



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA**

**CARRERA:**

**LICENCIATURA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA**

**HIDROGEOLOGIA I**

Equipo Docente

LHS Martín Thir  
LHS Julio Pavón

**2018**

## **PLANIFICACION DE LA ASIGNATURA**

### **1. IDENTIFICACION**

**1.1 Nombre de la Asignatura:** HIDROGEOLOGIA I

**1.2 Carrera:** LICENCIATURA EN HIDROLOGIA SUBTERRÁNEA.

#### **1.3 UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA EN EL PLAN DE ESTUDIOS**

**1.3.1 Modulo – Año:** Quinto Módulo - Tercer año

**1.3.2 Correlatividades Anteriores:** Aprobado 2do. Modulo, Ingles técnico, y regular Hidráulica General

**1.3.3 Correlatividades Posteriores:** Práctica en Obra

#### **1.4 Objetivos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura**

Conocimiento e interpretación de procesos que regulan el comportamiento de las aguas subterráneas en relación con las formaciones geológicas.

Capacitar en el aprendizaje y desarrollo de técnicas específicas en la hidrogeología, instalación, manejo y control de redes freáticas y piezométricas, inventario de fuentes hídricas superficiales y subterráneas, ensayos de campo y laboratorio para determinar parámetros físicos de acuíferos, elaboración de cartografía hidrogeológica, etc.

#### **1.5 Contenidos mínimos**

Conceptos de Hidrogeología. Propiedades físicas del agua subterránea. De los sedimentos: porosidad y permeabilidad. Almacenamiento, reservorios subterráneos. Tipos de acuíferos. Leyes que explican la circulación del agua subterránea. Ámbito de validez. Parámetros hidrogeológicos. Superficie y desniveles piezométricas, oscilación. Medición de; depresión, caudales específicos, etc. Ensayos de bombeo a caudales constantes y variables.

**1.6 Carga horaria semanal y total:** 6 hs semanales y 90 hs totales

**1.7 Año académico:** 2018

**1.8 Plan de Estudios:** 2008

### **2. PRESENTACION**

#### **2.1 Ubicación de la Asignatura como tramo del conocimiento de una disciplina.**

Esta asignatura corresponde al Quinto Módulo de la Carrera de Técnico Universitario en Hidrología Subterránea, formando parte de la disciplina Geociencias. La orientación de la misma esta destinada al conocimiento de los procesos que regulan el comportamiento del agua en el subsuelo.

## **2.2 Conocimiento y habilidades previas que permiten encarar, el aprendizaje de la asignatura.**

El alumno deberá conocer principalmente los procesos del ciclo hidrológico, manejar cartografía temática y poseer habilidades para el dibujo. Además, se requerirá de conocimientos básicos de geología general.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivos generales**

Conocimiento e interpretación de los procesos que regulan el comportamiento de las aguas subterráneas (alimentación, circulación, almacenaje y pérdidas) en relación con las formaciones geológicas que las albergan (acuíferos) y determinación de las técnicas adecuadas para su prospección, evaluación y extracción, propendiendo a una explotación óptima de los recursos.

### **3.2. Objetivos específicos**

Aprendizaje y desarrollo de técnicas específicas que le permitan un eficiente desempeño futuro en el campo profesional, tales como: instalación, manejo y control de redes freáticas y piezométricas, realización de censos de pozos y perforaciones e inventarios de fuentes hídricas superficiales y subterráneas, muestreos y clasificación de aguas y sedimentos, ejecución de ensayos de bombeo en campaña y ensayos de laboratorio para determinar parámetros físico-químicos de los acuíferos, elaboración de cartografía hidrogeológica, etc.

## **4. PROGRAMACION DE CONTENIDOS**

### **4.1. Programa sintético sobre la base de contenidos mínimos**

Antecedentes históricos de la Hidrogeología. El ciclo hidrológico. Propiedades físicas del agua subterránea. Distribución y movimiento del agua en el subsuelo. Propiedades de los sedimentos: porosidad y permeabilidad. Las aguas freáticas o libres. Acuíferos confinados. Acucludos y acuífugos. Quinismo del agua subterránea. Investigación hidrogeológica regional. Cartografía hidrogeológica. Redes freáticas y piezométricas. Mapas isofreáticos e isopiézicos. Ensayos de campo y determinación de diversos parámetros (pHmetría, termometría, conductivimetría, etc.) Perfiles de perforaciones y sondeos. Ensayos de bombeo y parámetros hidrogeológicos. Análisis granulométricos y cálculo de áreas filtrantes de tuberías. Manejo de instrumental específico. Levantamientos y correlación estratigráfico-hidrogeológica. Determinación de recursos y reservas de cuencas hídricas subterráneas.

### **4.2 Articulación Temática de la Asignatura**

La presente programación temática se constituye tomando en cuenta la articulación de la asignatura que se presenta con los contenidos de las asignaturas precedentes del curriculum de la carrera para su correcta aplicación. Se utilizarán conceptos, terminologías, leyes, símbolos y modelos hidrogeológicos como forma socializante de representar conocimientos, lo que permitirá integrar teoría y práctica a través trabajos personales o grupales.

## **4.3 Programación Analítica**

### **UNIDAD I: EL AGUA DEL SUBSUELO COMO RECURSO NATURAL**

La Hidrogeología: definición y conceptos básicos. El agua como un recurso natural heredado. Usos del agua subterránea. Características físicas del agua: viscosidad, color, olor, sabor, temperatura. Las aguas subterráneas según su origen. Aguas vadasas o meteóricas. Agua juvenil o magmática. Agua connata o fósil. Agua metamórfica. Las aguas subterráneas según su distribución en el subsuelo. Zonas de aereación y de saturación. Agua gravífica, capilar y pelicular. Agua higroscópica, de hidratación y de constitución. Acuíferos, manantiales o vertientes.

### **UNIDAD II: PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS. POROSIDAD Y PERMEABILIDAD**

Porosidad. Definición. Medición y alteración de la porosidad inicial. Porosidad eficaz y porosidad total. Valores normales de porosidad según los tipos de sedimentos. Permeabilidad. Definición. Ley de Darcy. Factores que afectan la permeabilidad. Permeabilidad en sedimentos acuíferos. Unidades y órdenes de magnitud de las permeabilidades. Medición de la permeabilidad. Métodos de campo y de laboratorio. Permeámetros. Fórmula de Dupuit. Fórmula de Thiem. Método de Wenzel.

### **UNIDAD III: LAS AGUAS FREATICAS O LIBRES**

El agua freática en material poroso. En sistemas de fractura. En zonas kársticas. En las lavas. Interrelaciones en la capa freática y las aguas superficiales. Corrientes influentes y efluentes. Oscilaciones de la superficie freática. Freatimetría. Interfase agua dulce-agua salada en regiones costeras y en islas oceánicas. Fórmula de Ghyben-Herzberg. Fórmula de Hubbert.

### **UNIDAD IV: ACUIFEROS CONFINADOS, ACUICLUDOS Y ACUIFUGOS**

Artesianismo. Definiciones. Principios hidráulicos en sistemas confinados. Compresibilidad y elasticidad de los acuíferos. Efectos de la presión atmosférica y de la presión hidrostática. Zonas de alimentación, circulación y descarga de los acuíferos confinados. Nivel piezométrico teórico y real. Acuíferos digitados y semiconfinados.

### **UNIDAD V: EL MOVIMIENTO DEL AGUA EN EL SUBSUELO**

Infiltración y percolación. Ascensión capilar. Gradiente hidráulico. Coeficiente de permeabilidad de Darcy. Flujo laminar y turbulento. El número de Reynolds. Parámetros hidráulicos e hidrogeológicos. Nivel freático y nivel piezométrico. Nivel estático y nivel dinámico. Abatimiento o descenso en sistemas acuíferos. Caudal de extracción y caudal específico. Caudal crítico u óptimo. Cono de depresión en acuíferos sometidos a bombeo. Radio y cono de influencia. Transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento. Ecuaciones generales del movimiento del agua subterránea en medios porosos.

### **UNIDAD VI: QUIMISMO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS**

Sustancias en solución. Relación entre litologías y características químicas de las aguas subterráneas. Calidad de las aguas para consumo humano, hacienda, riego, industria. Formas de expresión del quimismo de las aguas subterráneas. Análisis hidroquímicos.

### **UNIDAD VII: INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA REGIONAL**

Recopilación de antecedentes e información básica. Cartografía, fotografía aérea e imágenes satelitarias empleadas en hidrogeología. Prospección geofísica aplicada a la hidrogeología. Trabajos de campo: inventario de fuentes hídricas superficiales y subterráneas. Censo de pozos y perforaciones. Captaciones de gran diámetro. Colectores radiales u horizontales. Pozos de ensayo y sondeos de observación. Perforaciones de investigación o reconocimiento. Instalación de freatímetros y piezómetros. Programación, realización y valoración de los ensayos de bombeo.

#### 4.4 Programa de Trabajos Prácticos

Para favorecer la sustentación, participación y el involucramiento con la problemática Hidrogeológica se facilitará que el aprendizaje práctico se aproxime a su futura vida profesional, los prácticos se realizarán en el Laboratorio de Geociencias y en campaña de acuerdo al siguiente programa:

**PRACTICO 1:** Elaboración cartográfica una red freaticométrica. Ensayos de campo: Freatimetría, conductividad eléctrica, pHmetría, termometría y Oxígeno Disuelto. Informe de lo realizado y cartografía utilizando la simbología internacional.

**PRACTICO 2:** Construcción e interpretación de perfiles de perforaciones. Correlación estratigráfico-hidrogeológica en base a perfiles de perforaciones profundas e información geológica regional. Informe de lo realizado

**PRACTICO 3:** Cálculo de los parámetros hidrogeológicos de un acuífero (permeabilidad, transmisibilidad y almacenamiento) a partir de los datos proporcionados por ensayos de bombeo y laboratorio. Ejercicios de aplicación. Métodos de equilibrio: Thiem. Métodos de variación: Theis y Jacob. Informe de lo realizado

**PRACTICO 4:** Determinación de recursos y reservas de las cuencas hidrogeológicas. Ejercicios de aplicación.

## 5. BIBLIOGRAFIA

### 5.1. Bibliografía General

- **Benítez A.** 1963. Captación de aguas subterráneas. Editorial Dossat. Madrid. España.
- **Castany G.** 1971. Tratado práctico de las aguas subterráneas. Traducción por José M. Obiols. Editorial Omega S.A. Barcelona. España.
- **Custodio E., Llamas R.** 1983. Hidrología Subterránea. Tomo I y II. Editorial Omega S.A. Barcelona. España.
- **Davis J., De Wiest R.** 1971. Hidrogeología. Editorial Ariel. Barcelona. España.
- **Fourmarier.** 1958. Hidrogeologie. 2da. Edición Editorial Masson. Paris. Francia.
- **Pulido Carrillo J.** 1978. Hidrogeología práctica. Urmo S.A. Editores. Bilbao. España.
- **Vilela C.** 1970. Hidrogeología. Inst. Miguel Lillo. Opera Lilloana. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.

### 5.2. Bibliografía Específica

- **American Water Works Association.** 1968. Agua, su calidad y tratamiento. Traducido al español de la 2da. Edición en inglés por Jack M. Verrey. Traducción revisada por Julio Colón Manrique. UTEHA. México.
- **Asociación Española de Hidrología Subterránea.** 1968. Hidrogeología y recursos hidráulicos - IV Simposio de Hidrogeología. Palma de Mallorca. España.
- **Dirección Nacional de Geología y Minería.** 1970. Perfiles de perforaciones periodo 1904 - 1945. Buenos Aires.
- **Editorial Hemisferio Sur.** 1979. Aguas y Aguadas. Autores Varios. Buenos Aires.
- **Gibson, Singer.** 1974. Manual de los pozos pequeños. Editorial Limusa. México
- **Instituto de Ingeniería Sanitaria.** 1971. Abastecimientos de agua potable a comunidades rurales. Publicación N° 7. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- **Prensa XXI S.A.** Revista Tecnología del Agua. Barcelona. España.
- **Referencias Johnson.** Revistas. Autores Varios. Publicación bimestral de Caños Filtros Johnson. División UOP. St. Paul Minnesota U.S.A. Buenos Aires.

## 6. ESTRATEGIAS METODOLOGICAS

### 6.1 Aspectos pedagógicos y didácticos

Se pretende que las clases generen una articulación entre teoría y práctica para que el aprendizaje significativo aliente y contextualice las prácticas generando conflictos cognitivos y una integración curricular sólida. Se propone que las clases teóricas sean enriquecidas con ejemplos de aplicación práctica de casos reales.

### 6.2 Actividades de los Alumnos y de los Docentes

#### 6.2.1 De los Alumnos

- Resolución de problemas hidrogeológicos reales.
- Trabajos de gabinete y campaña.
- Presentación escrita y oral de monografías con análisis y discusión.
- Participación en congresos o jornada técnica de la especialidad.

#### 6.2.2 De los Docentes

- Ser el guía natural de los procesos enseñanza – aprendizaje.
- Valorar la participación grupal e interdisciplinaria dentro de un esquema de trabajo ordenado, respetando y valorando principios éticos y morales a través de valores como la tolerancia y el respeto mutuo.

### 6.3 Cuadro Sintético

CLASE	Carga Horaria	Asistencia Exigida %	Nº Alumnos estimados	A cargo de	Técnica más usada	Énfasis en	Actividad de los alumnos	Otros
Teórica								
Práctica	2	80	3	JRP				
Teórico/Practica	4	80	3	JMT				
Laboratorio								
Campaña		100		JMT- JRP				

### 6.4. Recursos Didácticos

Consistirá en el desarrollo del programa a través de la exposición de los diferentes temas. Las clases serán apoyadas con documentación gráfica, proyecciones digitales, ilustraciones y bibliografía específica. Las clases teóricas y prácticas se desarrollarán en el Laboratorio de Geociencias donde existe el instrumental adecuado para que el alumno conozca su manejo, pueda programar estudios de campaña y obtener una preparación objetiva e integradora.

Las clases se dinamizarán a través de foros de discusión, proyección y análisis de videos sobre la temática, para favorecer la sustentación, participación y el involucramiento con la problemática, desarrollando cuadros de situación reales y procedimiento de resolución. De esta manera se facilitará que el aprendizaje se aproxime a su futura vida profesional resolviendo problemas conforme a la necesidad de obtener agua segura. Se contempla viajes de campaña, visitas a Organismos Técnicos Provinciales y Nacionales que tengan que ver con la exploración, explotación y control de gestión del agua subterránea.

## **7. EVALUACION**

### **7.1. Evaluación diagnostica**

Al comienzo del módulo se realizará una evaluación diagnostica de conocimientos sobre la temática, a partir de la cual el docente podrá saber cuáles son los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales con el que llega el alumno, considerando además sus aspectos emocionales, sociales y económicos.

### **7.2 Evaluación Formativa**

Todo proceso de enseñanza implica un seguimiento y monitoreo a partir del cual se pueden detectar debilidades y fortalezas, no solo en la enseñanza, sino también en el aprendizaje de los alumnos. Observando los procesos, las actividades individuales y los aprendizajes logrados, se pueden reformular propuestas, técnicas, prácticas y de este modo lograr el acercamiento a los objetivos planeados.

### **7.3 Evaluación Parcial**

#### **7.3.1 Programa y cronograma de Evaluación de Parciales**

- Parcial I: Unidades I, II y III
- Parcial II: Unidades IV, V, VI y VII

#### **7.3.2 Criterios de evaluación**

- Conocimiento y empleo de terminología hidrogeológica.
- Participación activa en clase y trabajos de campo.
- Presentación en tiempo y forma de los trabajos prácticos.

#### **7.3.3 Escala de valoración**

La escala de valoración utilizada es del 0 al 10, no tiene como motivo enjuiciar y calificar el conocimiento y aprendizaje mediante un número, sino para poder ayudar a los alumnos a aprender aprendiendo. También se propone a los estudiantes a que se califiquen a si mismos.

### **7.4 Evaluación Integradora**

Alcanzada la condición de regularidad, posteriormente deberá realizar el examen final, el cual consistirá en la exposición oral de algún tema que integra el programa analítico de la asignatura ante un tribunal que valorará el nivel de conocimientos teórico-prácticos para su aprobación. Se considerará además las actividades específicas de la asignatura desarrollada por el estudiante durante las clases teóricas y prácticas.

### **7.5 Autoevaluación**

Se realizará mediante encuestas anónimas donde el alumno además de hacer una evaluación de sus conocimientos, presentará sugerencias para el mejoramiento de aquellas situaciones que dificultan el proceso de enseñanza – aprendizaje. Esto llevará a una co-evaluación integrando los procesos de ambos protagonistas áulicos permitiendo replantear los trayectos tanto individuales, como comunes

Eso permitirá que los alumnos valoren el aprender, obtengan un pensamiento crítico, enfrenten con su creatividad y curiosidad a la resolución de problemas y también con compromiso ético, aptitud y profundidad en el conocimiento específico de su Asignatura.

## **7.6 Evaluación**

### **7.6.1 Condiciones para lograr la promoción sin examen final de la asignatura /obligación curricular (Rige la Resolución HCD 135/00)**

Para esta asignatura no se considera esta instancia, debido a que su cursado no es promocional.

### **7.6.2 Condiciones para lograr la regularidad de la asignatura**

- 80% de asistencia a las clases teóricas, prácticas y de campaña.
- 100 % de prácticos aprobados. Recuperación de prácticos en un 80%.
- 100 % de parciales aprobados. Recuperación de parciales en un 50%.

## **7.7 Examen final**

- Integrado por un tribunal evaluador.
- Selección de un tema por parte del alumno.
- Defensa de las temáticas seleccionadas y las solicitadas por los integrantes del tribunal relacionadas con el programa analítico de la asignatura.

## **7.8 Examen libre**

La evaluación será escrita y oral desarrollando temas teóricos y prácticos.

### **7.8.1 Examen de práctica**

Selección al azar de tres temas del programa de trabajos prácticos, con aprobación del 100 % de los trabajos seleccionados.

### **7.8.1 Examen Oral**

Selección de una temática al azar del programa analítico y defensa oral ante el tribunal.

Santiago del Estero, marzo de 2018

LHS Julio R. Pavón  
JTP Diplomado

Lic. Juan Martín Thir  
Profesor Asociado  
Hidrogeología I