HIDROLOGIA SUBTERRANEA", para la carrera Licenciatura en Geología (Planes de Estudio 1981 y 1998);

POR ELLO:

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES

RESUELVE:

ARTICULO 1°. - Aprobar el programa de las asignaturas "HIDROGEOLOGIA" y "HIDROLOGIA SUBTERRANEA", para la carrera Licenciatura en Geología (Planes de Estudio 1981 y 1998), para la carrera Licenciatura en Geología (Plan de Estudio 1998), que como Anexo I, II, III IV, V y VI forma parte de la presente Resolución.

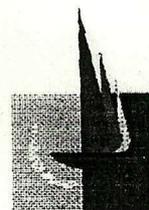
ARTICULO 2°. - Regístrese, comuníquese. Dése conocimiento al Departamento Alumnos, Departamento de Ciencias Naturales, CENUP y al docente de la cátedra Lic. José MALAN. Cumplido, archívese.


Geol. Hugo M. MARTINEZ
Presidente Consejo Directivo
Fac. de Ciencias Exactas y Naturales



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Tringúy 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: fexactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



1

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo I de la Resolución N°: 33/02

ANEXO I

DEPARTAMENTO DE : Ciencias Naturales

ASIGNATURA: Hidrogeología- Hidrología Subterránea

CARRERA/S - PLAN/ES : Licenciatura en Geología (Plan 1981-Plan 1998)

CURSO: 5° Año

RÉGIMEN: Cuatrimestral

CARGA HORARIA:

- Teóricos: Cuatro (4) horas
- Prácticos: Cuatro (4) horas

CICLO LECTIVO: 2002

EQUIPO DOCENTE DE LA CÁTEDRA :

- Lic. José Miguel Malán (Prof. adjunto)
- Lic. Carlos Miglianelli (Jefe Trabajos Prácticos)
- Lic. Eduardo Mariño (Colaborador)
- Lic. Carlos Schulz (Colaborador)

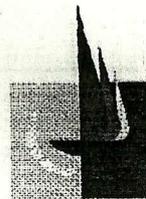
OBJETIVOS Y/O ALCANCES DE LA ASIGNATURA

Brindar al alumno los elementos básicos para el adecuado conocimiento del agua subterránea, que le permitan comprender el porqué de su existencia, su vinculación con las aguas meteóricas y superficiales, las características del medio geológico donde se alojan y circulan y su influencia en lo que hace a sus posibilidades de aprovechamiento, y aspectos geoquímicos derivados de su litología y condiciones hidráulicas. A los efectos prácticos, señalar los distintos métodos de investigación y captación, y las posibilidades de aprovechamiento para distintos usos, según su composición química.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: fxactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



2

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo II de la Resolución N°: 33/02

ANEXO II

ASIGNATURA: Hidrogeología- Hidrología Subterránea

CICLO LECTIVO: 2002

PROGRAMA ANALITICO

Tema 1: Definición de Hidrogeología y Geohidrología. Antecedentes históricos sobre la utilización del agua subterránea, teorías sobre su origen y desarrollo de su conocimiento. El agua subterránea y las actividades humanas; importancia de la profesión, relación con otras ciencias. La Geohidrología en la República Argentina.

Tema 2: El Ciclo Hidrológico: elementos y medios donde se desarrolla. Precipitación: tipos, medición, cálculos y presentación de resultados. Evaporación: definición, estudio. Transpiración: factores, cálculo. Evapotranspiración: concepto, factores, medición. Escurrimiento: concepto; cuenca, factores del escurrimiento fluvial; red hidrográfica, caudal de los cursos; componentes de la circulación; ciclo de circulación; fases, hidrogramas. Infiltración: definición y factores; mecanismos y medición. Déficit de circulación. Balance hidrológico.

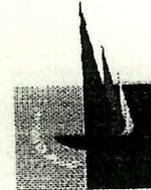
Tema 3: El agua en el suelo y en el subsuelo. Porosidad; factores. Tipos de agua en el suelo. Complejo sólido-agua-aire: expresiones y medición de la humedad en el suelo. Coeficiente de almacenamiento. Repartición de los distintos tipos de agua en el suelo y el subsuelo. Lisímetros.

Tema 4: Circulación del agua subterránea; movimiento vertical descendente (Infiltración) y ascendente (Capilaridad); movimiento lateral: flujo permanente y uniforme, laminar y turbulento (número de Reynolds). Ley de Darcy. Gradiente hidráulico. Permeabilidad: concepto, unidades, factores, valores; métodos de determinación. Caudal y velocidad de flujo. Transmisibilidad. Generalización de la Ley de Darcy. Ecuación de continuidad.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: fexactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



3

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo II de la Resolución N°: 33/02

Tema 5: Los Acuíferos (acuíferos, acuitardos, acuíclados, acuífugos). Acuíferos libres, confinados, semiconfinados, colgados. Hidráulica de pozos: conceptos básicos. Régimen permanente y no permanente. Anisotropía y Heterogeneidad. Caudal específico y Eficiencia de un pozo. Campos de bombeo. Efectos de límites de los acuíferos. Ensayos de bombeo. Determinación de parámetros hidráulicos por ensayos de bombeo: métodos de equilibrio para acuíferos libre y confinado (fórmulas de Thiem) y semiconfinado (f. de De Glee o Jacob); métodos de variación para acuífero confinado (f. de Theis, f. de Jacob), semiconfinado (f. de Walton, f. de Jacob Hantush) y libres (drenaje instantáneo y diferido); recuperación; determinación de la eficiencia de un pozo; selección de métodos a aplicar; otras aplicaciones de los ensayos de bombeo.

Tema 6: Superficies Piezométricas: relaciones con la profundidad, determinación; tipos de piezómetros; mapas piezométricos. Tipos de superficies piezométricas, interpretación. Variaciones de nivel de las superficies piezométricas, naturales y artificiales. Circulación del agua subterránea en función de la geología, geomorfología e hidroclimatología.

Tema 7: Hidroquímica. Sustancias disueltas en el agua. Características físico-químicas del agua. Muestreo del agua. Análisis químico.

Tema 8: Hidrogeoquímica. Procesos modificadores. Las aguas subterráneas en los distintos tipos de rocas. Evolución geoquímica del agua en el suelo y en los acuíferos. Técnicas de estudio hidrogeoquímico: diagramas, gráficos y mapas hidrogeoquímicos. Isótopos estables. Clasificación geoquímica de las aguas.

Tema 9: Calidad físico-química del agua: criterios y normas de aptitud. Calidad para abastecimiento, uso sanitario, riego, ganadería, industria. Calidad desde el punto de vista bacteriológico. Conceptos de contaminación. Tratamientos.

Tema 10: Zona no saturada. Introducción. Características de la zona no saturada. Relaciones Agua-Aire-Suelo. Curvas características. Permeabilidad de los medios porosos no saturados. Ecuaciones de flujo y transporte de masa. Comportamiento de los plaguicidas en la zona no saturada. Estudio experimental de transporte de plaguicidas a través de la Zona no saturada.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Av. Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: fexactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



4

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo II de la Resolución N°: 33/02

Tema 11: Métodos de investigación de los recursos hídricos subterráneos. Características del agua subterránea según distintas zonas climáticas. Las formaciones geológicas como portadoras de agua subterránea. Acuíferos costeros. Prospección hidrogeológica: objetivos, técnicas (inventario, reconocimiento geológico, análisis geomorfológico, métodos geofísicos, sondeos). Mapas y registros geohidrológicos. Estudios regionales. Cálculo de Reservas y Recursos hidrogeológicos. Balance hídrico global.

Tema 12: Análisis de Sistemas y Modelación. Introducción al Análisis de Sistemas y Modelación. Introducción al concepto de modelo. Ecuación de flujo del agua subterránea. Hipótesis de cálculo. Modelos matemáticos. Tipos de modelos matemáticos. Simulación y optimización. Etapas de modelación. Contaminación. Introducción. Fuentes más usuales de contaminación. Procesos que afectan el transporte de los contaminantes. Procesos geoquímicos. Procesos bioquímicos. Procesos físicos. Procesos biofísicos. Concepto de vulnerabilidad. Concepto de Mapa de vulnerabilidad. Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad. Métodos a utilizar. Aplicación de la metodología.

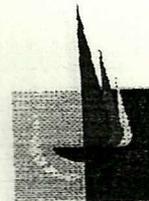
Tema 13: Técnicas de captación; pozos convencionales (cavados), perforaciones: métodos (percusión, rotación con circulación directa e inversa). Elementos básicos para la ejecución de una perforación. Entubación y cementación de pozos. Filtros: función y tipos. Prefiltro de grava. Desarrollo de pozos: distintos métodos. Preservación. Galerías de captación. Pozos de colectores horizontales. Bombas. Cálculo de caudales, distribución de pozos, régimen de explotación. Recarga de acuíferos: generalidades y captaciones.

Tema 14: El agua subterránea en la República Argentina. Provincias Hidrogeológicas. El agua subterránea en la región y en la Provincia de La Pampa.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Avenida 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: fxactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



5

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo III de la Resolución N°: 33/02

ANEXO III

ASIGNATURA: Hidrogeología – Hidrología Subterránea

CICLO LECTIVO: 2002

BIBLIOGRAFÍA

AHRENTS, T.P.: Criterios para el diseño de perforaciones de agua; trad. Por M. P. Auge (CFI) del Water Well Journal, 1957.

ALBA, A.: Curso de Recursos Hídricos – Orientación Aguas Subterráneas; Fac. Ing. Petróleo –U.N. de Cuyo; Mendoza, 1974.

ANDREU, J.: Conceptos y Métodos para la planificación Hidrológica, CIMNE, Barcelona, España, 1993

APPELO, C.A.J. Y POSTMA D. Geochemistry, Groundwater and Pollution. A.A. Balkema Pub., Rotterdam, 536 p., 1993.

BENITEZ, A.: Captación de Aguas Subterráneas, Ed. Dossat, 2ª. Ed.; Madrid, 1972

CALLEGARO, R. Y ALVARADO, E. de: Normas de Agua Potable de la provincia de B. Aires; Dir. O. Sanitarias, La Plata 1962.

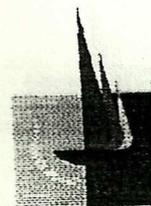
CASTANY, G.: Tratado Práctico de las Aguas Subterráneas; Ed. Omega, Barcelona 1971.

CANDELA, L., VARELA, M.: La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas. Teoría medición y modelos. CIMNE, 322 pp. Barcelona, España 1993.



FAACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Avenida 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: exactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



6

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo III de la Resolución N°: 33/02

CASTANY, G.: Prospección y Explotación de Aguas Subterráneas; Ed. Omega, Barcelona 1975.

CERANA, L.: Análisis químico de aguas destinadas a usos agropecuarios; IDIA, 1972.

CUSTODIO JIMENA, E.: Recarga artificial de acuíferos- Avances y Realizaciones; Serv. Geol. Bol. 45; España, 1986.

CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. R.: Hidrología Subterránea; 2 Tomos; Ed. Omega; Barcelona 1976.

DAVIS, S. N. y De Wiest, R J. M.: Hidrogeología; Ed. Ariel; Barcelona 1971.

DOMENICO, P. Y SCHWARTZ, F. Physical and Chemical Hydrogeology. Ed. Wiley International, 824 p., 1990.

DREVER, J.I. The geochemistry of natural waters. Prentice-Hall, New Jersey, 388 p., 1982.

E.A.S.N.E.: Contribución al estudio geohidrológico del noroeste de la provincia de Buenos Aires; C.F.I., La Plata 1972.

FREEZE, R.A. Y CHERRY J.A. Groundwater. Prentice-Hall, New Jersey, 604 p., 1982.

GONZALEZ, N., HERNANDEZ, M. y VIDELA, C.R.: Léxico Hidrogeológico; Pcia. de B. Aires - C.I.C.; La Plata 1986.

JOHNSON DIVISION: El agua subterránea y los pozos; Minnesota 1975.

JOHNSON DIVISION: Goundwater and Wells; Second Edition; Minnesota 1986.

HEM, J.D. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. US Geological Survey, Water-Supply Paper 254, 1985.



ESCUELA DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Avenida 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: exactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

7

Corresponde al Anexo III de la Resolución N°: 33/02

HIRATA, R Y REBOUCAS, A.: La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos., Boletín Geológico y Minero, pp.79-92. ITGME, Madrid, España. 1999.

KRUSEMAN, G.P. y De RIDDER, N.A.: Análisis y evaluación de los datos de ensayo de bombeo; traducción; original, Holanda 1970.

MALAN, J.M.: Aspectos geohidrológicos más salientes de la provincia de La Pampa; 1° Jorn. Geol. de la Pcia. de La Pampa, Fasc. 5; U.N.L.Pam.CSPG; Santa Rosa 1981.

MATTHES, G. The Properties of Groundwater. J. Wiley, New York, 1982.

PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL: Manual del curso de estudio de fuentes y aprovechamiento de agua subterránea; San Juan 1971.

RUIZ HUIDOBRO, O. J. y SOSIC, M.V.J.: Aguas Subterráneas; en Geología Regional Argentina, Volumen II - Segundo Simposio; Acad. Nac. De Ciencias, Córdoba 1980.

SALA, J. M.: Problemática en la investigación geohidrológicas en grandes llanuras; 1° Jorn. Geol. de la Pcia. de La Pampa Fasc. 3; U.N.L.-CSPG; S. Rosa 1981.

STAPPENBECK, R.: Geología y aguas subterráneas de La Pampa; traduc. por T.O'Connor y otros del original (Stuttgart 1926); Ed. Pangea - Argentina 1979.

TODD, D.K. Groundwater Hydrology. 2ª Ed., J. Wiley, New York, 1980.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES
Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679
Email: facctas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



8

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo IV de la Resolución N°: 33/02

ANEXO IV

ASIGNATURA: Hidrogeología- Hidrología Subterránea

CICLO LECTIVO: 2002

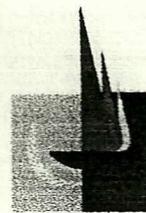
PROGRAMA DE TRABAJOS PRACTICOS

- Trabajo práctico 1.- Precipitaciones: Cálculo por distintos métodos
- Trabajo práctico 2.- Evapotranspiración: Cálculo por distintos métodos
- Trabajo práctico 3.- Balance hidrológico
- Trabajo práctico 4.- Cálculo de caudales en un curso de agua
- Trabajo práctico 5.- Constantes hidráulicas: cálculo por los métodos de Equilibrio
- Trabajo práctico 6.- Constantes hidráulicas: calculo por los métodos de no Equilibrio
- Trabajo práctico 7.- Cartas piezométricas: construcción e interpretación
- Trabajo práctico 8.- Prefiltro de grava: cálculo
- Trabajo práctico 9.- Diseño de pozos
- Trabajo práctico 10.- Hidrogeoquímica: representación de análisis químicos



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa
Tel: 02954-425166 / 422026 - Fax: 432679
Email: fxactas@unlpam.edu.ar
Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



9

UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo V de la Resolución N°: 33/02

ANEXO V

ASIGNATURA: Hidrogeología- Hidrología Subterránea

CICLO LECTIVO: 2002

ACTIVIDADES ESPECIALES QUE SE PREVEN

- Viaje de aplicación práctica
- Visita a obras de perforación de pozos y bombas

Elaboración de monografías e informes



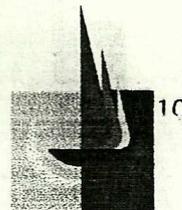
FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa

Tel.: 02954-425166 / 422026 - Fax.: 432679

Email: fexactas@unlpam.edu.ar

Página Web: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar>



UNIVERSIDAD NACIONAL
de LA PAMPA

Corresponde al Anexo VI de la Resolución Nº: 33/02

ANEXO VI

ASIGNATURA: Hidrogeología- Hidrología Subterránea

CICLO LECTIVO: 2002

PROGRAMA DE EXAMEN

- Igual al programa analítico