



III CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2017

Puebla, Pue., del 28 al 30 de noviembre de 2017

ANÁLISIS, OBSERVACIONES Y ACTUALIZACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO 1313 ACTOPAN – SANTIAGO DE ANAYA, HIDALGO

Jazmín Islas García¹; Nidia Viveros Vargas¹; Humberto Iván Navarro Gómez^{1*}; Bernardo Samuel Escobar Villagrán²; Mauricio Guerrero Rodríguez¹; Emiliano Arrazola Hernández¹; Mauricio Carrillo García²

¹Universidad Autónoma de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Carretera Pachuca - Tulancingo. Km. 4.5 Col. Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo. C.P. 42184.

²Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México - Texcoco Km 38.5, Chapingo, Estado de México. CP 56230

humberto.navarro@me.com - 55 5417 18 39 (*Autor de correspondencia)

Resumen

El acuífero Actopan- Santiago de Anaya, ubicado al suroeste del estado de Hidalgo, es considerado una posible fuente de abastecimiento de agua para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), por ello es necesario conocer su situación actual y así confirmar su viabilidad. Inicialmente se recopilo y analizó la información existente sobre las condiciones geo-hidrológicas, las tendencias de explotación y de abatimiento que se han presentado, así como, las características geofísicas y geoquímicas del agua subterránea. Se continuó con la localización e identificación de los aprovechamientos subterráneos, prosiguiendo a la elaboración de un modelo conceptual, incorporando los datos proporcionados por instancias oficiales a un sistema de información geográfica utilizando el programa ArcMap, en el modelo se pudo identificar que se encuentran zonas con mayor recarga que extracción y áreas en donde la extracción es mayor que la recarga, permitiendo conocer la situación de los aprovechamientos y el ritmo de abatimiento del nivel freático que se encuentra dentro de la zona de estudio. Basándose en su principal fuente de recarga que son los canales del Distrito de Riego 003 y la permeabilidad que se encuentra dentro del acuífero, se obtuvo como resultado una superficie de abatimiento y una recarga no considerada.

Palabras clave adicionales: aprovechamientos subterráneos, nivel estático, explotación.



Introducción

El acuífero Actopan-Santiago de Anaya se encuentra localizado en la porción sur del Estado de Hidalgo, entre los paralelos 20°02' y 20°29' de latitud norte y los meridianos 98°44' y 99°09' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 1,065 km2. Limita al norte con el acuífero Ixmiquilpan, al norte y este con Amajac; al sureste con Cuautitlán-Pachuca; al suroeste con Ajacuba y al oeste con el acuífero Valle del Mezquital (CONAGUA, 2015a).

De acuerdo con CONAGUA, las evidencias geológicas e hidrogeológicas definen la presencia de un acuífero libre a semiconfinado; heterogéneo y anisótropo constituido por una alternancia de materiales granulares aluviales, rocas volcánicas y sedimentos piroclásticos; que en conjunto presentan permeabilidad media y espesor promedio de 400 m, permitiendo la infiltración, circulación y almacenamiento de agua subterránea.

El Acuífero Actopan-Santiago de Anaya tiene registrado un total de 189 aprovechamientos, todos ellos activos; de los aprovechamientos activos, 171 son pozos y 18 norias. Del total, 99 se destinan al uso agrícola, 65 para uso público-urbano, 9 para uso doméstico, 2 para uso industrial y 14 para otros usos; en conjunto extraen un volumen de 45.9 hm³/año, de los cuales 18.9 hm³ (41.2 %) son para uso agrícola, 26.9 hm³ (58.6 %) para uso público-urbano y 0.1 hm³ (0.2 %) para uso doméstico (CONAGUA, 2015).

El acuífero Actopan- Santiago de Anaya, de acuerdo al balance de agua subterránea (DOF, 2015), cuenta con una recarga media anual de 208.1 hm³ /año (de los cuales 54.5 hm³ corresponden a la recarga natural y 153.6 hm³ a la recarga inducida (CONAGUA, 2015), una descarga natural comprometida de 90 hm³ anuales, un volumen concesionado de agua subterránea de 30.83 millones de m³ /año, un volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos de 45.9 hm³ anuales.

Un modelo conceptual es la representación de las características, parámetros y el comportamiento hidrogeológico real y natural de una unidad hidrológica, por ello es muy importante durante la planeación de la extracción óptima de aguas subterráneas y así mantener un equilibrio entre la descarga y recarga, naturales y/o inducidas, del acuífero.

El balance hídrico es la aplicación del principio de la conservación de masa (Ecuación de la Continuidad) a una cierta región definida por unas determinadas condiciones de contorno. Los términos Eh, Qe, Sh, Qs, se pueden calcular si se conocen las transmisividades, los gradientes piezométricos y la longitud del contorno afectado aplicando la Ley de Darcy.

$$\sum_{i=1}^{n} E - \sum_{i=1}^{n} S = \pm \Delta V$$
 (Ecuación General de un Balance de masas) (1)



$$\frac{(IP + IR + Eh + Qe + Ra)}{Entradas} - \frac{(DR + ET + Sh + Qs + Dm + B)}{Salidas} = \pm \Delta h \tag{2}$$

Materiales y métodos

Metodología

Para llevar a cabo la presente investigación inicialmente se hizo un acopio de información proveniente de los organismos operadores del agua en el estado de Hidalgo, CONAGUA,

Distrito de Riego 003 y Registro Público de Derechos del Agua, con respecto a los parámetros de condiciones geohidrológicas del acuífero, las tendencias de abatimiento y explotación de los pozos y las características geofísicas del agua subterránea.

Posteriormente se hace el análisis de la información para obtener puntos de inicio, se realiza el reconocimiento y la ubicación de los aprovechamientos de agua subterránea y brotantes dentro del acuífero, con el uso del inventario de pozos 2013, proporcionado proporcionado por CONAGUA.

Con lo anterior se obtuvo la ubicación y los niveles piezométricos de los 189 pozos existentes en el Registro Público de Derechos del Agua y CONAGUA.

Con el uso de las cartas geológico-mineras F14C79 Ixmiquilpan, F14C89 Mixquiahuala, F14D71 Actopan, F14D81 Pachuca, del Servicio Geológico Mexicano, y la Carta Hidrogeológica del Área de Actopan-Ixmiquilpan se realizó la caracterización de la permeabilidad del suelo.

Se ingresa la información al software de información geográfica ArcMap 10 para realizar el modelo conceptual. Con las cartas topográficas F14C79 Ixmiquilpan, F14C89 Mixquiahuala, F14D71 Actopan, F14D81 Pachuca, de INEGI, se determinó la elevación del terreno natural de cada aprovechamiento y con los datos de profundidad del nivel estático extraídos del inventario de pozos se obtuvo la elevación del nivel estático de cada uno.

Con los datos de elevación y profundidad de cada pozo se realizó una interpolación para trazar la trayectoria de las isolineas de elevación del nivel estático y finalmente, con dichas elevaciones se identificó la dirección del recorrido del agua subterránea.



Análisis y discusión de resultados

Recopilación y análisis de información

Se observó que la mayor extracción de los aprovechamientos esta designada al uso Público Urbano (potable), los pozos para fines agrícolas se encuentran al centro del acuífero y fuera del Distrito de Riego 003, los pozos proveedores al sector industrial son minoría (Figura 1).

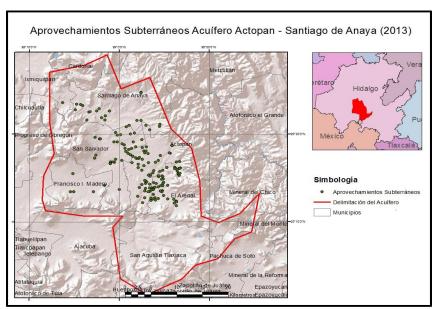


Figura 1. Aprovechamientos Subterráneos Acuífero Actopan – Santiago de Anaya (2013). (Fuente propia).

Caracterización hidrogeológica

Rodolfo del Arenal (1978) indica que la delimitación del acuífero contiene suelos:



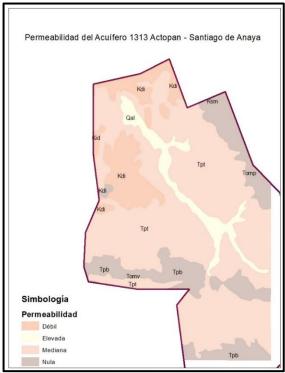


Figura 2. Permeabilidad Acuífero Actopan – Santiago de Anaya (1978). (Fuente propia).

SIMBOLOGÍA	LITOLOGÍA	PERMEABILIDAD
Qal	Aluvión, lavas, cenizas volcánicas, brechas, calizas lacustres, yeso, travertino.	Elevada
Tpt/Tpb	Formación Tarango Material clástico. Lentes de caliza lacustre y cenizas volcánicas. Derrames de lava, brechas y cenizas asociadas.	Mediana
Tomp/Tomv	Grupo Pachuca Rocas volcánicas, riolitas, basalto y andesitas.	Nula
Ksm	Formación Mexcala Capas interestratificadas de lutita, limolita, areniscas y calizas de origen marino.	Mediana
Kid	Formación El Doctor Caliza de origen marino. Lentes y nódulos de pedernal y capas dolomíticas.	Mediana

Tabla 1. Litología yPermeabilidad Acuífero Actopan – Santiago de Anaya (1978). (Fuente propia).



Curvas de elevación del nivel estático

Las Curvas de Elevación del Nivel Estático muestran la existencia de una recarga no considerada anteriormente, en el municipio de Actopan, se encuentra en un área altamente permeable formada por aluvión, lo que muestra que el acuífero se encuentra parcialmente explotado y que hay un área de recarga adicional a los canales del Distrito de Riego 003 (Figura 3).

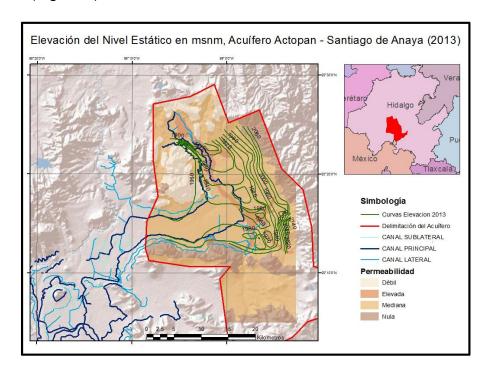


Figura 3. Elevación del Nivel Estático en msnm y permeabilidad del Acuífero Actopan – Santiago de Anaya (2013). (Fuente propia).

Líneas de flujo

Se identificó que el flujo subterráneo sigue una trayectoria de suroeste a noreste, descendiendo de una elevación de 2 100 msnm a menos de 1 900 msnm.

La descarga del acuífero ocurre por bombeo de aprovechamientos subterráneos y norias, pozos brotantes en la zona de San Salvador, las salidas de flujo subterráneo se direccionan hacia el acuífero de Ixmiquilpan, ubicado al norte (Figura 4).



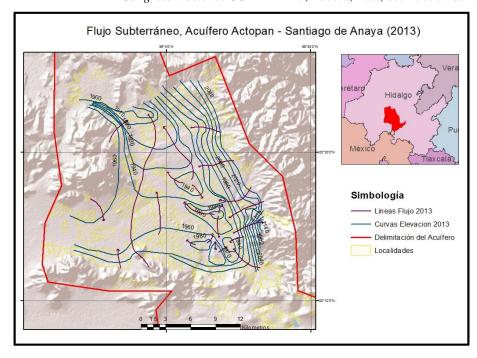


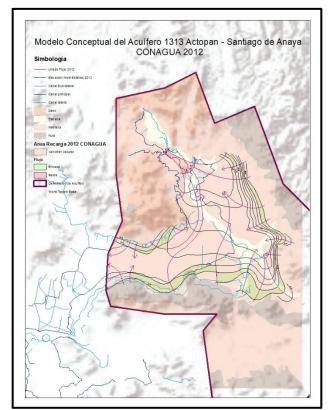
Figura 4. Flujo Subterráneo, Acuífero Actopan – Santiago de Anaya (2013). (Fuente propia).

Comparativa entre Modelos conceptuales

El Modelo Conceptual presentado por CONAGUA, realizado con datos del año 2012, muestra una recarga principalmente generada en la trayectoria de los canales del Distrito de Riego 003, en esta área la permeabilidad del suelo es mediana y nula. En el Modelo Conceptual del Acuífero 1313 Actopan – Santiago de Anaya las curvas de elevación del nivel estático muestran la existencia de un cono de abatimiento y de domos de recarga.

Un domo de recarga se encuentra sobre suelo altamente permeable formado por aluvión y probablemente es creado por las pérdidas en las conducciones de agua potable y drenaje, ya que se encuentra sobre el municipio de Actopan.





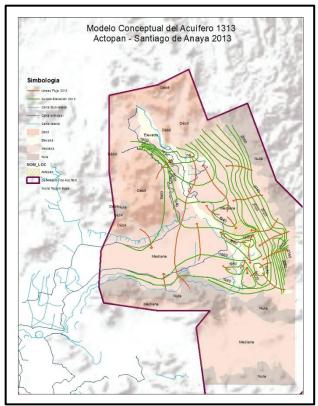


Figura 5. Modelo Conceptual, Acuífero Actopan – Santiago de Anaya (2012 y2013). (Fuente propia).

Conclusiones

El acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación, con la actualización del modelo conceptual se observó que existen recargas no consideradas anteriormente, así como la presencia de un cono de abatimiento.

El acuífero 1313 no se encuentra en un estado de sobreexplotación por lo que es recomendable no aumentar los volúmenes de extracción sin la previa realización de un balance hidrológico.



Referencias bibliográficas

- CONAGUA. (20 de Abril de 2015). Actualización de la Disponibilidad de agua en el acuífero Actopan-Santiago de Anaya (1313), Estado de Hidalgo. Obtenido de Publicado por el Diario Oficial de la Federación: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103081/DR_1313.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (07 de Julio de 2016). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Actopan-Santiago de Anaya, clave 1313, en el Estado de Hidalgo, región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5443856&fecha=07/07/201 6
- Escobar Villagrán, B. S., & Palacios Vélez, O. L. (2012). Análisis de la sobreexplotación del acuífero Texcoco, México. En tecnología y ciencias del agua (Vol. III, págs. 67-84). México. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n2/v3n2a5.pdf
- Servicio Geológico Mexicano. (1995). Carta geológico-minera F14C79 Ixmiquilpan Hidalgo, escala 1:50,000: Pachuca, Hidalgo, México, Servicio Geológico Mexicano, 1 mapa.
- Servicio Geológico Mexicano. (2009). Carta geológico-minera F14C89 Mixquiahuala Hidalgo y Estado de México, escala 1:50,000: Pachuca, Hidalgo, México, Servicio Geológico Mexicano, 1 mapa.
- Servicio Geológico Mexicano. (1995). Carta geológico-minera F14D71 Actopan Hidalgo, escala 1:50,000: Pachuca, Hidalgo, México, Servicio Geológico Mexicano, 1 mapa.
- Servicio Geológico Mexicano. (2007). Carta geológico-minera F14D81 Pachuca Hidalgo y Estado de México, escala 1:50,000: Pachuca, Hidalgo, México, Servicio Geológico Mexicano, 1 mapa.
- Rodolfo del Arenal. (1978). Carta Hidrogeológica del Área de Actopan-Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, 2, 98-103.