

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO
HIDROGEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS DE LOS VALLES DE CUATROCIÉNEGAS Y
EL HUNDIDO, COAHUILA

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS:

En relación con el QUINTO PUNTO DEL ORDEN DEL DÍA aprobado, y conforme se acordó en la 2ª Sesión Ordinaria de 2002 de la Junta de Gobierno, en la segunda y cuarta sesiones del año el Director General hace una presentación de un tema específico con el fin de enfatizar los aspectos sustantivos y técnicos del trabajo del Instituto.

Evaluación del funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos de los valles de Cuatrociénegas y El Hundido, Coahuila

El acuífero del valle El Hundido, Coah., ha experimentado el incremento de extracción de agua subterránea para usos agrícolas, desde principios de 2001. Existe preocupación por los posibles efectos que podría causar tal aprovechamiento en el acuífero adyacente del valle de Cuatrociénegas, que por ser hábitat de una gran diversidad de especies endémicas está considerado como área de protección de flora y fauna.

En la zona protegida, existen cerca de trescientos manantiales alimentados por el acuífero que subyace al valle, conocidos localmente como pozas de Cuatrociénegas, que propician la formación de lagunas, ríos y humedales. Estas descargas tienen especial interés para diversos especialistas, debido a que presentan concentraciones muy pobres en fósforo y ricas en calcio, las cuales favorecen el desarrollo de algas verdiazules o cianobacterias, cuyas excretas forman estructuras calcáreas conocidas como estromatolitos. Existe la teoría de que las cianobacterias fueron responsables de sintetizar el oxígeno atmosférico y propiciaron la vida en la tierra.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento hidrodinámico, isotópico y geoquímico del acuífero El Hundido y su posible interacción con el acuífero de Cuatrociénegas, Coahuila.

El estudio se desarrolló mediante actividades de campo, laboratorio y gabinete. Los trabajos de campo comprendieron el censo de aprovechamientos, pruebas de infiltración y de bombeo, hidrometría de manantiales, nivelación de brocales de pozos, prospecciones geofísicas, exploraciones geológicas, perforaciones exploratorias a 200 y 250 m de profundidad, medición de parámetros de campo y muestreo de 103 aprovechamientos de agua superficiales y subterráneos para análisis hidrogeoquímicos e isotópicos. Los de laboratorio comprendieron análisis físico-químicos de muestras de agua, análisis de los isótopos ambientales: deuterio, oxígeno 18, tritio, azufre 34 y 27, carbono 14 y carbono 13. Los de gabinete incluyeron el análisis crítico de información existente, el desarrollo de un modelo conceptual de funcionamiento hidrogeoquímico e isotópico, la determinación del balance de aguas subterráneas, y el desarrollo de un modelo matemático de funcionamiento hidrodinámico de ambos acuíferos.

El valle de El Hundido está limitado por las sierras La Fragua, al norte, El Venado, al oeste, Alamitos, al sur, y, El Granizo, al este. El acuífero subyacente tiene una extensión aproximada de 952 km², altitud media de 819 msnm, y precipitación media anual de 137 mm. Se encuentra en la Región Hidrológica 35 del Bolsón de Mapimí. El valle es de tipo endorreico con numerosas corrientes de régimen transitorio, originadas en las sierras circundantes, y contribuyen en la recarga del acuífero formado por depósitos aluviales.

El valle de Cuatrociénegas está limitado por las Sierras La Madera, al norte, La Fragua, al oeste, San Marcos, al sur, y La Purísima, al este, cuenta con una superficie aproximada de 1 426 km², altitud media de 740 msnm, y precipitación media anual de 219 mm. Se encuentra en la Región Hidrológica 24, Río Bravo-Conchos. El valle es también de tipo endorreico, sus corrientes se originan en las sierras que lo circundan y desaparecen al infiltrarse en los depósitos aluviales permeables que lo rellenan.

La geología estructural, mediante secciones geológico-estructurales, permitió establecer las posibles relaciones entre los valles de El Hundido y Cuatrociénegas, así como, las implicaciones hidrogeológicas prevalecientes.

La exploración geofísica se realizó mediante sondeos transitorios electromagnéticos en el dominio del tiempo (TEM), calificados como los más modernos para la exploración del agua subterránea. Los TEM permitieron concluir que existe una barrera que divide a ambos valles, conformada por roca compacta de características arcillosas, que puede estar asociada con la estructura de la Sierra de San Marcos y Pinos. En ambos valles, la permeabilidad de los materiales disminuye significativamente con la profundidad, después de los 300 m son materiales con pocas posibilidades de contener agua.

En el valle de El Hundido se censaron 142 aprovechamientos (28 activos y 114 desmantelados o fuera de operación). En el valle de Cuatrociénegas se registraron 71 aprovechamientos (34 pozos activos y 37 desmantelados o fuera de operación) y 300 manantiales.

La piezometría mostró que en el valle de El Hundido, los niveles estáticos fluctúan entre 760 y 780 msnm. En cambio, en el valle de Cuatrociénegas, entre 690 y 720 msnm en la porción occidental y entre 720 y 750 msnm en la porción oriental. Estos resultados muestran que la dirección principal del flujo subterráneo es de las sierras hacia el centro de los valles y, principalmente, indican que no puede haber flujo de Cuatrociénegas a El Hundido.

El modelo conceptual de funcionamiento isotópico e hidrogeoquímico se precisó con los resultados de las campañas de monitoreo y muestreo de las aguas superficiales y subterráneas de ambos valles. La isotopía estable permitió definir el origen del agua subterránea, las zonas de recarga efectiva y los tiempos de circulación del flujo en los acuíferos. Particularmente, se identificaron seis zonas principales de recarga que alimentan a los pozos y pozas, dependiendo de su localización geográfica.

Los contenidos de carbono 14 indican que los tiempos de circulación del agua subterránea en El Hundido varían entre 10,300 y 23,400 años, mientras que en Cuatrociénegas, entre 0 y 23,150 años, con promedios de 18,200 y 10,800 años respectivamente. Estos resultados indican que las aguas subterráneas de Cuatrociénegas son de infiltración más reciente que las de El Hundido y que por tanto no puede haber flujo de El Hundido a Cuatrociénegas. Estos resultados conjuntamente con la piezometría permiten inferir que no existe comunicación hidráulica entre ambos valles.

Los resultados geoquímicos indican que la salinidad, en general, es menor en el valle de Cuatrociénegas que en el valle de El Hundido. En el primero se detectaron valores del orden de 1,000 a 2,000 mg/l con máximos del orden de 5,000 mg/l, mientras que en El Hundido son comunes los valores mayores a 2,500 mg/l, con máximos del orden de 100,000 mg/l. Las mismas tendencias muestran las concentraciones de los demás iones mayoritarios y elementos traza.

Las dos perforaciones exploratorias a 200 y 250 m de profundidad, realizadas en las inmediaciones del cañón de La Fragua, muestran la existencia de un parteaguas hidrodinámico subterráneo entre los valles de El Hundido y Cuatrociénegas, producto de la recarga del agua de lluvia sobre la sierra de San Marcos y que constituye una entrada de agua por flujo horizontal hacia ambos valles.

El modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico permitió representar en forma gráfica y simplificada los sistemas de flujo subterráneo dentro de la zona de estudio analizada.

La modelación matemática de los sistemas acuíferos permitió hacer predicciones de los posibles efectos de la extracción de El Hundido en Cuatrociénegas. La primera opción que se ensayó, fue mantener la extracción actual en ambos valles durante un periodo de 500 años y los resultados muestran que no hay disminución en los niveles de agua para la zona de Cuatrociénegas, y se mantiene inalterado el parteaguas hidrodinámico en la zona de La Fragua. La segunda opción se simuló para una explotación intensiva equivalente a multiplicar por 10 veces la extracción actual en El Hundido, los resultados muestran que los niveles de agua no experimentan abatimientos en Cuatrociénegas y disminuyen considerablemente en El Hundido.

Los principales resultados del estudio fueron:

1. Existe un parteaguas hidrodinámico entre las aguas subterráneas de los valles de Cuatrociénegas y El Hundido,
2. El agua subterránea de Cuatrociénegas es isotópicamente diferente a la de El Hundido,
3. La salinidad del agua subterránea en ambos valles se debe a la disolución de rocas de origen marino y no a la aportación de agua marina proveniente de un mar fósil, y
4. El agua subterránea de ambos valles es de origen pluvial y el agua de las pozas de Cuatrociénegas proviene mayormente de la precipitación sobre la sierra La Fragua y, en menor medida, de la sierra San Marcos.

Las principales recomendaciones del estudio fueron:

1. Incluir las zonas de recarga efectiva de las pozas en la zona natural protegida Cuatrociénegas, especialmente la sierra La Fragua.
2. Establecer un sistema de monitoreo de la contaminación antropogénica e investigar los ciclos del carbono, azufre y nitrógeno en el medio subterráneo de los dos valles.
3. Instalar un sistema de medición de la precipitación pluvial con especial atención en las sierras donde se origina la recarga de los acuíferos de ambos valles.
4. Instalar un sistema permanente de aforo de los caudales de descarga de las pozas.
5. Desarrollar un sistema de monitoreo de los niveles y de la calidad del agua subterránea de ambos valles.