

## FORMAS DE PAGO

EL CURSO SE PAGARÁ  
MEDIANTE DEPÓSITO BANCARIO

### Nombre de la Institución Bancaria:

Scotiabank Inverlat S. A.

### Nombre de la Cuenta:

IMTA Ingresos Propios

### Número de Cuenta:

0750143631-7

### Número de Cuenta Clabe (18 dígitos):

044543075014363171

### Numero referenciado:

12443

### Número de Sucursal:

01 Jiutepec, Morelos

### Matriz y/o Sucursal:

1717

### Tipo de cuenta:

Cheques

### Plaza:

075

EL HOSPEDAJE SE PAGARÁ DIRECTAMENTE  
EN EL  
CENTRO DE CAPACITACIÓN DEL INSTITUTO

### M.C. Leticia Padilla Sánchez

Área Ciencias de la Tierra-FI-UASLP

Av. Dr. Manuel Nava No. 8

Zona Universitaria, 78290

San Luis Potosí SLP

padileti@uaslp.mx

444-8262330 al 39 ext. 2105

### Lic. Evelia Popoca Vargas

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Subcoordinación de Educación Continua

Paseo Cuauhnáhuac 8532

Progreso, Jiutepec, Mor.

62550, México.

educacion\_continua@tlaloc.imta.mx

Tel.: 777 329 3600 ext. 661

## INSTRUCTORES



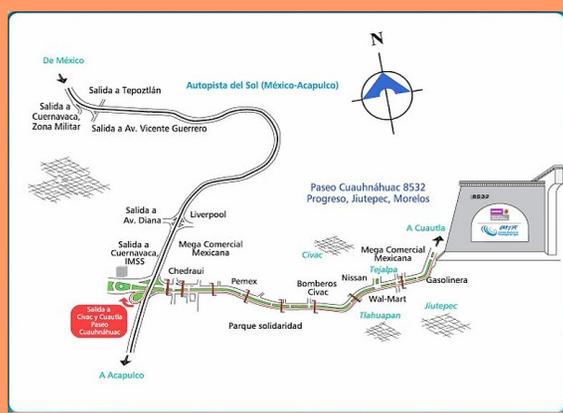
**Antonio Cardona  
Benavides**

Ing. Geólogo por la UASLP, M. C. de la Facultad de Ing. por la UANL, Dr. en Ciencias de la Tierra por la UNAM. Su principal línea de investigación se relaciona con hidrogeología para el desarrollo y manejo sustentable de agua en cuencas, así como modelación hidrogeoquímica de sistemas naturales y contaminados. Tiene amplia experiencia docente, formación de recursos humanos. Como Hidrogeólogo Consultor ha desarrollado estudios y proyectos relacionados con modelación hidrogeoquímica, exploración, caracterización y desarrollo de acuíferos en diversas partes de México.



**Pablo Gallardo  
Almanza**

Ing. Agrónomo Especialista en Irrigación por la Universidad Autónoma Chapingo. Maestro en Ingeniería Hidráulica por la Universidad Nacional Autónoma de México. Especialista en Hidráulica en la Subcoordinación de Hidrología Subterránea en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Principales líneas de investigación: modelación de acuíferos y estudios geohidrológicos.



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

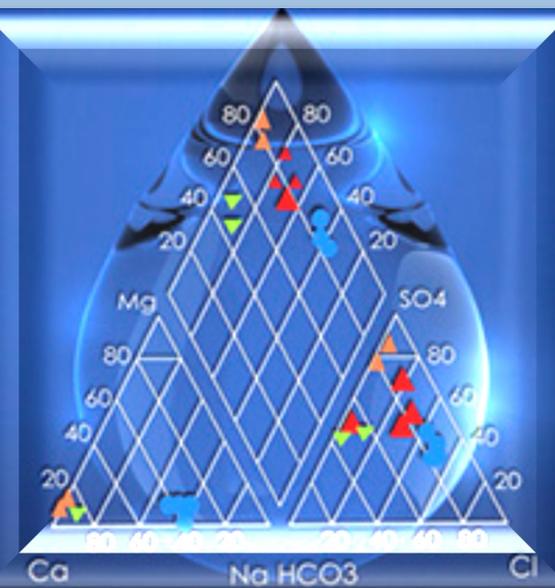
Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Mor.  
62550, México. Tel.: 777 329 3600 . [www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx)

CURSO 2015

## HIDROGEOQUÍMICA APLICADA

Centro de Capacitación

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



Del 1 al 5 de junio de 2015  
De 9:00 a 13:00 y 15:00 a 17:00



El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la Subcoordinación de Educación Continua y la Subcoordinación de Hidrología Subterránea, la Facultad de Ingeniería, el área de Ciencias de la Tierra, el Posgrado en Tecnología y Gestión del Agua y el Cuerpo Académico de Modelado de Geomateriales y Geosistemas para la Evaluación de Peligros Geológicos y de los Recursos Naturales, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y el Conamexphi, invitan a la comunidad científica de las áreas de hidrología, geología e hidrogeología al curso de:

# 2015 HIDROGEOQUÍMICA APLICADA

**TOTAL DE HORAS:** 30 (6 horas diarias)

**INSTRUCTORES:** Dr. Antonio Cardona Benavides,  
M. I. Pablo Gallardo Almanza

**FECHAS:** 1 al 5 de junio de 2015

**HORARIO:** 9:00-13:00 y 15:00-17:00

**NÚMERO MÁXIMO DE PARTICIPANTES:** 25

**NÚMERO MÍNIMO DE PARTICIPANTES:** 10

**SEDE:** Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

## OBJETIVO DE

### APRENDIZAJE GENERAL DEL CURSO

El curso tiene como objetivo conocer y trabajar con el programa AQUACHEM de tal modo que pueda ser utilizado para realizar una interpretación de la calidad del agua para diversos usos y colaborar en el establecimiento de modelos hidrogeoquímicos conceptuales. Se describirán ampliamente las principales guías y métodos de planeación y ejecución de trabajos de campo y laboratorio necesarios para generar información hidrogeoquímica de calidad, la captura y manejo de esta información utilizando el programa AQUACHEM y generar un modelo geoquímico conceptual que represente: i) la evolución geoquímica del agua, ii) las principales reacciones de interacción agua/acuífero y iii) calidad del agua para diversos usos.

Como parte del curso se llevarán a cabo diariamente sesiones de trabajo conjunto, en donde los participantes utilizarán programas de cómputo como AQUACHEM y PHREEQC para el cálculo de índices de saturación y ejemplos básicos de modelación hidrogeoquímica en los que se aplicarán directamente los temas del curso, en la comprensión del funcionamiento de los sistemas de flujo del agua subterránea.

### DÍA 1 TEMA: PRINCIPIOS DE QUÍMICA

- \* Concentración, unidades y transformaciones.
- \* Composición química general del agua subterránea.
- \* Calidad del agua para diversos usos.

#### LABORATORIO DE CÓMPUTO:

- \* Generación y validación de bases de datos y elaboración de gráficos con resultados de análisis químicos mediante AQUACHEM.
- \* Implementando Normas de Calidad del agua en AQUACHEM.
- \* Generación de tablas y reportes utilizando AQUACHEM.

#### RESULTADO DE APRENDIZAJE ESPECÍFICO:

El participante conocerá el funcionamiento general del programa AQUACHEM y aprenderá a generar gráficos y tablas para reportes a partir de los resultados de análisis químicos.

### DÍA 2 TEMA: TOMA DE MUESTRAS DE AGUA SUBTERRÁNEA Y ANÁLISIS QUÍMICOS

- \* Estableciendo el objetivo de la toma de muestras de agua subterránea.
- \* Protocolo de toma de muestras de agua subterránea.
- \* Medición de parámetros de campo.
- \* Descripción general de metodologías para análisis de laboratorio.

#### LABORATORIO DE CÓMPUTO:

- \* Utilización de herramientas para la validación de los resultados de los análisis químicos y para representarlos espacial y temporalmente utilizando AQUACHEM.

#### RESULTADO DE APRENDIZAJE ESPECÍFICO:

El participante estudiará los protocolos de campo y laboratorio requeridos para generar información hidrogeoquímica válida que pueda ser utilizada para interpretación.

### DÍA 3 TEMA: EQUILIBRIO QUÍMICO

- \* Termodinámica y equilibrio químico.
- \* Solubilidad de minerales.
- \* Actividad y concentración.
- \* Complejos en solución.
- \* Índices de saturación.

#### LABORATORIO DE CÓMPUTO:

- \* Cálculo de índices de saturación y actividades mediante AQUACHEM. Interface AQUACHEM-PHREEQC-2: Comandos SOLUTION, SOLUTION SPREAD, SELECTED OUTPUT, EQUILIBRIUM PHASES. Estudio de caso: interpretación de índices de saturación en el agua subterránea de las cuencas de Cuatrociénegas y San Luis Potosí.

#### RESULTADO DE APRENDIZAJE ESPECÍFICO:

El participante estudiará los aspectos básicos requeridos para cuantificar el estado de equilibrio entre el agua subterránea y los minerales con los que está en contacto.

### DÍA 4 TEMA: REACCIONES ÁCIDO-BASE Y REDOX

- \* La importancia del dióxido de carbono.
- \* Alcalinidad.
- \* Sistema abierto y cerrado para la disolución de carbonatos.
- \* Teoría básica de las reacciones de transferencia de electrones.
- \* Diagramas redox.

#### LABORATORIO DE CÓMPUTO:

- \* Estadísticas básicas, comparación entre mezclas, matrices de correlación.
- \* Cálculo de pH y Eh de muestras de agua utilizando AQUACHEM.
- \* Modelación progresiva con PHREEQC, comando REACTION y REACTION TEMPERATURE.
- \* Cálculo de geotermómetros con AQUACHEM (caso de estudio: Flujo regional en la Cuenca de San Luis Potosí).

#### RESULTADO DE APRENDIZAJE ESPECÍFICO:

El participante comprenderá la importancia del potencial redox y/o pH en la evolución geoquímica, además de desarrollar la habilidad de utilizar AQUACHEM para comprender procesos de mezcla de aguas inducidas por la extracción de agua a partir de diferentes sistemas de flujo subterráneo.

### DÍA 5 TEMA: INTERPRETACIÓN HIDROGEOQUÍMICA BÁSICA Y GENERACIÓN DEL MODELO HIDROGEOQUÍMICO CONCEPTUAL

- \* Evolución geoquímica del agua subterránea y su relación con la geología del subsuelo.
- \* Utilización de diagramas generados con AQUACHEM para la definición del modelo conceptual.
- \* Diagramas de mezcla entre miembros extremos.

#### LABORATORIO DE CÓMPUTO:

- \* Mezcla de aguas con AQUACHEM y PHREEQC-2 (Comando MIX).
- \* Modelación inversa y progresiva con PHREEQC-2 (caso de estudio: evolución del flujo de agua subterránea en una cuenca cerrada en un ambiente semiárido).

#### RESULTADO DE APRENDIZAJE ESPECÍFICO:

El participante tendrá la oportunidad de integrar la información hidrogeoquímica que ha generado para proponer un modelo geoquímico conceptual que justifique la composición del agua subterránea.

- El alumno deberá contar con una computadora portátil para instalarle paquetes de cómputo y realizar prácticas.
- Contactar para conocer el costo del curso [educacion\\_continua@tlaloc.imta.mx](mailto:educacion_continua@tlaloc.imta.mx).
- El Centro de Capacitación del IMTA ofrece el servicio de hospedaje, cuenta con 7 habitaciones dobles. Previa reservación ([presup\\_cencap@tlaloc.imta.mx](mailto:presup_cencap@tlaloc.imta.mx) Lic. Julia Rodríguez Hernández Tel. 01 777 32936 00 ext. 256).
- Costo Hospedaje: habitación doble o sencilla \$470.00 más 16% IVA. Servicio a partir del 31 de mayo.

## REQUISITOS Y COSTOS