



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SECRETARÍA ACADÉMICA
Coordinación de Investigación, Innovación,
Evaluación y Documentación Educativas.



I.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la asignatura: Hidrología Subterránea
Nombre de la Academia: Academia de Hidráulica
Semestre: 9° Semestre
Modalidad: Curso
Pre-requisitos:
Responsable del diseño: Juan Manuel Rodríguez Martínez.
Fecha de diseño: 2009/01/12

II.- INTRODUCCIÓN AL CURSO

El curso correspondiente a la materia Hidrología subterránea es una asignatura optativa que se imparte en el noveno semestre de la carrera de ingeniería civil. Se recomienda a los estudiantes de los últimos semestres, el curso debido a la problemática que representa el abastecimiento de agua para consumo humano, doméstico, agrícola e industrial en el noreste de México y en particular en nuestro estado, donde la precipitación pluvial es errática. El abastecimiento de agua a través de fuentes subterráneas representa el 22% del consumo total que requiere la ciudad de Monterrey, N. L.

La materia integra conocimientos sobre uso y manejo de los recursos subterráneos, explica el comportamiento sobre el balance hidrológico de una cuenca, establecer políticas sobre una explotación racional y sostenida del recurso agua como fuente de abastecimiento a las comunidades, buscando un desarrollo armónico con el medio ambiente, sin alterar los diferentes ecosistemas que forman parte de la cuenca hidrográfica.

La asignatura se fundamenta en ciertos conocimientos adquiridos en asignaturas de hidráulica durante la formación universitaria. No obstante, para poder aprovechar completamente la formación, son necesarios conocimientos del idioma inglés (lectura y escritura), dado que la mayoría de la información sobre el tema y en Internet aplicables al campo, están en este idioma (búsquedas bibliográficas, software especializado, etc.)

Esta asignatura sirve de base técnica al alumno para que pueda proponer soluciones sobre la prospección y exploración de fuentes subterráneas como fuentes de abastecimiento de agua a las comunidades, además proporciona importantes conocimientos, competencias y habilidades aplicables, no solamente a lo largo de toda la formación académica, sino también en futuras prácticas profesionales del estudiante.

III.- OBJETIVO GENERAL:

El objetivo de la Academia es proveer los conocimientos necesarios a los alumnos sobre el comportamiento del agua subterránea, tipo de acuíferos, parámetros hidráulicos, unidades hidrogeológicas, carga piezométrica, funcionamiento de los acuíferos, movimiento del agua subterránea hacia las áreas de captación, a partir de las zonas de recarga. Resolver problemas, relacionados con el recurso agua, recurso renovable, escaso e imprescindible para el ser humano, buscando un desarrollo armónico entre el medio ambiente y el ser humano en el manejo de cuencas, contaminación, vida útil de una obra hidráulica, etc. Además el alumno, debe ser capaz de identificar los principales factores que ponen en riesgo el equilibrio ecológico.

IV.- CONTENIDO TEMÁTICO:

IV.1.- UNIDAD 1:

Fundamentos de la hidrología subterránea estado actual y pasado, incluyendo toponimia palabras como bir en árabe, well en inglés, pozo, fuente, hontanar, fontanar en castellano, etc.

IV.1.1 OBJETIVO PARTICULAR:

Esta asignatura sirve de base técnica al alumno para que pueda proponer soluciones sobre la prospección y exploración de fuentes subterráneas como fuentes de abastecimiento de agua a las comunidades, además proporciona importantes conocimientos, competencias y habilidades aplicables, no solamente a lo largo de toda la formación académica, sino también en futuras prácticas profesionales del estudiante.

IV.1.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.1.2.1 El agua subterránea como fuente de abastecimiento.

IV.1.2.2 Ciclo hidrológico.

IV.1.2.3 Conceptos generales sobre cuencas hidrológicas, manejo de cuencas

IV.1.2.4 Cambio climático global, causas y efectos a nivel planetario.

IV.2.- UNIDAD 2:

El agua subterránea y acuíferos.

IV.2.1 OBJETIVOS PARTICULARES:

- Integrar y aplicar los conocimientos relevantes de las tecnologías relacionadas con la temática del agua, solución de problemas reales relacionados con el abastecimiento, investigación, extracción del vital líquido para consumo doméstico, industrial y agrícola.
- Hacer posible que los individuos/grupos/ organizaciones/ comunidades participen activamente en el uso de tecnologías más eficiente sobre el uso, manejo y explotación de los acuíferos a través de programas educativos sobre un desarrollo sustentable del recurso agua.

IV.2.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.2.2.1 Tipos de acuíferos de acuerdo a su génesis.

IV.2.2.1.1 Médios granulares.

IV.2.2.1.2. Rocas consolidadas.

IV.2.2.1.3. Rocas ígneas extrusivas (basaltos).

IV. 2.2.1.4. Rocas metamórficas

IV.2.2.2 Clasificación de los acuíferos de acuerdo a la presión hidrostática.

IV.2.2.2.1. Acuíferos libres.

IV.2.2.2.2. Acuíferos confinados.

IV.2.2.2.3. Acuíferos semiconfinados.

IV.2.2.2.4. Acuíferos colgados.

IV.2.2.3 Estado actual de los acuíferos a nivel nacional y local.

IV.3.- UNIDAD 3:

Movimiento del agua subterránea

IV.3.1 OBJETIVO PARTICULAR:

- Aplicar el razonamiento profesional de forma eficaz a través del uso de tecnologías de punta sobre el manejo, explotación, exploración e investigación de los acuíferos en la región como fuentes de abastecimiento de agua.

IV.3.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.3.2.1. Teoría elemental del movimiento del agua subterránea

IV.3.2.2. Conductividad hidráulica.

IV.3.2.3. Ley de Darcy.

IV.3.2.3.1. Gradiente hidráulico.

IV.3.2.3.2. Factores que determinan la permeabilidad.

IV.3.2.3.3. Permeabilidad en diferentes tipos de rocas.

IV.3.2.4. Hipótesis de Dupit para acuíferos.

IV.3.2.5. Hidráulica de acuíferos.

IV.3.2.5.1. Parámetros hidráulicos Transmisividad (T M²/Día), Coeficiente de Almacenamiento (S), Caudales ($Q = l/s$).

IV.4.- UNIDAD 4:

Ecuaciones diferenciales del flujo subterráneo.

IV.4.1 OBJETIVO PARTICULAR:

El estudiante reconocerá la aplicación de las ecuaciones fundamentales de la Hidráulica para establecer los modelos matemáticos, que rigen el comportamiento del flujo subterráneo.

IV.4.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.4.2.1. Introducción.

IV.4.2.2 Potencial de fuerzas y potencial de velocidad.

IV.4.2.3. Superficies equipotenciales, trayectorias y líneas de corriente.

IV.4.2.4. Ecuación en régimen estacionario.

IV.4.2.5. Ecuaciones en acuíferos cautivos.

IV.4.2.6. Ecuaciones en acuíferos libres.

IV.5.- UNIDAD 5:

Hidráulica de pozos.

IV.5.1 OBJETIVO PARTICULAR:

El estudiante identificará la aplicación de las ecuaciones fundamentales de la Hidráulica para establecer los modelos matemáticos y los coeficientes experimentales para el aforo y determinación de los parámetros hidráulicos que rigen el comportamiento del flujo subterráneo.

IV.5.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.5.2.1. Problema de flujo estable.

IV.5.2.2. Problema de flujo inestable.

IV.5.2.3. Pozos de penetración parcial.

IV.5.2.4. Sistema de pozos múltiples

IV.6.- UNIDAD 6:

Determinación de parámetros hidráulicos mediante pruebas de bombeo.

IV.6.1 OBJETIVO PARTICULAR:

- o El estudiante describirá los tipos de acuíferos de acuerdo a su comportamiento hidráulico al realizar las pruebas de bombeo en forma escalonada mediante agujero calibrado, método de escuadra etc.

IV.6.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.6.2.1 Determinación de parámetros hidráulicos mediante pruebas de bombeo.

IV.6.2.2 Determinación de parámetros hidráulicos: Transmisibilidad (T M²/día), Coeficiente de Almacenamiento (S) y Caudal (Q l/s).

IV.7.- UNIDAD 7:

Introducción a la calidad del agua.

IV.7.1 OBJETIVO PARTICULAR:

- o La aplicación de técnicas hidrogeoquímicas proporcionará al alumno conocimientos acerca del comportamiento de las aguas subterráneas al pasar por diferentes litologías y a la vez ayudará a entender el intercambio iónico del agua al pasar de una roca carbonatada a una sulfatada y esta a su vez a rocas ricas en sodio.

o

IV.7.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.7.2.1. Procesos químicos principales, en los sistemas de flujo del agua subterránea.

IV 7.2. El análisis químico y la clasificación de aguas subterráneas.

IV 7.3. La toma de muestras de agua subterránea para el análisis Químico.

IV 7.4. La clasificación química de aguas subterráneas.

IV 7.5. Evaluación y presentación de resultados de análisis químicos.

IV 7.6. Diagramas triangulares de Piper- Schoeller Berkalov, Wilcox.

IV 7.7. Estudios isotópicos en la hidrogeología.

IV 7.8. Los isótopos estables de la molécula de agua.

IV 7.9. Isótopos radioactivos en el agua subterránea.

IV.8.- UNIDAD 8:

Perforación de pozos.

IV.8.1 OBJETIVO PARTICULAR:

- El alumno explicará los conocimientos básicos sobre la tecnología empleada en la perforación de pozos. Además desarrollará su habilidad para planear y usar la perforación como medio para la prospección de las aguas subterráneas, como fuente de abastecimiento en las comunidades.

IV.8.2 CONTENIDO TEMATICO

IV.8.2.1 Principios de operación y funcionamiento de los sistemas empleados en la perforación de pozos.

IV.8.2.2 Partes constitutivas del sistema de perforación por percusión y función de las mismas.

IV.8.2.3 Problemas de perforación en este sistema y soluciones.

IV.8.2.4 Sistema rotatorio.

IV.8.2.5 Descripción de las partes constitutivas del sistema rotatorio y su funcionamiento.

IV.8.2.6 Problemas de perforación y sus soluciones.

IV.8.2.7 Otros sistemas de perforación. Características y posibilidades de aplicación.

IV.8.2.8 Programas de perforación.

IV.8.2.9. Perforación de pozos con barrena de diamante

IV.8.2.9.1. Importancia y aplicaciones de la perforación con corona de diamante.

IV.8.2. 9.2. Material empleado en los equipos exploratorios.

IV.8.2. 9. 3. Muestras y pruebas en sondeos de exploración.
 IV.8.2. 9.4. Variables de las que dependen el rendimiento de la perforación y sondeos.

IV.8.2. 9. 5 Problemas y soluciones en este método de perforación.

V.- ACTIVIDADES

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA

- o Exposición del contenido temático a través de diferentes técnicas didácticas.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

- o Asistencia a la hora clase impartida.
- o Practicas para consolidar conocimientos.

VI.- METODOLOGIA;

Método: Análisis- síntesis, inducción- deducción y experimental.

VII.- EVALUACION

Tipo: Instrumento de evaluación. Prueba escrita y elaboración de informe de actividades de campo establecidas en el calendario escolar, además trabajos de investigación sobre la temática relacionada con el cambio climático global y su impacto sobre los diferentes ecosistemas y cuerpos de agua en el noreste de México, además solución de ejercicio relacionados con el movimiento del agua subterránea para definir los parámetros hidráulicos y de esta manera entender el comportamiento del acuífero y planificar su explotación en una forma racional y sustentable sin afectar los ecosistemas de la región.

EXAMEN	UNIDADES		NO. DE SESIONES		EVALUACION		
	TEORIA	PRACTICA	TEORIA	PRACTICA	TEORIA	PRACTICA	TOTAL
PRIMER PARCIAL	I,II		1,2		15%	25%	40
SEGUNDO PARCIAL	III,IV,V		3,4,5		20%	10%	30
TERCER PARCIAL	VI,VII,VIII		6,7,8		20%	10%	30
		SUMA			55	45	100

Prácticas de campo para afianzar los conocimientos adquiridos en el aula.

Práctica No. 1: Salida a campo Cañon de la Huasteca y Cañon de García.

Práctica No. 2: Pruebas de Bombeo.

VIII.-CALENDARIZACION

Fecha: Semestre Enero – Julio 2009

Sesiones: 65 sesiones

FECHA	TEMA
19-30/01/09	Conocimientos sobre el ciclo hidrológico.
22-26/01/09	Cambio climático global.
27- 30 /01/09	Reservas de agua en el mundo.
03-02/09	Composición química del agua.
03-02/09	Génesis de las aguas subterráneas.
16-24/02/09	Tipos de acuíferos. Primer parcial
02-04/03/09	Ley de Darcy.
05- 10/03/09	Hidráulica de pozos. Parámetros que intervienen en el movimiento del flujo subterráneo. Permeabilidad y conductividad específica, Conductividad hidráulica, Gradiente Hidráulico. Factores que determinan la permeabilidad, ejemplos de permeabilidad en las rocas. Solución de problemas. Isotropía y anisotropía. Conductividad Hidráulica Horizontal y Vertical. Solución de problemas prácticos aplicando los conceptos de conductividad hidráulica horizontal y vertical. Diseño de pozos de absorción con apego a la NOM. 006 CNA, 1997
11- 16/03/09	Hidráulica de acuíferos. Aspectos prácticos de la teoría general de la hidráulica de pozos, completos a caudal constante. <ul style="list-style-type: none"> • Pozo en un acuífero cautivo, en régimen permanente. Ecuación de Thiem. • Pozos en acuíferos libres en régimen permanente. • Cálculo de caudales específicos.
17/03/09	<ul style="list-style-type: none"> • Pozo en acuífero cautivo. Fórmula de Theis. • Perfiles de descenso, curvas de descenso/tiempo. • Análisis de pruebas de bombeo. • Pozo en un acuífero cautivo, Ecuación de Jacob. Cooper, Hantush.
19- 03 /10/09	Determinación de parámetros hidráulicos ejercicios teóricos (mediante pruebas de bombeo). Segundo Parcial
20-24/04/09	Técnicas de perforación (percusión. rotario y neumático). Costos de perforación.
27/04/09- 04/05/09	Técnicas de investigación en la hidrología subterránea:
06-12/05/09	Isotópicas.
13-18/05/09	Hidrogeoquímicas.
19-22/05/09	Métodos geofísicas Fin de curso. Tercer parcial
28/02/09 02/05/09	Visita a campo, Cañón de la Huasteca. Prueba de bombeo

IX.- BIBLIOGRAFIA Y HEMEROGRAFIA

1. Brouste, L., Marlin, c, Y Dever, L. 1997. Geochemistry and residence time estimation of groundwater from the upper aquifer of the Chihuahua desert (Comarca Lagunera, Northern Mexico). *Applied Geochemistry*. 12:775-786.
2. Clark, I y Fritz, P. 1997. *Environmental isotopes in hydrology*, New York.
3. Custodio. E. Llamas., R. M., 1976. *Hidrología Subterránea*. Ediciones Omega. S.A. Casanova, 220- Barcelona, España.
4. Davis, S.A., De Weist, 1970. *Hidrogeología*, New York.
5. Klimentov. P.P., Kónonov. V. M., 1982. *Metodología de las investigaciones hidrogeológicas*. Editorial Mir, Moscú, Rusia.
6. Mazor E, 1991. *Applied Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology*, pp.274.
7. White B, 1988. *Geomorphology and hydrology of karst terrains*.Ed. New York, Oxford, pp 459.