

Gestión Sustentable del Agua Subterránea

Conceptos y Herramientas

Colección de Casos Esquemáticos Caso 4

Brasil: Mitigación de Problemas de Drenaje del Agua Subterránea en el Conurbano Bonaerense¹ – Propuesta Técnica e Institucional

2002-2005

Autores: Stephen Foster y Héctor Garduño

Gerente de Proyecto: Ventura Bengoechea (Banco Mundial – LCR)

Organismo Contraparte: Secretaría de Recursos Hídricos (SRH)

El objetivo de este trabajo del GW•MATE fue definir el esquema de un proyecto para abordar los importantes problemas de drenaje de agua subterránea que afectan ampliamente al Conurbano Bonaerense, para su posible inclusión en un programa nacional de infraestructura urbana apoyado por el Banco Mundial. Debido a lo urgente y delicado de los asuntos a tratar, la evaluación se desarrolló por medio de una serie de consultas individuales. La información se obtuvo de una variedad de fuentes no publicadas y algunos trabajos técnicos publicados por personal del Instituto Nacional del Agua.

INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DE DRENAJE

Situación Hidrogeológica

- Durante mucho tiempo, Buenos Aires y las zonas vecinas de la Pampa Húmeda han experimentado problemas de drenaje de agua superficial, después de períodos de intensa precipitación, como resultado de las características generales del terreno (agravados por los efectos de la construcción de infraestructura y un mantenimiento inadecuado).
- Sin embargo, los problemas de drenaje se han multiplicado y vuelto más persistentes en muchas partes del conurbano en años recientes, como consecuencia de un aumento sustancial y sostenido de los niveles de agua subterránea del acuífero subyacente, hasta encontrarse ahora muy cerca de la superficie del terreno en muchas localidades.
- El aumento de los niveles de agua subterránea ha sido ocasionado por la eliminación progresiva de pozos locales de la red urbana de abastecimiento de agua, una creciente importación del suministro del Río de la Plata y, en menor medida, por la reducción en el bombeo de los pozos industriales, debido al deterioro económico.
- La elevación del agua subterránea ha causado inundación de sótanos, aumento de la humedad en viviendas, funcionamiento inadecuado de sistemas de saneamiento in situ, sobrecarga y desbordamiento de alcantarillas, y trastornos a la infraestructura urbana. Las dificultades sociales, los riesgos a la salud y el costo económico relacionado en los distritos afectados (principalmente los suburbios cuya población excede los 3,5 millones) van en aumento, pero las acciones para mitigar el problema, aunque bien intencionadas, han sido poco sistemáticas.

¹ El llamado 'Conurbano Bonaerense' incluye el área mostrada en la Figura 3.

Situación Institucional

- La situación institucional actual es relativamente compleja y se resume en la Tabla 1, aunque puede haber cambios, como resultado de la reciente reorganización gubernamental.

Tabla 1: Resumen de arreglos institucionales actuales para el sector hídrico

INSTITUCIÓN	NIVEL DE OPERACIÓN Y JURISDICCIÓN	ÁREA DE COMPETENCIA O RESPONSABILIDAD
GOBIERNO FEDERAL		
Secretaría de Recursos Hídricos (SRH) ^v	ambas actualmente bajo el Ministerio de Infraestructura y Vivienda con responsabilidad de supervisar las políticas nacionales para sus respectivas áreas y para asuntos que afecten a más de una provincia	política nacional de recursos hídricos; planeación y finanzas
Secretaría de Obras Públicas (SOP)		política nacional de obras públicas; planeación y finanzas
Instituto Nacional del Agua (INA)	agencia nacional semi-autónoma bajo la SRH, con oficinas centrales en la Provincia de Buenos Aires (PBA)	capacidad sustancial de investigación y desarrollo de bases de datos sobre recursos hídricos (incluyendo el agua subterránea)
Ministerio de Salud Pública (MSP)	ministerio del gobierno federal con responsabilidad sobre las políticas nacionales	reducción de riesgos a la salud asociados con la calidad del agua potable y con la descarga de aguas residuales
Ente Tripartito de Obras y Servicios Sanitarios (ETOSS)	agencia inter-provincial independiente que regula los servicios de agua	armonización del suministro de servicios de agua a través de ciertas fronteras provinciales
GOBIERNO PROVINCIAL		
Autoridad Provincial del Agua (AA -PBA)	autoridad semi-autónoma creada por el gobierno de la Provincia de Buenos Aires	definición de políticas de recursos hídricos, regulación del uso del agua y promoción de la gestión del recurso
Organismo Regulador de Agua Bonaerense (ORBA)	regulador de servicios de agua a nivel de la Provincia de Buenos Aires	regulación de estructuras tarifarias de las compañías de servicios de agua y vigilancia de la continuidad/calidad de sus servicios
Gobierno de Capital Federal (GCF)	gobierno provincial (consejo y poder ejecutivo) para la capital federal	incluye una división que se encarga de las nuevas obras públicas y el mantenimiento de la infraestructura
SECTOR PRIVADO		
Aguas Argentinas (AASA)	concesionario principal de servicios de agua para la mayor parte del Gran Buenos Aires	
Aguas Bonaerenses (ABSA)	concesionario de suministro de agua para la ciudad de La Plata y la mayoría de los distritos contiguos al sureste del Gran Buenos Aires	
Aguas del Gran Buenos Aires (AGSA)	concesionario de servicios de agua para algunos distritos exteriores al norte del Gran Buenos Aires	

DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL PROBLEMA

Condiciones Hidrogeológicas Subyacentes

- La secuencia hidroestratigráfica que subyace una ancha zona que recorre el extremo meridional del estuario del Río de la Plata (incluyendo el Conurbano Bonaerense) se ilustra en la Figura 1 y se detalla en la Tabla 2. Aunque se puede extraer algo de agua subterránea (y de hecho se extrae) de muchas partes del manto de sedimentos de loess del Pampeano, éstos en esencia actúan como un 'acuitardo superficial con bastantes fugas' (con un manto freático) que yace sobre el Acuífero Puelches, mucho más productivo, que por lo general se encuentra entre -15 y -25 m nmm (por debajo del nivel medio del mar).
- La Formación Pampeana de hecho forma la superficie del terreno en extensas áreas de la Provincia de Buenos Aires y más allá. En imágenes satelitales se puede reconocer la 'estructura de dunas arcaicas' del Pleistoceno Superior sobre una vasta área, y los 'puntos bajos inter-dunales' son los más propensos a inundarse en la actualidad.

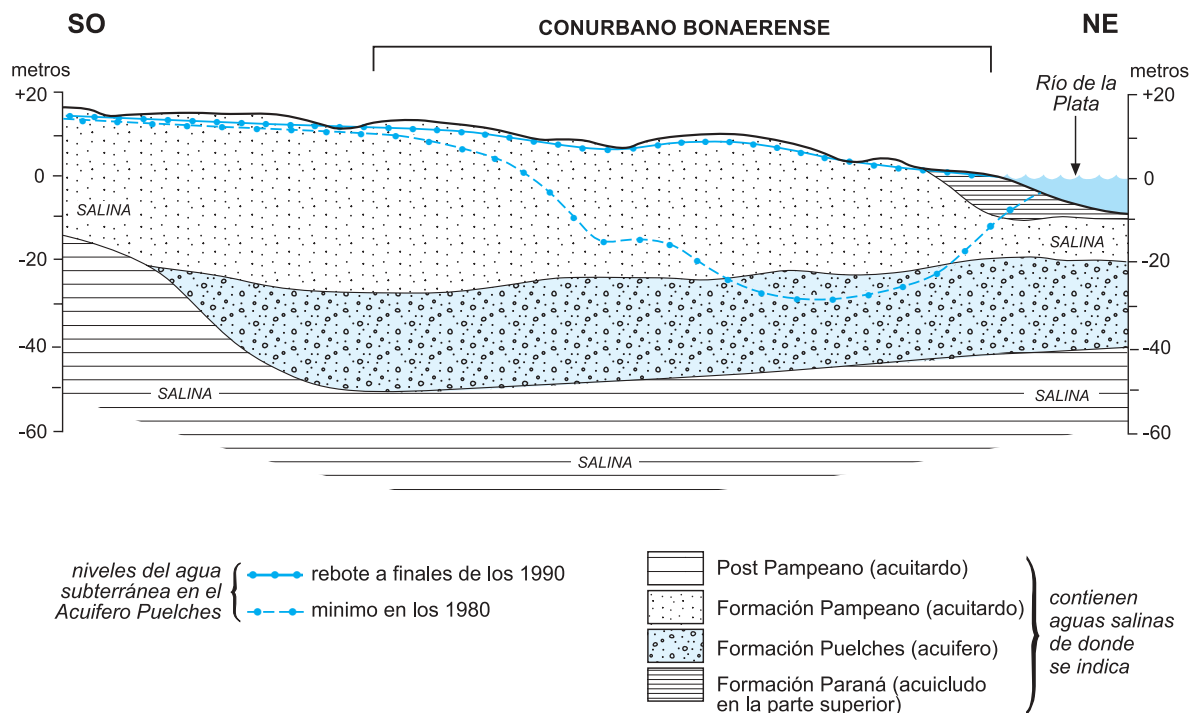
Tabla 2: Secuencia hidroestratigráfica ubicada debajo del Conurbano Bonaerense

FORMACIÓN GEOLÓGICA	RANGO DE PROFUNDIDAD (m nmm)	ORÍGEN Y CARACTERÍSTICAS	PAPEL HIDROGEOLÓGICO
Pampeano* (Epipuelches)	ha bajado a unos - 25 m máximo	limos arenosos principalmente de depósitos de loess acarreados por el viento	acuitardo débil o acuífero de bajo rendimiento; sin gran problema de calidad natural, aunque puede tener arsénico o fluoruro derivado del polvo volcánico que se ha incorporado
Puelches	de -15/25 m a -50 m máximo	principalmente arenas medias de depósito fluvial	acuífero principal, bien lavado con agua subterránea de buena calidad natural, pero en ocasiones de menor calidad ocasionada por fugas inducidas de la parte superior
Paraná (Hipopuelches)	de -40/50 m	arcillas marinas sobre arenas finas	la parte superior forma la base del acuífero hacia el Acuífero Puelches y la parte inferior tiene agua subterránea salina

* cubierta localmente por una delgada capa de depósitos de limo estuarino del periodo Post Pampeano

- Aunque el agua subterránea del Acuífero Puelches dentro del Conurbano Bonaerense por lo general es de buena calidad, hay agua subterránea salobre a cierta profundidad en la Formación Paraná subyacente. Es más, también hay agua subterránea salina en:
 - la Formación Pampeana tierra adentro en la Provincia de Buenos Aires (lejos del Río de la Plata)
 - la parte de la Formación Post Pampeana ubicada a lo largo del estuario existente del Río de la Plata y el agua subterránea de la Formación Pampeana (y, por ende, del Acuífero Puelches) también puede tener concentraciones naturales algo elevadas de arsénico y/o fluoruro.

Figure 1: Sección transversal hidrogeológica esquemática del Conurbano Bonaerense (exageración aproximada de la escala vertical: 20 veces)

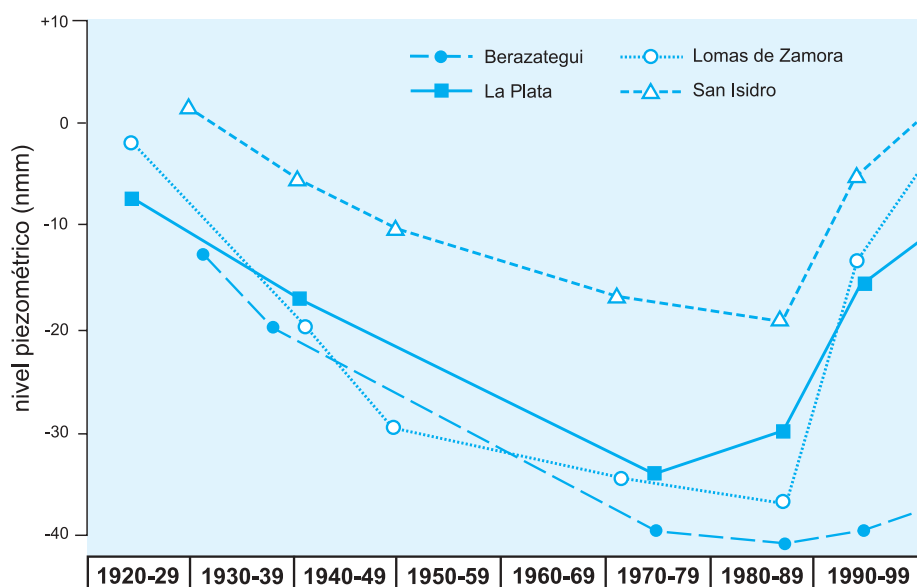


Evolución de la Extracción de Agua Subterránea

- A lo largo de muchas décadas, una parte importante del abastecimiento de agua potable del Conurbano Bonaerense provenía de agua subterránea, lo que deprimió la superficie piezométrica del Acuífero Puelches entre -10 y -25 m nmm en una gran extensión (Figuras 1 y 2). Hasta finales de los 1980, la empresa de servicios de agua operaba alrededor de 250 pozos con una capacidad global de producción de más de 500 Ml/d. A esto debe agregarse la extracción realizada por:
 - una gran cantidad de industrias que se autoabastecen con agua subterránea
 - una mayor cantidad de pequeños pozos individuales privados y domésticos en algunas áreas (de los cuales quizás sólo 20% están en el inventario del gobierno local), que se usan para diversos propósitos, entre ellos el riego de áreas verdes
 - los pozos para el servicio de agua de otro municipio vecino.
- Como resultado de la creciente preocupación sobre el nivel de contaminación dispersa del agua subterránea (sobre todo por nitrato derivado principalmente de la descarga in-situ de aguas residuales) y, en menor grado, la intrusión salina, se requirió al nuevo concesionario que importara grandes volúmenes de agua superficial tratada a partir de una toma fluvial aguas arriba y que cerrara progresivamente la mayoría de los pozos de agua de gran capacidad dentro del área urbana principal, con el fin de mejorar la calidad del suministro de agua potable para cumplir con las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

- En la actualidad, la AASA sólo tiene 30 pozos equipados para operar, y se usan para mantener presión y dar continuidad en el abastecimiento de agua potable en los extremos de la red. Desde principios de los 1990, esto ha llevado a un 'rebote' de los niveles de agua subterránea (Figuras 2 y 3). Hay poca información sobre la extracción actual efectuada por usuarios de agua subterránea además de la AASA, pero se cree que ha disminuido de manera sustancial debido al deterioro industrial y a los temores de la contaminación. La excepción es la extracción que realizan otros concesionarios de servicios de agua (ABSA y AGSA), quienes siguen dependiendo del agua subterránea, por lo que los niveles de agua siguen bajos en las áreas en las que operan estas compañías.

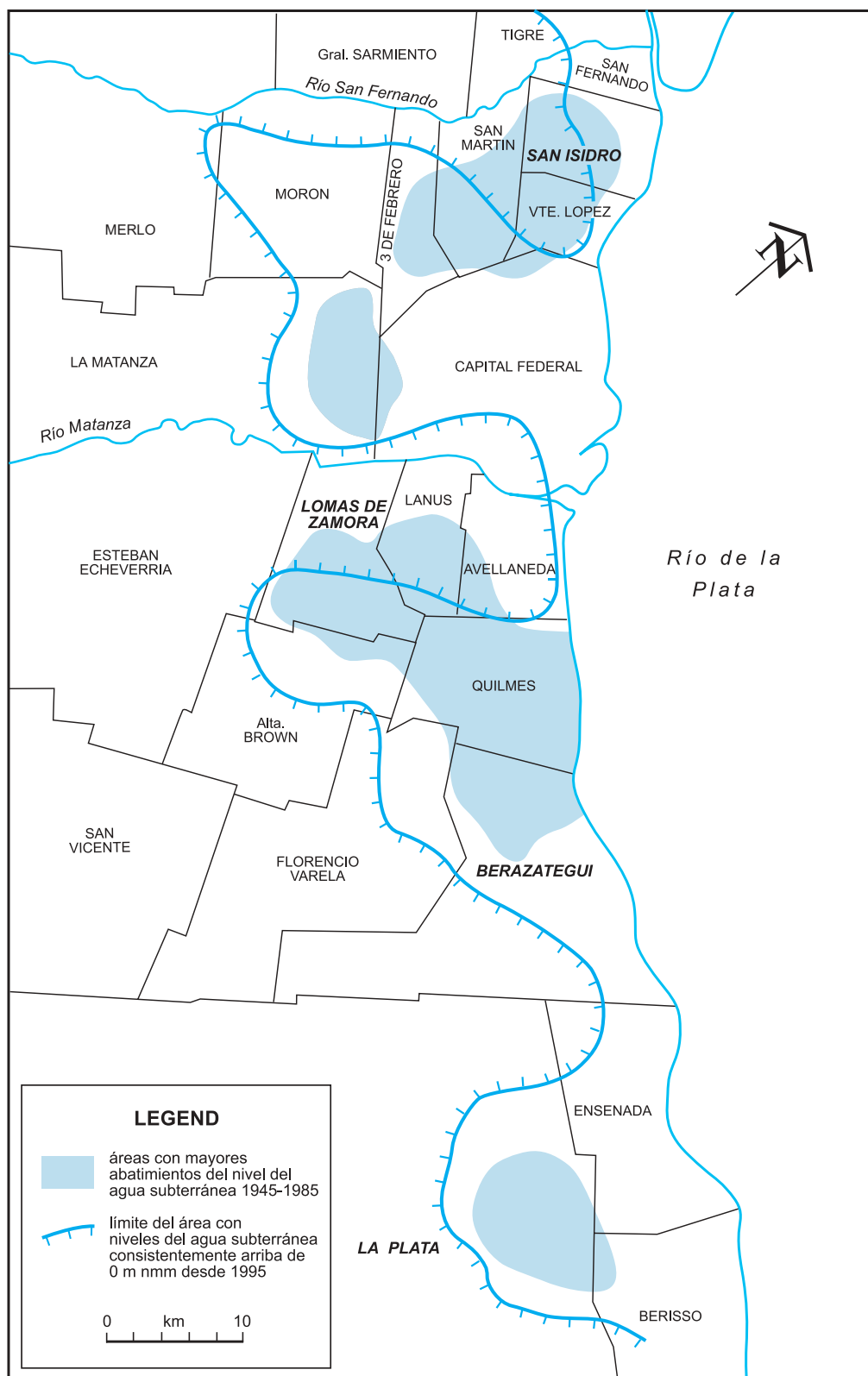
Figure 2: Evolución típica de los niveles de agua subterránea en el Acuífero Puelches en varios distritos del Conurbano Bonaerense



Causas de los Niveles Ascendentes del Agua Subterránea

- El serio problema de drenaje de agua subterránea en el Conurbano Bonaerense es el resultado de una combinación de factores:
 - las fugas hacia el subsuelo de las redes que conducen grandes volúmenes de agua importados y las aportaciones del saneamiento in-situ
 - una cobertura insuficiente de las redes de alcantarillado y del sistema de drenaje de aguas de tormenta, que hace que la mayor parte de las aguas residuales y excedentes sean descargadas en el suelo
 - la reducción progresiva del bombeo de agua subterránea, que incidentalmente proporcionó buen 'subdrenaje' en el área urbana
 - el aumento de la precipitación anual en los últimos años, quizás de hasta un 20%.
- No se puede poner demasiado énfasis en la importancia del cambio de suministro de agua subterránea local a agua superficial importada en el balance de agua subterránea urbana. Un caudal bruto de suministro de agua de 1 m³/d por 500 m² (que no es excesivo en términos de Buenos Aires) representa 730 mm/a de agua (cuya totalidad se descargará en el suelo en áreas que no cuenten con redes de alcantarillado), en comparación con una precipitación media de 1.020 mm/a y una precipitación en exceso de 240 mm/a (parte de la cual fluye por las superficies pavimentadas).

Figure 3: Croquis del Conurbano Bonaerense mostrando el área principal con mayor abatimiento y rebote de agua subterránea en los 1990



Estado de la Contaminación del Agua Subterránea

- La vulnerabilidad del Acuífero Puelches a la contaminación es apenas de baja a moderada, pero las vías de flujo preferenciales desde la superficie del terreno pueden aumentarla localmente. Sin embargo, sería de esperar que el agua subterránea fuera contaminada por la descarga continua y/o intensa de contaminantes persistentes.
- Por ende, no sorprende que se haya observado extensa contaminación por nitrato en aquellos distritos que dependen fuertemente del saneamiento in situ, con niveles que exceden por mucho los 50 mgNO₃/l y, en ciertos puntos, los 100 mgNO₃/l, y que también se haya registrado contaminación localizada por compuestos orgánicos industriales sintéticos [DNAPLs (líquidos densos no miscibles en agua, por sus siglas en inglés 'Dense Non Aqueous Phase Liquids')], tales como el TCE (tricloroetileno).

PROMOCIÓN DE UNA SOLUCIÓN INTEGRADA

Recomendaciones para Abordar el Asunto del Drenaje

- La efectividad potencial de las medidas que podrían atenuar los problemas de drenaje depende fuertemente de las condiciones hidrogeológicas:
 - los desagües superficiales e incluso los pozos someros o pozos de pequeño diámetro serían inefficientes debido a la permeabilidad generalmente baja del acuitardo Pampeano superficial
 - la solución más efectiva sería restaurar el drenaje inferior mediante la puesta en operación de algunos antiguos pozos municipales e industriales.
- Se entiende que un máximo de 80 de los pozos de bombeo originales de AASA se pueden volver a hacer productivos (50 de ellos ya tienen conexión eléctrica y planta de bombeo). Por ende, parece potencialmente factible abatir los niveles del agua subterránea en el Acuífero Puelches pero, surge la duda de si la calidad del agua subterránea bombeada será apropiada para usarse:
 - mediante inyección directa a la red de agua potable, tras la adecuada dilución de cualquier contaminación por medio de tanques de mezclado y/o tratamiento específico en una planta de pequeña escala
 - como agua de baja calidad para procesos industriales, agua para enfriamiento y/o para riego de áreas verdes.

Arreglos Institucionales Apropriados

- Para promover la evaluación sistemática y la solución integrada del problema de drenaje de agua subterránea, resulta esencial establecer arreglos institucionales y financieros que permitan que los 'actores clave' participen de manera positiva, y que el público perciba la naturaleza del problema y su posible solución.
- Se requiere urgentemente crear un Grupo de Trabajo Sobre Agua Subterránea en el Gran Buenos Aires, en el que participen todos los actores principales, y cuya labor sea encontrar una solución integrada y sostenible al problema del uso y drenaje del agua subterránea. El ámbito de este 'grupo de trabajo' debe comprender el Conurbano Bonaerense completo, además de varios poblados satélites, entre ellos La Plata, capital de la Provincia de Buenos Aires. Además de las instituciones que se enlistan en la Tabla 1, tal grupo puede incluir a representantes de la sociedad civil, de usuarios de agua, de universidades y de Organizaciones no Gubernamentales.

Preparación de un Plan de Inversión y de un Estudio de Factibilidad

- La opción más factible consiste en establecer un 'fondo revolving' para financiar tanto los estudios de factibilidad como los diseños ejecutivos y la construcción de obras. Naturalmente se debe abordar el tema de 'quién paga a final de cuentas', lo que requiere de una decisión política—pero sería recomendable que el fondo se regenerara a partir de impuestos urbanos y/o cargos por uso del agua, y que la población urbana estuviera representada en el 'grupo de trabajo'.

- Es muy probable que la AASA jugaría un papel significativo en los estudios de factibilidad, y uno aún más importante en el diseño y construcción. Podría entonces actuar como contratista del proyecto de drenaje financiado por el 'fondo revolvente', salvo en las obras requeridas que estuvieran incluidas dentro de las obligaciones del contrato de la concesionaria.
- Es prioritario realizar un estudio técnico y económico detallado sobre la factibilidad de renovar la operación de los pozos de producción, con el fin de efectuar el drenaje requerido del agua subterránea y de reducir la importación de agua superficial al área urbana. El estudio debería incluir los siguientes componentes:
 - un modelo numérico del acuífero para simular el abatimiento original de los niveles de agua subterránea y el rebote que siguió a la gran reducción de bombeo, incluyendo las variaciones en la recarga producida por fugas de la infraestructura del servicio de agua y saneamiento
 - la definición de una o diversas configuraciones en los pozos de bombeo para lograr el abatimiento requerido de los niveles del agua subterránea, y comparar esto con el número de pozos disponibles de la AASA y la industria, con objeto de reducir la necesidad de perforar nuevos pozos
 - la toma de muestras en campo y el análisis de laboratorio de la calidad del agua subterránea en los pozos en cuestión [para determinar salinidad, F, As, NO₃, NH₄ y NAPLs (líquidos no miscibles en agua, por sus siglas en inglés) con el fin de evaluar sus usos potenciales (inyección directa a la red de abastecimiento, suministro de segunda clase de agua industrial, riego de áreas verdes, etc.), así como los requisitos de mezclado o tratamiento
 - la afinación de la estrategia (en términos de la ubicación de los pozos), tomando en cuenta los aspectos de calidad y los resultados de la evaluación de la relación beneficio/costo de los pozos de bombeo seleccionados (incluyendo también la revisión de las prioridades para la construcción de redes de alcantarillado).

Poner en Práctica Medidas para Drenar el Agua Subterránea

- Hay que definir un plan operativo y financiero global y a largo plazo para la extracción, el uso y la descarga del agua subterránea, con un monitoreo adecuado que permita la evaluación puntual y periódica de la efectividad de las medidas de drenaje que se apliquen.
- Sin embargo, en vista de la urgencia social de la situación, se debe contemplar la posibilidad de restablecer inmediatamente el bombeo de todos los pozos de producción cuya agua se pueda usar de manera fácil y segura, o de los pozos cuya agua se pueda evacuar temporalmente usando la red existente de drenaje y alcantarillado. Además de los beneficios inmediatos en cuestión de drenaje, esta medida tendría la ventaja agregada, siempre que se monitoreara, de que proporcionaría información adicional con la que se podría calibrar el modelo numérico del acuífero, que se utilizaría en el diseño de un plan a más largo plazo de uso y extracción del agua subterránea.

Publicación

La Colección de Casos Esquemáticos del GW•MATE ha sido publicada en inglés por el Banco Mundial, Washington, D.C., EEUU. La traducción al español fue realizada por Héctor Garduño. También está disponible en formato electrónico en la página de Internet del Banco Mundial (www.worldbank.org/gwmate) y la página de Internet de la GWP – Asociación Mundial del Agua (www.gwpforum.org).

Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan los puntos de vista del Directorio Ejecutivo del Banco Mundial ni de los gobiernos en él representados.

Patrocinio económico



El GW•MATE (Groundwater Management Advisory Team – Equipo Asesor en Gestión de Aguas Subterráneas) es parte del Bank-Netherlands Water Partnership Program (BNWPP) y usa fondos de fideicomiso de los gobiernos holandés y británico.

