

Sesión regular

# **GEOHIDROLOGÍA**

Organizadores:

Edgar Yuri Mendoza  
José Alfredo Ramos Leal

## GEOH-1

### AQUIFER TEST INTERPRETATION USING DERIVATIVE ANALYSIS, PART 2: DERIVATIVE COMPUTATION AND SMOOTHING

Tago Josué<sup>1</sup> y Hernández-Espriú Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM  
josue.tago@gmail.com

The drawdown/pressure derivative shapes have been used recently in well test analysis, as a powerful tool for the diagnosis of flow regimes, at early, middle and late times during the test. For instance, when infinite acting radial flow (IARF) appears at middle times, it can be diagnosed as a plateau in the derivative curve. This effect suggest that Theisian conditions, i.e., radial flow towards a well, are valid in that part of the test. In addition, the diagnostic plot, composed by the joint curves of drawdown and its derivative, can be especially helpful for the theoretical model(s) selection, during the parameter estimation. The derivative computation is not straight forward because of the noise due to the field data acquisition procedure. The data noise pollutes the derivative when a standard finite difference approach is used, which hampers the analysis. There have been mainly two approaches for the derivative computation. One is to use differentiation algorithms that smooth the derivative (e.g. Bourdet et al. (1983)) and the other one is to approximate the function using a smooth finite function basis (e.g. Lane et al. (1991)). We propose a combination of these approaches to get a robust smooth derivative signal. We assume that the drawdown data is composed by perturbed values from a smooth univariate function. We propose to first compute the derivative using the Bourdet algorithm (Bourdet et al. (1983)) and then approximate it using a least squares approximation through a constrained linear combination of B-splines. An initial fixed number of knots, which define the B-splines positions, are included in the optimization process. At the end, only a few knots are preserved when the best fit is achieved. This procedure allows us to get clean derivatives which makes their analysis easier. Besides, the second derivative can be computed analytically to complement the well test analysis. This project has been supported by DGAPA (UNAM) under the research project PAPIIT IN-112815.

## GEOH-2

### AQUIFER TEST INTERPRETATION USING DERIVATIVE ANALYSIS, PART 1: BASICS AND PRACTICAL GUIDELINES

Hernández-Espriú Antonio<sup>1</sup>, Tago Josué<sup>2</sup>, Castro-Herrera Israel<sup>1</sup> y Arias Paz Alberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM  
ahespriu@gmail.com

Pumping tests represents the standard to assess well condition and determine aquifer parameters. Since the historical milestone of Theis (1935), scientific contributions has been published in the hydrogeological literature, dealing with advance transient solutions of the groundwater flow equation, novel curve-matching procedures and innovative subsurface modeling methods, such as hydraulic tomography, among others. In the oil industry, on the other hand, well test analysis has been used for many decades to evaluate well performance and the reservoir behavior from the dynamic point of view. Early methods (1950-1970) were limited to straight line models and curve-type analysis. However, with the introduction of the pressure-derivative analysis by Bourdet et al. (1983, 1989), well test has become a powerful interpretation tool for reservoir characterization. Diagnostic plots allows to better understand heterogeneous behavior, boundary effects, fracture-driven flow, infinite-acting radial stages, flow dimensions and near-wellbore effects, i.e., damage, skin, storage or vertical flow due to limited entry. Derivative computation have transformed pressure transient analysis in the oil reservoir engineering. However, diagnostic plots in hydrogeology are comparative scarce and limited to very specific and complex studies. The aim of this work is to show the advantages, limitations and drawbacks of diagnostic plots for aquifer test interpretation, in a practical way. Considering this purpose, we used several field examples to illustrate how the joint analysis of the drawdown and its derivative can highly improve aquifer test evaluation, instead of using only the drawdown curve. Our goal is to divulge derivative-diagnostic plots, in a way that can be considered an essential part of the routine well test interpretation among hydrogeologists, scientists and groundwater professionals. This project has been supported by DGAPA (UNAM) under the research project PAPIIT IN-112815.

## GEOH-3

### IMPORTANCIA DE LA HETEROGENEIDAD VERTICAL EN LA SIMULACIÓN DE SUBSIDIENCIA NO LINEAL DEBIDA A LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Zapata-Norberto Berenice<sup>1</sup>, Morales Casique Eric<sup>2</sup> y Herrera-Zamarrón Graciela<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geología, UNAM

<sup>3</sup>Instituto de Geofísica, UNAM  
berzapatan@yahoo.com.mx

La explotación intensiva del acuífero de la cuenca de México ha provocado el descenso sostenido del nivel piezométrico. Esta despresurización se ha propagado al acuitardo sobreyacente (compuesto por sedimentos lacustres arcillosos altamente compresibles) provocando su consolidación y manifestándose como asentamiento del terreno, fenómeno conocido como subsidencia. Esta deformación ha provocado cuantiosos daños a la infraestructura urbana. Existen numerosos esfuerzos para desarrollar metodologías que permitan modelar el flujo del agua subterránea y la subsidencia; las metodologías más recientes toman en cuenta la no linealidad del fenómeno debido a la dependencia funcional de los parámetros hidrogeológicos y la deformación. Sin embargo, la mayoría de los esfuerzos para modelar la subsidencia en la cuenca de México no han considerado la heterogeneidad tanto en los parámetros hidrogeológicos como geomecánicos, que se ha observado en numerosos sondeos y pruebas de campo. El objetivo de este trabajo consiste en investigar el efecto de la heterogeneidad vertical del medio poroso en la subsidencia. Los parámetros considerados son la conductividad hidráulica  $K$ , la relación de vacíos  $e$ , el índice de compresión  $C_c$  y la pendiente  $m$  (obtenida de un gráfico del logaritmo de conductividad hidráulica vs. relación de vacíos). Para cada parámetro se calculó la media y la varianza obtenida de datos reportados en la literatura. Con estos datos, y suponiendo un modelo de covarianza exponencial con un alcance de 2.1 metros, se generaron varias realizaciones y se simuló el flujo (adoptando fronteras tipo Dirichlet por simplicidad) y la consolidación no lineal 1D para un periodo de 275 años. Los resultados reflejan que el parámetro de mayor impacto en la predicción del asentamiento es la  $K$ , dado que ésta puede variar en varios órdenes de magnitud. En importancia le siguen, en orden descendente  $C_c$ ,  $e$  y  $m$ . Los resultados sugieren que es importante tomar en cuenta la variabilidad espacial de los parámetros en la modelación de la subsidencia.

## GEOH-4

### PROSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL MUNICIPIO DE PAPANTLA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Arias Paz Alberto<sup>1</sup>, Arango Galván Claudia<sup>2</sup>, Mancera Javier<sup>1</sup>, Salas José Luis<sup>3</sup>, Arellano Javier<sup>4</sup>, Arcos José Luis<sup>5</sup> y Hernández José Antonio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM

<sup>4</sup>ariaspaz@unam.mx

Se realizó un estudio hidrogeológico en el área localizada en la planicie costera del Golfo de México dentro del municipio de Papantla, en el Estado de Veracruz. La zona de estudio se conforma de un sistema acuífero heterogéneo, anisótropo, libre hidráulicamente y cuyas formaciones geológicas presentan una suave pendiente hacia la línea de costa. Está constituido por material semicompacto de areniscas y conglomerados Terciarios de la denominada Formación Tuxpan; la cual se encuentra cementada por carbonatos por lo que las porosidades se ven reducidas. A lo anterior hay que sumar altos volúmenes de material arcilloso empacados en las formaciones y también presentes como horizontes de espesor variable ya sea intercalado e interdigitado entre las areniscas y conglomerados. Este acuífero se encuentra sobreyaciendo a la potente unidad arcillosa de la formación Escolín. Las captaciones de agua subterránea consisten en pozos excavados a mano en las areniscas (norias) con 3 a 20 metros de profundidad con un metro de diámetro en promedio además rudimentariamente. De hecho, la profundidad total de las norias depende de la presencia de la base superior de los conglomerados compactos. También existen algunos manantiales muy limitados en cuanto a su descarga (menor a un litro por segundo) que descargan generalmente en los arroyos cuando éste intersecta el contacto con las areniscas y conglomerados, que en su conjunto (norias y manantiales), abastecen en forma precaria a más de 450 familias de la población El Palmar, dentro del Municipio de Papantla. La explotación del acuífero es también rudimentaria (con cubetas), ya que por un lado el bajo almacenamiento del acuífero no permite el uso de equipos de bombeo y aquellas obras que, si cuentan con él, drenan por completo la obra al bombear por más de 2 horas. Este fenómeno fue reflejado en las pruebas de bombeo practicadas en las norias más prometedoras, cuyos trabajos fueron realizados con transductores. El nivel de saturación se localiza entre 2 y 17 metros de profundidad, cuya recarga subterránea se lleva a cabo desde las zonas altas, localizada hacia el poniente. La recarga vertical por lluvias es alta debido al clima característico del Golfo de México siendo la infiltración extremadamente baja debido a las litologías presentadas anteriormente. Sin embargo, en años lluviosos los volúmenes extraordinarios infiltrados propician recuperaciones inmediatas en el nivel freático. Con la finalidad de proponer algún sitio para la perforación de un pozo profundo se realizó la exploración geofísica mediante sondeos electromagnéticos cuyas unidades de entre 10 y 17 ohm-m resultaron más interesantes. Estos resultados junto con la información geológica

e hidrogeológica resultaron en la localización del sitio más óptimo para cumplir el objetivo. Esta obra por su longitud (50 metros), compensaría con su caudal específico las expectativas futuras de la población.

## GEOH-5

### PROPUESTA DE ZONAS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN HÍDRICA EN CAPULALPÁM A PARTIR DE MÉTODOS GEOFÍSICOS

Marcial Juárez Ricardo, Belmonte Jimenez Salvador  
Isidro y Ladrón de Guevara María de los Ángeles  
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, CIIDIR Oaxaca  
texgrr@msn.com

La falta de información a nivel microcuena, sobre las principales zonas de recarga hídrica, conlleva al desconocimiento de acciones eficaces y la acertada toma de decisiones para garantizar la cantidad y calidad del recurso hídrico. A ello se le suma el auge de esta zona (Ixtlán de Juárez y Capulalpám de Méndez) como destino turístico aumentando con esto el número de personas que consumen dicho recurso en algún momento, esto ha hecho que se plantee la cuestión de cómo conservar o mantener este recurso disponible para la población del municipio y de la población flotante (turismo) respecto de cuales son y en qué lugar las medidas pertinentes que deberían ser tomadas para preservar el recurso hídrico, el objetivo de este estudio fue contribuir a la planificación y manejo de los recursos naturales a través de la identificación de las zonas de conservación y protección hídrica en Capulalpám de Méndez para mantener el abastecimiento de agua a largo plazo, esto se obtuvo mediante la generación de índices de humedad del suelo y vegetación, así como una caracterización hidrogeológica de la microcuena apoyada por métodos geofísicos (EM-VLF). Se realizaron transectos de 900 metros sobre la ubicación de los manantiales y perpendiculares a las principales fallas identificadas en la región con un equipo VLF ABEM WADI, lo que permite la identificación de áreas de mayor infiltración para las zonas de abastecimiento de agua del municipio, estas zonas se asociaron a los diferentes tipos de vegetación que se encuentran dentro de la microcuena y así se delimitaron las zonas de conservación y protección.

## GEOH-6

### CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA-ESTRUCTURAL E IMPLICACIONES GEOHIDROLÓGICAS DE LA CUENCA DE VILLA HIDALGO, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO, INTEGRANDO MÉTODOS GEOFÍSICOS POTENCIALES

Pérez Corona Fred Yoan<sup>1</sup>, López Loera Héctor<sup>1</sup>, Yutis Vsevolod<sup>1</sup>, Fregoso Becerra Emilia<sup>2</sup>, Martínez Ruiz Víctor Julián<sup>1</sup> y Dávila Harris Pablo<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., IPICYT  
<sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, UdeG  
fred.perez@ipicyt.edu.mx

La integración de métodos geofísicos potenciales (gravimetría y magnetometría) es una excelente herramienta para la detección e interpretación de estructuras geológicas, tanto a escala local como regional del subsuelo, permitiendo caracterizar la geomorfología y estimar diferentes profundidades de las estructuras geológicas presentes en la Cuenca de Villa Hidalgo (CVH) en el estado de San Luis Potosí, México. Para realizar la caracterización geomorfológica-estructural de la zona de estudio se integraron datos de gravimetría y magnetometría terrestre, datos aeromagnéticos del Servicio Geológico Mexicano (SGM) y de gravimetría global de International Gravimetric Bureau (IGB); dicha información se sometió a diferentes procesos y algoritmos matemáticos que comprendieron la separación de campos regionales y residuales, reducción al polo, primera derivada en la horizontal, primera derivada en la vertical y análisis espectral, con el objetivo de interpretar lineamientos asociados a fallas o contactos entre diferentes unidades geológicas en el subsuelo, así como la estimación de la profundidad de las diferentes fuentes magnéticas y gravimétricas. Los resultados obtenidos indican que la geomorfología del subsuelo tiene gradientes que varían de 450 a 2400 metros, se identificaron lineamientos que coinciden con trazas de fallas en superficie, siendo los de dirección preferencial NW-SE los que dominan el relieve del subsuelo considerándose de carácter regional y los más antiguos que modificaron las diferentes rocas del terreno Sierra Madre, favoreciendo el origen del Graben de Corcovada y las emisiones fisurales de rocas volcánicas del Cenozoico; un segundo patrón con dirección NE-SW se considera contemporáneo o posterior a la Orogenia Laramide afectando a diferentes secuencias sedimentarias del Cretácico correspondientes a la plataforma Valles-San Luis Potosí y La Cuenca Mesozoica del centro de México, por último se identificó un tercer sistema con dirección preferencial N-S en forma escalonada relacionada a un régimen extensional ligado al Graben de Peotillos. La integración de métodos geofísicos potenciales permitió evaluar desde el punto de vista geohidrológico la presencia de un escenario estructural favorable para la formación de un sistema acuífero en la CVH, debido a que el relleno de los graben, el fallamiento y fracturación de las diferentes rocas volcánicas localizadas hacia la base de las fosas tectónicas y la carsificación además del fracturamiento de las calizas arrecifales de la Formación El Abra presentan gran permeabilidad.

## GEOH-7

### ESTUDIO GEOFÍSICO Y GEOHIDROLÓGICO DE UNA PORCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO ZANJÓN CERCANA A LAS POBLACIONES DE PESQUEIRA Y CARBÓ, SONORA CENTRAL

Morales Ochoa Ricardo, Morales-Montañón Mariano y Ochoa Granillo José Alfredo  
Universidad de Sonora, UNISON  
rmoraleso@correo.fisica.uson.mx

El incremento en la actividad agrícola en la región central del estado de Sonora aunado a la creciente población y condiciones climáticas adversas, ha tenido como consecuencia un aumento en la necesidad de localización y extracción de agua del subsuelo. Debido a esto se realizan estudios geofísicos y geohidrológicos con el fin de conocer las propiedades del subsuelo para poder caracterizar el acuífero y así hallar las zonas más propicias para la extracción de agua. Aquí se muestran resultados de algunos estudios realizados en poblaciones y zonas agrícolas dentro de la cuenca del Río Zanjón en el estado de Sonora.

## GEOH-8

### DELINEAMIENTO DE ZONAS DE AGUA SUBTERRÁNEA CONTAMINADA CON ARSÉNICO EN MATEHUALA, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Gómez Hernández Andrea Del Pilar<sup>1</sup>, Martínez Villegas Nadia<sup>1</sup>, Dávila Harris Pablo<sup>1</sup>, Yutis Vsevolod<sup>1</sup> y Rodríguez Rodrigo Merced<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT  
<sup>2</sup>Universidad de Sonora, UNISON  
andrea.gomez@ipicyt.edu.mx

En un acueducto construido en la ciudad de Matehuala (S.L.P., México), se ha reportado arsénico en distintas magnitudes en agua superficial y subterránea cuyo comportamiento no ha sido explicado hasta el momento. Se determinó la litología del lugar a través del levantamiento de 7 columnas estratigráficas del subsuelo a profundidades hasta de 10 metros y una más de un pozo de 200 metros el cual proporcionó información directa de la litología del subsuelo, se trazaron dos transectos que permitieron correlacionar las columnas y se obtuvieron dos secciones geológicas a partir de las cuales se observó la distribución del material de relleno, los contactos litológicos, los ambientes de depósito y las unidades susceptibles de contener agua; además, se realizaron campañas de exploración geofísica que permitieron obtener siete sondeos eléctricos verticales a partir de los cuales se identificaron los cambios en la resistividad del material; esta información se comparó y se comprobó con las unidades geológicas del subsuelo encontrándose un gran paquete intermedio de depósitos aluviales compuesto por gravas, arenas y limos y hacia el Nor-Este y el Este del valle y superficialmente alternancias de horizontes de yeso de espesor variable depositados sobre un lecho rocoso de calizas, margas y lutitas que datan desde el Jurásico al Cretácico. Se determinó la piezometría del área de estudio se recolectaron muestras de agua las cuales se analizaron encontrándose que la concentración promedio de arsénico en el agua que fluye por dicho canal es de 11.15 +/-0.41 mg/L a lo largo de los 4.9 Km de su trayecto mientras que se encontraron otros dos grupos de resultados el primero de los cuales presentaba altísimas concentraciones las cuales llegaron a los 100 mg/L de arsénico contrastando con el segundo en donde se presentaron concentraciones de arsénico por debajo de 0.1 mg/L pero sin poderse establecer un patrón hidrológico que explicara su comportamiento. Los resultados sugieren la presencia de dos acuíferos, uno intermedio entre 10 y 50 m. de profundidad con dirección NW-SE contenido en el estrato de las arenas y los limos en donde se encuentran las concentraciones más bajas de arsénico y un segundo acuífero local o somero con dirección O-E contenido en el estrato más permeable de gravas en el que se presentan las concentraciones más altas de arsénico el cual se infiltra al complejo hidráulico a través de cavernas que se forman por la disolución de los yesos; a pesar de que el material yesífero se caracteriza por tener una conductividad hidráulica baja, el agua puede disolver el material dando lugar a la formación de cavernas por donde puede consecuentemente fluir; así es como el canal construido intercepta el agua subterránea a una profundidad de 35 m conduciéndola hasta alcanzar la superficie a la altura del poblado Cerrito Blanco. Los resultados de este estudio explican el comportamiento de las concentraciones de arsénico observadas en la región y proporcionan elementos para delimitar zonas de aprovechamiento de agua más seguras para la población.

GEOH-9

## DIAGNÓSTICO DE CONTAMINANTES EMERGENTES Y METALES PESADOS EN EL AGUA SUPERFICIAL, SUBTERRÁNEA Y SEDIMENTOS DEL RÍO SANTA CATARINA, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Dávila Pórcel René Alberto<sup>1</sup>, De León Gómez Héctor<sup>1</sup>, Rodríguez Martínez Juan Manuel<sup>1</sup>, Castro Larragoitia Guillermo Javier<sup>2</sup>, Cardona Benavides Antonio<sup>2</sup>, Borselli Lorenzo<sup>2</sup>, Villalba María de Lourdes<sup>1</sup>, Pinales Munguía Adán<sup>3</sup>, De la Garza Aguilar Rodrigo<sup>3</sup>, Silva Hidalgo Humberto<sup>3</sup>, Espino Valdés María del Socorro<sup>3</sup> y Cruz López Arquímedes<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León  
<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua  
 rene.alberto.davila@gmail.com

Ante la problemática actual del suministro de agua potable para la zona Metropolitana de Monterrey, que cuenta con más de 4.2 millones de habitantes para los usos domésticos, municipales e industriales. Se integró la red "Geocursos Ambientales Sostenibles", conformada por los Cuerpos Académicos (UANL-CA-335, UASLP-CA-237 y UACH-CA-115), y aprobada por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), con el objetivo de identificar y evaluar las concentraciones de contaminantes emergentes, metales pesados y elementos radiactivos en agua superficial, subterránea y sedimentos del río Santa Catarina. Para lo cual se están evaluando las componentes hidrológicas, geológicas, hidrogeológicas e hidrogeoquímicas que permitirán valorar el grado de afectación del agua de superficie, del subsuelo y de la presa "El Cuchillo" importante fuente superficial de suministro de agua potable. Se observaron descargas que pudiesen afectar la calidad del agua superficial, subterránea y el vaso de la presa "El Cuchillo". Geológicamente existe predominancia de rocas sedimentarias de las Formaciones San Felipe y Méndez que subyacen a sedimentos no consolidados de la planicie de inundación del río. El flujo de agua subterránea en el medio granular tiene una dirección preferencial de oeste a este, que coincide con la dirección del flujo superficial del río Santa Catarina. La profundidad del nivel estático del agua subterránea se encuentra entre 5 y 75 metros que fue registrada en 21 pozos a ambas márgenes del cauce del río. En la parte experimental se seleccionaron 12 sitios de muestreo, donde los resultados confirmaron la presencia de metales (Zn, Al, Cu y Fe) en sedimentos, con valores por arriba del fondo geoquímico natural y que se correlaciona con resultados de muestras de agua en los mismos puntos; también se identificó la presencia de contaminantes emergentes como: Bisfenol A, Cocaína e Ibuprofeno.

GEOH-10

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL "RÍO QUERÉTARO" EN TRES ZONAS ESTRATÉGICAS DE SU CURSO, QUE REFLEJAN LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LA CALIDAD DEL AGUA

Chicho Fabicho, Mata Marco y Martínez Judith  
 UNAM Juriquilla  
 faboc@ciencias.unam.mx

El centro de México se ha convertido en una importante zona urbana, industrial y agrícola, generando una gran demanda de recursos hídricos. El "río Querétaro" es un ejemplo de la situación que prevalece en los cuerpos de agua que atraviesan zonas de gran asentamiento y actividad humana. El presente estudio analiza las condiciones fisicoquímicas del agua del río en tres zonas estratégicas que revelan su estado: la "Presa del Carmen", un embalse cerca de su nacimiento; el pozo de un acuífero en una zona agrícola en el poblado "Santa Cruz"; sobre el cauce cuando atraviesa la zona urbana de la ciudad de Querétaro. En las pruebas de pH, alcalinidad, conductividad, cationes y aniones mayores, además de elementos traza, se ve reflejada la influencia de las actividades humanas en la perturbación de la calidad del agua del río. En la región cercana a su nacimiento su estado es óptimo para uso humano, pero susceptible a contaminación debido a su baja conductividad. En su paso por la zona agrícola los niveles en las concentraciones de aniones (nitratos y sulfatos) aumentan considerablemente. En la zona urbana los niveles de conductividad y alcalinidad se elevan debido a la gran cantidad de sólidos disueltos, lo mismo ocurre al aumentar las concentraciones de cationes y aniones, de igual forma aparecen elementos traza que estaban ausentes en las dos muestras anteriores.

GEOH-11

## ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS (AS, CD, CU, PB, SB Y ZN) EN AGUA SUBTERRÁNEA DEL SUROESTE DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Velázquez Pedroza Karen, Murillo Jiménez Janette Magalli y Nava Sánchez Enrique Hiparco  
 CICIMAR-IPN  
 nenaquim\_25@hotmail.com

La presencia de elementos potencialmente tóxicos (As, Cd, Cu, Fe, Pb, Sb y Zn) en el agua subterránea, representan un problema a la salud humana. Estos elementos pueden estar presentes en el agua por aportes de fuentes naturales y antropogénicas (ej. minería). El objetivo de este estudio es identificar si los desechos mineros abandonados por el Distrito Minero El Triunfo-San Antonio están contaminando el agua subterránea con estos elementos. El área de estudio se localiza al suroeste de Baja California Sur, aproximadamente a 80 km al Sur de la ciudad de La Paz, delimitada en un polígono con coordenadas de 23.50 ° y 23.24° Latitud Norte y -109.94° y -110.30° Longitud Oeste. Se caracterizó el agua subterránea de las cuencas hidrológicas El Carrizal (EC), La Matanza (LM), La Paz (LP) y Santa Inés-La Muela (SIM), mediante la obtención de parámetros fisicoquímicos in situ de agua de pozos y el análisis químico para la obtención de concentraciones de iones mayoritarios y elementos potencialmente tóxicos, las mediciones se realizaron con Espectrofotometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente Thermo iCAP 6500 Dúo. En el 2015 se muestrearon 30 pozos tanto en época de estiaje como lluvias. Los resultados se interpretaron con base en los criterios establecidos por la Organización Mundial Salud (2011). Como resultado la conductividad eléctrica excedió el límite máximo permisible de 1.4 mS/cm en el 32% de las muestras de EC y el en 20% de LM. Las concentraciones de iones mayoritarios: Na+, Cl- y SO42- en los pozos EC2 y LM20 superan el límite máximo de Na+:200, Cl-:250, SO42-:250 mg/L. El 84% de los pozos en EC está contaminado con As, con valores mayores a 0.01 mg/L. El Cd rebasa los 0.003 mg/L en el pozo EC2. Las concentraciones de sales disueltas y As sugieren mayor contaminación en las cuencas hidrológicas EC y LM, seguidas de SIM y LP. Se infiere que los desechos mineros abandonados del Distrito Minero El Triunfo - San Antonio es la principal fuente de contaminación del As. Palabras clave: Contaminación, cuencas hidrológicas, salud humana, As

GEOH-12

## ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DEL TRANSPORTE DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS EN EL SUBSUELO EN UNA PORCIÓN DE SONORA CENTRAL

Morales Ochoa Ricardo, Ortega Arenas Ricardo y Ramírez Rodríguez Luis P.  
 Universidad de Sonora, UNISON  
 rmoraleso@correo.fisica.uson.mx

La contaminación de acuíferos debida a contaminantes derivados de la industria agrícola es una problemática a nivel mundial. En la porción central de Sonora la actividad agrícola se ha ido incrementando con la siembra de uva en grandes extensiones de terreno, lo que trae consigo el uso de fertilizantes y pesticidas los cuales se infiltran al subsuelo con el riego de las plantaciones. Aquí se analizará el transporte de un pesticida en el subsuelo al ser infiltrado mediante el agua de riego.

GEOH-13

## CIZALLA DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA A LO LARGO DE FALLAS Y DE JUNTAS ESTRATIGRÁFICAS EN EL VALLE DE QUERÉTARO

Carreón Freyre Dora<sup>1</sup>, Cerca Martínez Mariano<sup>1</sup>, Ochoa González Gil<sup>2</sup>, Teatini Pietro<sup>3</sup> y Zúñiga Ramón<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Centro de Geociencias, UNAM  
<sup>2</sup>PCT UNAM, ITESO  
<sup>3</sup>Universidad de Padua, Italia  
 freyre@geociencias.unam.mx

Los desplazamientos de fallas casi-verticales y/o juntas estratigráficas horizontales han provocado la cizalla de al menos 16 ademes de pozos en un período de más de 10 años en el Acuífero del Valle de Querétaro. Las evidencias integradas a partir de observaciones de campo, monitoreo de la deformación, correlación estratigráfica y modelado numérico indican que el abatimiento de las aguas subterráneas y la subsidencia del terreno inducen la cizalla. Se identificaron los dos factores principales que condicionan la distribución del esfuerzo y la localización de los pozos afectados: (1) desplazamiento en los planos de falla, y (2) desplazamiento sobre las juntas de estratificación. Los desplazamientos en las fallas se pueden generar, ya sea por la compactación de las unidades sedimentarias (fallamiento pasivo) o por desplazamiento de bloques delimitados por fallas preexistentes (reactivación). Los principales descensos de nivel piezométrico y la distribución de los gradientes hidráulicos también pueden estar asociados con desplazamientos en las juntas de estratificación. Las fallas y contrastes hidráulicos en secuencias de rocas heterogéneas, conjuntamente con la extracción de agua subterránea, influyen en la distribución de los gradientes y delimitan los compartimentos del agua subterránea en el acuífero. El modelado numérico análogo permitió la evaluación

de la distribución del esfuerzo-deformación y desplazamientos asociados con el aumento del esfuerzo vertical. Los acuíferos limitados por fallas son comunes en la parte central de México y los resultados obtenidos se pueden aplicar a otros sistemas de acuíferos controlados estructuralmente.

## GEOH-14

### METODOLOGÍA PARA ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS EN ZONAS DE RECARGA-DESCARGA APLICANDO LA POLÍNICA EN JOYA DE LUNA-GUAXCAMÁ, S.L.P.

Torres Sonia<sup>1</sup>, Ramos Leal José Alfredo<sup>1</sup>, Rodríguez Robles Ulises<sup>1</sup>, Aguilera Cristóbal Aldama<sup>2</sup>, Dávila Harris Pablo<sup>1</sup> y Carranco Lozada Simón Eduardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP  
sonia.torres@ipicyt.edu.mx

En este trabajo se presenta una metodología para demostrar que existe una conexión entre dos zonas kársticas (cavernas de caliza y yeso). Las partículas de polen presentes en un sistema acuífero son utilizadas como trazador natural para identificar la conectividad hidráulica entre la zona de recarga de Joya de Luna y descarga Guaxcamá, en medios kársticos y/o fracturados. Se inicia con el protocolo de planeación y preparación de material para el muestreo. En la toma de muestra se utiliza bomba peristáltica con filtros de 0.45 micras. Los filtros son almacenados y conservados para su análisis. En el laboratorio se realiza el humedecido y raspado de los filtros para obtener el polen; simultáneamente se realiza la pigmentación de los granos de polen y fijados en una porta-objeto para su caracterización morfológica y conteo polínico en microscopía. El análisis estadístico muestra que hay una similitud global alta entre la zona de recarga con matorral submontano y la de descarga con pastizal gipsófilo y matorral submontano; en el análisis de la combinación estadística por especies y tiempo, algunos granos de polen de garbanzo, avena y maíz característicos de la zona de recarga se presentan en la zona de descarga, el método usado tiene un grado de confiabilidad alto, es natural y no contamina.

## GEOH-15

### CARACTERIZACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL PROCESO DE RECARGA EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES

Hernández-Marín Martín, Zermeño-Villalobos Alfredo, Guerrero-Martínez Lilia y Rodríguez-González Lorena  
Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA  
mhernandez@correo.uaa.mx

Se presentan los avances logrados sobre la aplicación de una estrategia para entender el proceso temporal y espacial de recarga natural en el valle de Aguascalientes. Se están aplicando tres métodos de evaluación: a) método de Fluctuación de Niveles de Agua Subterránea, en el que los datos colectados en campo son incluidos en una ecuación sencilla de variación de niveles de agua en el tiempo, mismos que se multiplican por el rendimiento específico, permitiendo estimar principalmente un volumen de recarga; b) Simulaciones numéricas, que toma como datos de entrada en el modelo numérico factores como la hidrostratigrafía y los volúmenes precipitados, permitiendo estimar el tiempo que toma a una partícula de agua en alcanzar el nivel piezométrico desde la superficie; y c) Análisis geoespacial de los factores involucrados, para el cual se utiliza un programa computacional de sistemas de información geográfica que permite procesar los datos geoespaciales. Este último método está permitiendo clasificar cualitativamente el potencial de recarga dentro del valle, permitiendo obtener un mapa de zonificación de recarga, es decir una evaluación cualitativa, mientras que los dos primeros permiten realizar una evaluación más cuantitativa. De entre los resultados obtenidos se encontraron valores máximos de recarga del orden de 70 milímetros anuales en la parte norte-centro del valle, misma zona que presenta las mejores condiciones para que la recarga suceda, mientras que los tiempos de variación de recarga ocurren en un rango que va desde 4.25 hasta más de 150 años.

## GEOH-16

### ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ACUÍFERA DE LA PORCIÓN SUROESTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, APLICANDO LA METODOLOGÍA AVI

Pinales Munguía Adán, Silva Hidalgo Humberto, Villalba María de Lourdes, De la Garza Aguilar Rodrigo, Espino Valdés María del Socorro y Tonche Ramos Agustín Javier  
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua  
apinales@uach.mx

La vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero normalmente es el primer paso en la evaluación del riesgo de contaminación del agua subterránea. Existen varios métodos para estimar la vulnerabilidad de un acuífero como el GOD, DRASTIC, SINTACS y AVI. En esta investigación se seleccionó el método AVI para determinar la vulnerabilidad regional de los acuíferos: Laguna de Mexicanos, Alto río San Pedro, Villalba, Valle de Zaragoza, Parral-Valle del Verano, Bocoyna, San Felipe de Jesús y Carichi-Nonoava. El área de estudio comprende la porción suroeste del estado de

Chihuahua con una superficie de 31,253 km<sup>2</sup>, y se encuentra entre las coordenadas geográficas 29° 13' 40" a 26° 02' 47" de latitud norte y 108° 46' 23" a 105° 47' 07" de longitud oeste. El AVI (Acuífero Vulnerability Index) es un método sencillo que cuantifica la vulnerabilidad de un acuífero por medio de la Resistencia hidráulica vertical (CT) por el flujo de agua en los estratos de suelo que sobre yacen el acuífero. La resistencia hidráulica es un factor que indica el tiempo aproximado del caudal del flujo vertical del agua que atraviesa la zona no saturada por unidad de gradiente de carga. El mapa de vulnerabilidad se elaboró a partir de las configuraciones de la profundidad al nivel estático de cada uno de los acuíferos, así como también el tipo de material localizado sobre el nivel del agua, que a su vez se relacionó con valores de conductividad hidráulica vertical. La resistencia hidráulica total en años (CT) en forma log CT, representa la vulnerabilidad. Valores menores a la unidad corresponden a vulnerabilidad muy alta y valores mayores a cuatro corresponden a vulnerabilidad muy baja. La profundidad del nivel del agua en el área de estudio que se obtuvo de las configuraciones se encuentra entre 5 y 200 m. Las profundidades menores las encontramos en los centros de los valles y aumentan hacia las partes altas de las sierras. Los valores de conductividad hidráulica vertical varían desde 0.001 a 725 m/año. Los menores valores los encontramos en las partes altas de las sierras. En cuanto a la vulnerabilidad a la contaminación acuífera se observa que el acuífero VILLALBA presenta un índice muy alto, mientras que el resto del área de estudio presenta principalmente un índice de medio a bajo. En zonas de alta vulnerabilidad, en caso de que se fuera a instalar una fuente potencial de contaminación como gasolinera, planta de tratamiento de agua residual, relleno sanitario, entre otras, se recomienda tomar las precauciones necesarias para evitar alguna contaminación al acuífero.

## GEOH-17 CARTEL

### GEOFÍSICA DE EXPLORACIÓN PARA EL ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN Y ESTRUCTURA INTERNA DEL ACUÍFERO EN EL ANILLO DE CENOTES Y EL CRÁTER DE CHICXULUB, YUCATÁN

Andrade Gómez Luisa y Rebolledo Vieyra Mario  
Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY  
luisaandrade6@hotmail.com

La Península de Yucatán es una plataforma cársica de escasa altitud, siendo considerada toda ella como un acuífero cársico costero. Al norte de la península se identifica una región conocida como anillo de cenotes, rodeando el cráter de Chicxulub, que presenta características hidrogeológicas distintas a sus alrededores, siendo considerada una zona potencial de recarga. El aumento del nivel del mar y los cambios en el ciclo hidrológico que se presentan en las estimaciones de cambio climático pueden generar gran impacto sobre el acuífero si no se estudia adecuadamente y se toman medidas preventivas. Para poder estudiarlo y poder mitigar los posibles efectos de los cambios en las condiciones físicas ambientales, es necesario el desarrollo de modelos con un mejor ajuste a la realidad, conocer su estructuración interna, si existen zonas con distintas conductividad asociada al flujo hidráulico y la conectividad del acuífero. El objetivo es obtener un modelo conceptual del acuífero donde se represente la zonificación y estructura interna del mismo. La metodología está basada en técnicas de resistividad eléctrica y electromagnética, que permiten obtener modelos de resistividad del terreno en 2D. Los resultados muestran un buen ajuste a un modelo estratificado en 3 capas, con el acuífero bajo una capa de caliza fracturada completamente conectado independientemente de la cantidad de cenotes y aguadas, y separado de la intrusión marina por la haloclina.

## GEOH-18 CARTEL

### CARACTERIZACIÓN DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA EMPLEANDO MÉTODOS GEOFÍSICOS. ESTUDIO TEÓRICO Y COMPUTACIONAL DEL MÉTODO DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN CON CONSIDERACIONES DE ANISOTROPIA EN EL MAPEO DE CUERPOS DE AGUA SUBTERRÁNEOS

Munoz Garcia Andres Mauricio, Espitia Nery Martin  
Eduardo, Bustos Henry Yesid y Monroy Edgar  
Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto)  
andresmm63@gmail.com

Los recursos hídricos superficiales tienen hoy día un gran número de problemas de contaminación y preservación que son cada vez más evidente, las fuentes hídricas subterráneas de valor incalculable están expuestas a contaminación y extinción por parte de nuestra actividad diaria. Uno de los inconvenientes la caracterización, monitoreo y preservación de las fuentes hídricas subterráneas es la profundidad en la que se encuentran, los métodos directos de estudio son escasos y solo brindan información puntual, y los métodos indirectos, son imprecisos y costosos. Este trabajo muestra los resultados preliminares del diseño e implementación de una metodología teórica y computacional que emplea datos sintéticos para el tratamiento de datos sísmicos someros como una herramienta de ayuda en la búsqueda e identificación de fuentes de agua subterránea en Colombia. Los resultados de este trabajo, hacen parte de un proyecto que en su primera parte trata problemas teóricos y computacionales, aun así, los modelos computacionales han sido pensados y

ejecutados considerando hechos reales publicados por La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia).

## GEOH-19 CARTEL

### CALIDAD DE AGUA EN POZOS CERCANOS A LA LOCALIDAD DE ANÁHUAC, CHIHUAHUA

Sigala Hector, Hinojosa de la Garza Octavio Raúl, Espino Valdés María del Socorro, Rodríguez Yair y Faudoa Fabian  
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH  
a271330@uach.mx

Se llevó a cabo un muestreo en 5 pozos localizados cerca de la comunidad de Anáhuac, Chihuahua México, para identificar, describir e interpretar si la calidad del agua en ellos era adecuada para consumo humano. Se efectuaron análisis físico-químicos en las muestras colectadas relacionadas a los iones mayores (aniones y cationes). En base a las características físico-químicas medidas de las muestras se generó una tabla de resultados. Los análisis físico-químicos se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la UACH, utilizando técnicas analíticas como la espectrofotometría de absorción atómica y los procedimientos establecidos en las Normas Mexicanas para análisis de aguas potables. Los resultados fueron descritos e interpretados haciendo uso de los diagramas de Piper y de Stiff para interpretar la evolución de las aguas subterráneas. Los resultados fueron comparados con los niveles establecidos con la modificación a la NOM-127-SSA1-1994 como las concentraciones máximas permitidas para el caso de agua potable. Altos niveles de As fueron identificados para uno de los pozos y de igual manera se encuentra que el F sobrepasa los valores máximos permitido por la Norma en tres de los pozos. En la descripción de la calidad de las aguas de los pozos se clasificaron por familias, según la concentración de los aniones y cationes del agua de cada pozo. Los resultados de los análisis físico-químicos permitieron concluir que existe una evolución de las aguas subterráneas de acuerdo al flujo hacia el oeste del área de estudio. La mayoría de los pozos tiene agua de composición perteneciente a la familia Bicarbonatada-Cálcica. El agua en la mayoría de los pozos tiene concentraciones de iones que cumple con la normativa para consumo humano.

## GEOH-20 CARTEL

### ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS EN LOS SISTEMAS DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL SUROESTE DE GUANAJUATO

Salinas Reyes Jenifer Tatiana y Ortega Guerrero Marcos Adrian  
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM  
jtsalinas@unal.edu.co

Diversos estudios de carácter hidrogeoquímico han evidenciado la presencia de algunos elementos como arsénico y fluoruro en concentraciones que resultan nocivas para la salud en aguas subterráneas de diferentes regiones de México. El estudio de los sistemas de flujo conduce al entendimiento del origen y evolución de estos elementos en el agua y por tanto permite establecer metodologías de remediación a fin de evitar daños a la salud humana y al ambiente. Como hipótesis se asume que las concentraciones de los diferentes elementos disueltos en el agua subterránea son producto de la interacción de ésta con las rocas a medida que se moviliza siguiendo el sistema de flujo definido para la cuenca. Las propiedades físico-químicas de los elementos de tierras raras convierte a estos elementos del grupo de los lantánidos en trazadores geoquímicos únicos en la proveniencia y movilidad de aguas subterráneas. En este trabajo se pretende evaluar la aplicabilidad de los elementos de tierras raras como trazadores de flujo naturales, y establecer la proveniencia de los elementos de tierras raras en el agua subterránea de la región suroeste del Estado de Guanajuato mediante la comparación de las firmas geoquímicas con estudios previos realizados en el área de estudio tanto para aguas subterráneas como para rocas considerando ecuaciones de equilibrio termodinámico y coeficientes de correlación entre estos elementos y con respecto a otros elementos, compuestos y variables.

## GEOH-21 CARTEL

### CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO DE TECAMACHALCO, PUEBLA

Ramos Leal José Alfredo<sup>1</sup>, Moran Ramirez Janete<sup>1</sup> y Sandoval-Montes Ismael del Carmen<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., IPICYT  
<sup>2</sup>Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática  
jalfredo@ipicyt.edu.mx

El área de estudio se encuentra en los límites de tres terrenos tectonoestratigráficos: Terreno Mixteco, Terreno Oaxaqueño y Terreno Maya. La mayor parte del sistema acuífero se encuentra en el Terreno Maya, en donde la unidad geológica más antigua, corresponde a la Formación Xonamanca, del Cretácico Inferior, formada por calizas arenosas con influencia volcánica, calizas pelíticas y calizas de plataforma dolomitizadas. Sobre esta unidad se depositaron calizas pelágicas de la Formación Tamaulipas Inferior en partes con influencia volcánica de dacitas y andesitas. Esta unidad es cubierta por la Formación Orizaba del Albiano-Cenomaniano que es

formada por calizas de plataforma intercalado con dolomías y anhidritas. Sobre las calizas de plataforma se encuentra la Formación Maltrata del Turoniano. Cubriendo a este material se ubica un acuitado de espesor variable, que es la base del acuífero aluvial y la frontera con el acuífero calcáreo profundo. Las rocas cretácicas son cubiertas por rocas del Terciario Inferior están representadas por areniscas, conglomerados, andesitas, basaltos, brechas volcánicas y sedimentos volcanoclásticos; finalmente, el Cuaternario se presentan una gran variedad de rocas asociadas a la formación del Eje Neovolcánico, como son: basaltos, brechas volcánicas, tobas, conglomerados, caliche y travertinos, aunque el de mayor importancia por formar el acuífero más superficial es el aluvial, donde se encuentran alojados la mayor cantidad de pozos que extraen el agua del subsuelo, que se asume como un medio de triple porosidad debido al grado de consolidación, la disolución de la matriz calcárea y de las discontinuidades presentes. La hidrogeoquímica indica que hay agua de tipo Ca-HCO<sub>3</sub> y un grupo Ca-Na-HCO<sub>3</sub> asociadas a flujos precedentes de la región de la Malinche y del Pico de Orizaba; un grupo menor es el agua Na-HCO<sub>3</sub> y solo una muestra se clasificó como Na-SO<sub>4</sub>, que se define como el agua más evolucionada del sistema. En este diagrama también es posible reconocer procesos de intercambio iónico, principalmente en las muestras procedentes de las regiones de la Malinche y del Pico de Orizaba. En el grupo Ca-HCO<sub>3</sub> algunas muestras evidencian mezclas de agua.

## GEOH-22 CARTEL

### CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE HUMEDALES DE CIÉNAGA DEL FUERTE, VER.

Sánchez Lorena Elisa<sup>1</sup>, Ramos Leal José Alfredo<sup>2</sup>,  
Moreno-Casasola Patricia<sup>1</sup>, Hernández Elizabeth<sup>1</sup> y Reyes Víctor<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Ecología, A.C., INECOL  
<sup>2</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., IPICYT  
lorenaelsa@gmail.com

Los humedales son ecosistemas localizados entre los terrestres y los acuáticos por lo que presentan características de ambos así como tres características únicas que los definen: una columna de agua temporal o permanentemente, un suelo hidromórfico y vegetación hidrófita. Son considerados como los «riñones del planeta» por su capacidad de depuración del agua. Sin embargo, para establecer, cuantificar y replicar cualquier servicio ecosistémico y lograr el adecuado manejo, protección y replicación de estos ecosistemas, se debe conocer cada uno de los componentes de un humedal: vegetación, suelos, hidrología y topografía así como las interacciones entre ellos y los efectos sobre sí y los demás componentes. Siendo el agua la principal fuerza que moldea y define la dinámica de los humedales, es básico entender, cuantificar y evaluar la fase hídrica a fin de poder estimar las funciones y procesos que se llevan a cabo en estos ecosistemas. La entrada de agua al sistema es considerada difícil de cuantificar debido a: patrones de flujo, orografía, características de suelos hidromorfo, falta de información de gradientes hidráulicos, llegando a ignorarse o estimarlos como residual en el balance de agua. Estimar la función de calidad de agua presenta complicaciones: limitado entendimiento de los procesos geoquímicos, la falta de conceptualización heterogénea en hidrología, biogeoquímica y vegetal. El primer paso para la integración del estudio de las funciones de un humedal es la caracterización hidrogeoquímica del sistema que permita conocer el papel del agua subterránea en la modificación de la hidrología, química del agua y comunidades biológicas, su relación con las variaciones estacionales de los humedales y el observar el agua subterránea como un conector del acuífero y de las aguas superficiales con los ecosistemas. Con conocimiento y herramientas hidrogeoquímicas se logra que los ecólogos puedan tener una visión completa del ecosistema como tal, ligan los procesos hidrológicos con sus efectos ecológicos, determinen y/o predigan la presencia o no de una comunidad vegetal en función del nivel de agua presente en un lugar y tiempo dado (o viceversa), manejen e integren la información hidrogeoquímica de un ecosistema hidrodépendiente y especialmente, puedan contar con herramientas e información básica y precisa para lograr el manejo y protección de estos ecosistemas, logren una adecuada restauración de los componentes y por ende de las funciones/servicios brindados por ellos. Mediante la caracterización hidrogeoquímica de humedales del ANP Estatal Ciénaga del Fuerte, ubicados en el estado de Veracruz, se pretende contestar las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la composición química del agua presente en humedales herbáceos pertenecientes a Ciénaga del Fuerte? ¿Cuál es el caudal influente al ANP Ciénaga del fuerte y de dónde provienen? ¿Cuánto es el servicio ecosistémico de mejoramiento de calidad del agua de tres comunidades de hidrófitas de humedales de Ciénaga del Fuerte?

## GEOH-23 CARTEL

### VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES DEL NIVEL FREÁTICO EN ZONAS RURALES - CASO DE ESTUDIO: EX-HACIENDA DE GUADALUPE, LINARES, NUEVO LEÓN

López Morales Wendy Nataly, Zuñiga Doria Karen Alejandra y Salinas Jasso Jorge Alán  
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL  
nataly15966882@hotmail.com

La inherente necesidad del ser humano por abastecimiento de agua subterránea propicia sobreexplotación del recurso y contaminación del mismo. En contraste con zonas urbanas, las áreas rurales presentan problemáticas hidrogeológicas puntualizadas y relacionadas con actividades agrícolas, ganaderas y el mismo

uso doméstico. Regulaciones en el uso y explotación del líquido son imperativas con la finalidad de un aprovechamiento adecuado del mismo. Se documentan las variaciones espacio-temporales en el nivel de agua subterránea en el ejido Ex Hacienda de Guadalupe, Linares N.L. La zona de estudio se encuentra localizada en la provincia Planicie Costera del Golfo de México donde importantes acumulaciones de depósitos clásticos Cenozoicos se han depositado sobre lutitas de la Fm. Méndez (Cretácico Superior). Estos materiales constituyen dos tipos de acuíferos principales en la región: un acuífero somero de poros y un acuífero profundo de fracturas, siendo el primero de ellos el más explotado y propenso a contaminación localmente. Las mediciones multitemporales del nivel freático fueron tomadas en pozos y norias de la localidad resultando cartas piezométricas que marcan un flujo con dirección NNE hacia el Golfo de México, acorde con el sistema hidrogeológico regional. Las fluctuaciones del nivel freático localmente se relacionan con la recarga directa del acuífero durante precipitaciones extraordinarias y la extracción de agua mediante bombas provocando abatimientos del espejo de agua. Aunado a esto, la contaminación del recurso hídrico es notoria debido a la ganadería y desechos humanos.

#### GEOH-24 CARTEL

### BALANCE HÍDRICO EN LA LAGUNA DE CAJITILÁN, MÉXICO

Durán Omar, Filonov Anatoliy, Mireles Omar y Monzón César  
*Universidad de Guadalajara, UDG*  
 ode.09@hotmail.com

En este trabajo se presenta el balance hídrico de la laguna de Cajitilán entre el año 2002 y 2011. Utilizando datos de observaciones hidrológicas y meteorológicas se simula el nivel de la laguna de Cajitilán, Jalisco; con la finalidad de analizar la tendencia del nivel de la laguna, ya que en menos de 80 años en dos ocasiones se ha secado y se cree que la tendencia general es a secarse. Una vez realizando el balance hídrico sobre la microcuenca que la comprende y un análisis de las series de tiempo obtenidas de precipitación, evaporación, temperatura y viento, así como de otros ingresos y salidas de agua presentes en esta laguna; se simula el nivel de la laguna para el intervalo de tiempo que comprende del año 2002 al 2011. Así mismo se realiza una simulación de corriente y transporte; que con técnicas de análisis espectral se obtendrá un análisis de la variación de nivel de la laguna de Cajitilán bajo condiciones sensibles a cambios climáticos de baja frecuencia; esto con el fin de obtener una visión clara del régimen climatológico y el estado de vida actual de la laguna de Cajitilán.

#### GEOH-25 CARTEL

### CUENCAS HIDROGEOLÓGICAS. CONDICIONES, DISPONIBILIDAD Y ESCASEZ DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO

Yañez Rodríguez María de los Angeles y Ramos Leal José Alfredo  
*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., IPICYT*  
 maria.yanez@ipicyt.edu.mx

Conocer las características de las cuencas hidrogeológicas ayuda a cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades naturales y humanas. Una de las actividades de mayor impacto dentro del sistema hídrico es la extracción de agua subterránea. Las aguas subterráneas desempeñan un papel importante para el desarrollo económico del país, porque permiten ser aprovechadas de manera versátil (agricultura, consumo humano, ganado y recreación); el almacenamiento en el subsuelo y red de distribución, permite que sea posible extraer el agua en cualquier época del año. En muchas áreas del país, el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento y la extracción se realiza en el acuífero somero. Según la CONAGUA, existen 653 acuíferos en el país de los cuales el 15.5% se encuentran "sobreexploados", provocando la escasez del recurso hídrico. En muchas cuencas hidrogeológicas existen acuíferos a mayor profundidad, los cuales no cuentan con algún tipo de estudio de exploración (geológico y/o geofísico) que indiquen su potencial hídrico. En este trabajo se presentan tres casos de estudio del desarrollo de acuíferos someros y que requieren estudios del subsuelo a mayor profundidad, para conocer la probable disponibilidad del agua subterránea. Acuífero de valle de Tecamachalco, Puebla, acuífero de Cerritos-Villa Juárez S.L.P. y la cuenca de México. Para realizar el análisis de todo el sistema hídrico de cada una de las áreas de estudio, se utilizó mapas geológicos y modelos digitales de elevación con una resolución de 30mx30m que fueron procesadas en el software ArcGis. Como resultados se obtuvo las características morfológicas y geológicas de cada una de las cuencas que ayudo a indicar el posible potencial de agua subterránea en cada una de las áreas de estudio. Los resultados obtenidos al combinarlos con datos geológicos y geofísicos ayudaran a determinar la probable disponibilidad del agua subterránea en el acuífero profundo para su exploración y explotación.

#### GEOH-26 CARTEL

### RESPUESTA EN FLUJOS DE CARBONO Y CONDICIONES HIDROLÓGICAS A PULSOS DE LLUVIA DURANTE LA EVOLUCIÓN DEL MONZÓN NORTEAMERICANO EN UN ECOSISTEMA MONTAÑOSO DEL NOROESTE DE MÉXICO

Méndez-Barroso Luis Arturo, Sánchez Mejía Zulia,  
 Robles-Morua Agustín y Yépez González Enricó  
*Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON*  
 luis.mendez@itson.edu.mx

La dinámica de los procesos hidrológicos como funcionales ya sea fijación o liberación de carbono en los ecosistemas semiáridos del Noroeste de México, son altamente dependientes de la frecuencia, intensidad, y variabilidad estacional de los pulsos de lluvia. En esta región, los pulsos de lluvia son modulados principalmente por el comienzo, duración y variabilidad intra e inter-anual del Monzón de Norteamérica. Sin embargo, los efectos de estos pulsos de lluvia en la magnitud y permanencia de los flujos de carbono y agua en los ecosistemas semiáridos montañosos son poco conocidos. Este trabajo identifica los diferentes pulsos de lluvia que tienen un efecto considerable en la permanencia y magnitud de los flujos de carbono y agua en un ecosistema montañoso semiárido. El estudio se llevó a cabo en un observatorio ecohidrológico situado en la división de las cuencas de los ríos San Miguel y Sonora (Sonora, México). El sitio se encuentra en un ecosistema de encinos-sabana a 1440 msnm, con un suelo poco profundo (< 1 m) caracterizado como litosol con textura media a gruesa. En el sitio se midieron los distintos componentes del balance hidrológico así como flujos de carbono del ecosistema. Los flujos de carbono y evapotranspiración se determinaron mediante el método de covarianza de vórtices a una resolución temporal de 30 minutos. La estimación de escorrentía superficial se obtuvo mediante el empleo de un vertedor del tipo V-notch junto con un medidor sónico de nivel. La transpiración del dosel se obtuvo a partir del método de Granier empleando una red de sensores de flujo de savia. La distribución vertical y espacial de humedad de suelo se midió mediante una red local de sensores de humedad (Hydra-probe II) instalados a 5, 15 y 30 centímetros de profundidad y distribuidos en dos diferentes laderas. Por último, precipitación se midió mediante el empleo de pluviómetros automáticos de balancín (Hydrological services TB4). Los resultados preliminares de este estudio indican que tanto la frecuencia como la magnitud de la precipitación ejercen un fuerte control en la partición de los diferentes componentes del balance hídrico, así como en los flujos de carbono del ecosistema. Además, se logró determinar los umbrales de humedad de suelo que conducen a la producción de escorrentía y a la modulación de los diferentes flujos de agua y carbono. Los resultados de este estudio resaltan la importancia de contar con observatorios ecohidrológicos que nos ayuden a entender los procesos ecosistémicos en zonas semiáridas donde los pulsos de lluvia ejercen gran control en la permanencia y variabilidad de estos procesos.