

Gestión Sustentable del Agua Subterránea

Lecciones de la Práctica

38812

Colección de Casos Esquemáticos Caso 12

Nepal: Enfoque para Mitigar la Contaminación con Arsénico del Agua Subterránea y una Nueva Legislación para ese Recurso

Septiembre 2004

Autores: Albert Tuinhof y Marcella Nanni

Gerente de Proyecto: Shyam Ranjitkar (Banco Mundial – SAR – Kathmandu)

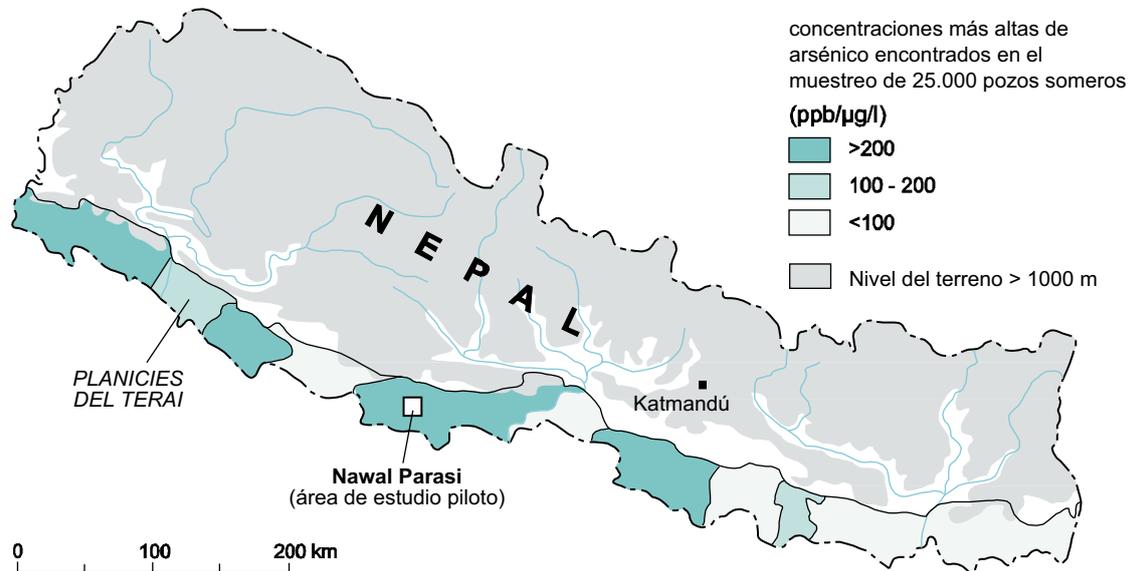
Organismos Contraparte: Ministerio de Recursos Hídricos (Ministry of Water Resources, MOWR)
y Departamento de Riego (Department of Irrigation, DOI)

Se presenta el resumen de un plan de acción para atacar la grave contaminación del agua subterránea por arsénico de origen natural en las Planicies del Terai en Nepal, el cual se elaboró en el marco de un programa más amplio para la gestión de la calidad del agua subterránea, incluyendo una reforma institucional y mejores disposiciones legales. Los servicios profesionales de especialistas del GW-MATE se complementaron con un financiamiento modesto para el MOWR-DOI con objeto de implementar una serie de actividades inmediatas – mediante el Proyecto llamado ATFGL que se comenzó en 2002.

El Papel del Agua Subterránea en Nepal

- Nepal cuenta con abundantes recursos renovables de agua. La precipitación anual varía entre 500 mm/año en algunas regiones occidentales hasta más de 4.000 mm/año en las laderas meridionales de la cadena montañosa del Himalaya; 70-80% de la precipitación cae durante el monzón en verano y genera el escurrimiento que alimenta más de 6.000 cauces de agua superficial. Se dispone de agua subterránea de buena calidad en poca profundidad, la cual mantiene el flujo base de la mayoría de los ríos y se usa de manera intensiva donde no se cuenta con agua superficial. Las cuencas hidrogeológicas más importantes se ubican en las Planicies del Terai y en algunos de los valles intermontanos como Katmandú y el Dang.
- La explotación extensiva del agua subterránea para riego en el Terai empezó en los años sesenta después de las investigaciones sobre el agua subterránea con el apoyo del USAID. Hoy en día alrededor de 200.000 ha se encuentran bajo riego con agua subterránea. Existen cerca de 60.000 pozos someros y 1.000 pozos profundos para uso agrícola con una extracción total de 700 Mm³/año. Al mismo tiempo, se construyeron pozos someros de pequeño diámetro para uso doméstico, como alternativa a los pozos excavados a mano, ríos y estanques. Actualmente, alrededor de 200.000 pozos someros de pequeño diámetro con bombas manuales abastecen a la mayoría de los 11 millones de habitantes del Terai.

Figura 1: Sistema acuifero aluvial en las planicies del Terai con indicación de las áreas reportadas con altas concentraciones de arsénico en el agua subterránea



Asuntos Importantes Identificados en la Gestión del Agua Subterránea

- Inicialmente la explotación del agua subterránea en Nepal implicaba costos bajos y ningún conflicto. Como consecuencia, la extracción aumentó sin un plan o manejo específico del recurso, lo cual condujo gradualmente a una mayor presión sobre el recurso. En el valle de Katmandú, altamente poblado (1,4 millones de habitantes), el bombeo excesivo en algunas áreas causó un abatimiento considerable del nivel del agua subterránea – los pozos de abastecimiento del organismo de agua potable (Nepal Water Supply Corporation, NWSC) presentaron un abatimiento de 15-20 m durante el periodo de 1985-95. Adicionalmente hay un problema de contaminación en los acuíferos someros, debido a la infiltración de agua residual. Se espera el desarrollo de problemas similares en otras regiones.
- Un gran problema de calidad del agua subterránea está relacionado con la contaminación por arsénico en el Terai. Esta contaminación constituye un fenómeno natural y su mitigación requiere un enfoque amplio. Otros problemas potenciales de origen natural para la calidad del agua subterránea son la presencia de altas concentraciones de metano, manganeso y hierro disueltos. Además la contaminación difusa del agua subterránea por pesticidas y fertilizantes que se aplican en la agricultura se puede volver un asunto importante en el Terai.
- Se empezó el muestreo de arsénico en el agua subterránea en 1999 por parte del Departamento de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (Department of Water Supply & Sewerage, DWSS), con apoyo de la Organización Mundial de la Salud (WHO), después de que surgieron preguntas por la similitud de las condiciones hidrogeológicas del Terai con las de Bangladesh. Desde entonces se hicieron muchos esfuerzos por parte de los organismos rurales de abastecimiento de agua potable para evaluar la presencia de arsénico en el agua subterránea, y en 2001 se estableció un Comité Nacional (de Dirección) de Arsénico (National Arsenic Steering Committee, NASC) para supervisar y coordinar el trabajo.

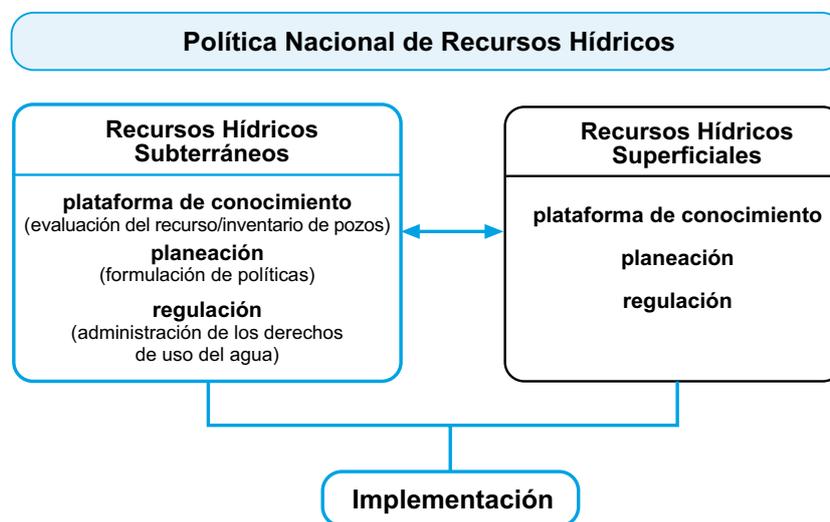
- Hasta la fecha se muestrearon alrededor de 20.000 pozos someros equipados con bombas manuales, de un total de 200.000. Cerca del 30% muestran concentraciones por arriba de 10 ppb (el valor provisional de la guía para agua potable de la OMS) y 5% por arriba de 50 ppb (norma Nepalesa para agua potable). Se encontraron concentraciones más altas (> 100 ppb) en 4 distritos, de los cuales Nawal Parasi es el más afectado. Debido a la ausencia de un marco institucional claro y de una base de datos de calidad del agua subterránea, fue difícil determinar las medidas de gestión que se requieren en este caso. Sin embargo, resultó evidente que se necesita un enfoque orientado a la gestión del agua subterránea, y no solamente a su exploración y explotación.

Arreglos Institucionales para el Agua Subterránea

- Hay varios organismos gubernamentales involucrados con el agua subterránea (Tabla 1). Sin embargo, ninguna de estas instituciones tiene la autoridad para abordar aspectos regulatorios como son los inventarios, la planeación y la asignación del recurso. La Secretaria de la Comisión de Agua y Energía (Water & Energy Commission Secretariat, WECS) ejerce funciones de planeación y política de agua, pero a un nivel muy general y no incluye la generación de bases de datos sobre el recurso, registro de usuarios y otorgamiento de permisos, ni aspectos relacionadas con la calidad del agua. En realidad no hay una separación entre las funciones de regulación y explotación, aunque de preferencia estas funciones se deberían de manejar de manera separada, ya que una sola institución no puede ejercer actividades de explotación y control al mismo tiempo.

Tabla 1: Arreglos institucionales pre-existentes, relacionados con el agua subterránea en Nepal

ORGANISMO GOBERNAMENTAL	FUNCIONES RELACIONADAS CON EL AGUA SUBTERRÁNEA
Ministerio de Recursos Hídricos (MoWR) <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Riego (DOI) • Consejo de Aprovechamiento del Agua Subterránea (GWRDB) • Proyecto de Aprovechamiento del Agua Subterránea 	aprovechamiento de agua subterránea para riego
Ministerio de Planeación Física y Obras (MoFPW) <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (DWSS) 	abastecimiento de agua potable (agua superficial y subterránea)
Ministerio de Industria y Comercio (MoIC) <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Geología y Minería (DoGM) 	servicio geológico y bases de datos
Ministerio de Población y Ambiente (MoPE)	protección de la calidad de agua subterránea (incidentalmente)
Ministerio de Ciencias y Tecnología (MoST) <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Hidrología y Meteorología (DHM) 	recolección y almacenamiento de datos climáticos
Secretaría de la Comisión de Agua y Energía (WECS)	funciones de política y planeación en materia de agua

Figura 2: Esquema general de las funciones regulatorias en materia de recursos hídricos


- El gobierno pretende modificar el enfoque existente orientado “sólo al aprovechamiento”, preparando la creación de una institución regulatoria responsable de la gestión del recurso hídrico subterráneo (Figura 2), mientras que el aprovechamiento del recurso quedaría en manos de las instituciones existentes. Se desarrolló una propuesta de ley con la iniciativa del GWRDB para modificar la existente Ley de Recursos Hídricos (1963), previendo la instauración de una Autoridad de Agua Subterránea responsable de la recolección y el procesamiento de datos, la planeación y regulación del uso, el monitoreo y la investigación. Sin embargo la propuesta no considera factores clave como la necesidad de regular ciertos aspectos del agua subterránea, tales como registros de pozos en áreas críticas, y la necesidad de expedir licencias para las empresas de perforación de pozos para asegurar que los pozos sean perforados adecuadamente y que se registre la información asociada al pozo. La WECS actualmente está en el proceso de nuevas modificaciones a la Ley de Recursos Hídricos y dentro de este proceso se tiene que llevar a cabo la refinación de las propuestas para el agua subterránea.

Enfrentamiento de los Problemas de Arsénico en el Agua Subterránea

- Los objetivos más importantes del proyecto AFTGL, el cual concentró su atención en un área piloto en el Distrito Nawal Parasi, son:
 - del lado técnico: estandarizar y reforzar la toma de muestras de agua subterránea, así como los procedimientos analíticos (con énfasis en el arsénico), y la conducción de estudios hidrogeológicos e hidroquímicos relacionados con el origen, liberación y mitigación del arsénico
 - del lado institucional y legal: consolidar las agencias existentes, relacionados con la gestión del agua subterránea, bajo un cuerpo nacional regulador, finalizar las propuestas legales acerca del agua subterránea, incorporarlas a la Ley de Recursos Hídricos y preparar reglamentos para el agua subterránea.

Componente Técnico

- Un punto clave fue la estandarización de los procedimientos de análisis y el garantizar la calidad tanto de kits de campo como análisis de laboratorio, ya que un control de calidad entre laboratorios reveló diferencias graves en los resultados de tres laboratorios privados (acreditados). Esto se confirmó en un trabajo entre laboratorios adicional asociado al trabajo de campo de GW-MATE (Tabla 2).

Tabla 2: Comparación entre laboratorios de análisis de arsénico en muestras de agua subterránea (en ppb)

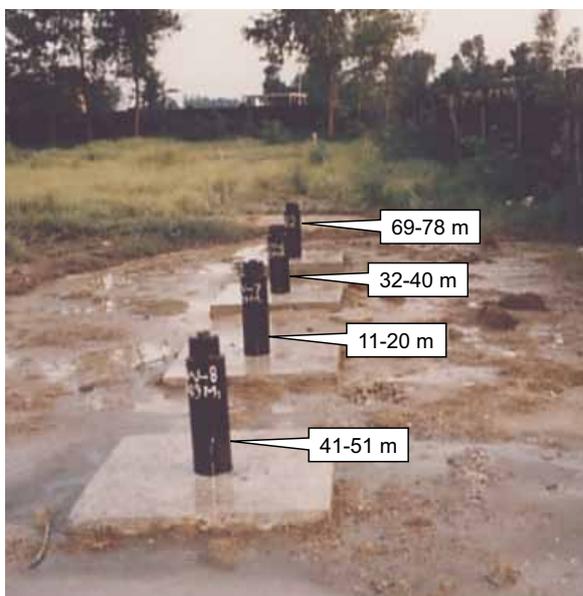
NO. DE MUESTRA	TIPO DE POZO	KIT DE CAMPO	NEPAL					PAÍSES BAJOS	
			LAB A	LAB B	LAB C	LAB D	LAB E	LAB X	LAB Y
1	STW –HP	10-30	5	5	<10	<20	<10	10	9
2	STW –HP	300-500	104	11	101	20	115	120	120
3	STW –HP	50-70	46	50	63	20	60	66	61
4	DTW –MP	<10	<5	<5	<10	<20	<10	<2	<2
Método analítico		HACH	SDDC	AAS	SDDC	SDDC	SDDC	AAS	AAS

- En 2002 se estableció un sub-comité para preparar un protocolo con los procedimientos de muestreo, el uso de kits para análisis en campo, los métodos analíticos estándar en el laboratorio y el control de calidad. El sub-comité realizó un taller con todos los grupos interesados en 2003 y acordó el borrador de un “Protocolo Nacional para el Análisis de Arsénico en Agua”, el cual ya está en uso y se encuentra en el proceso de ser aprobado formalmente.
- La mayoría de los 17.000 pozos previamente muestreados en el Terai fueron pozos someros con bombas manuales que se usan para consumo humano. Desde el punto de vista de salud pública al muestreo de pozos más profundos agrícolas se le asignó una prioridad menor, pero se consideró importante incluirlos en el monitoreo a nivel nacional por las siguientes razones:
 - para generar información sobre la presencia de arsénico en profundidades mayores a 40m
 - si están libres de arsénico, los pozos profundos para riego constituyen una fuente potencial de agua para consumo humano.
- El programa demostró que casi todos los 522 pozos profundos agrícolas que se muestrearon presentan concentraciones de arsénico menores a 50 ppb , y solamente un 2% excedió el valor guía de 10 ppb.
 - La distribución y extensión de la contaminación por arsénico que se descubrió hizo surgir un número de preguntas que se requiere contestar para poder plantear medidas eficientes de prevención y mitigación:
 - ¿Por qué las concentraciones varían de manera importante entre pozos que se encuentran a muy poca distancia?
 - ¿Cuál es la magnitud de posibles tendencias estacionales en los niveles de arsénico?

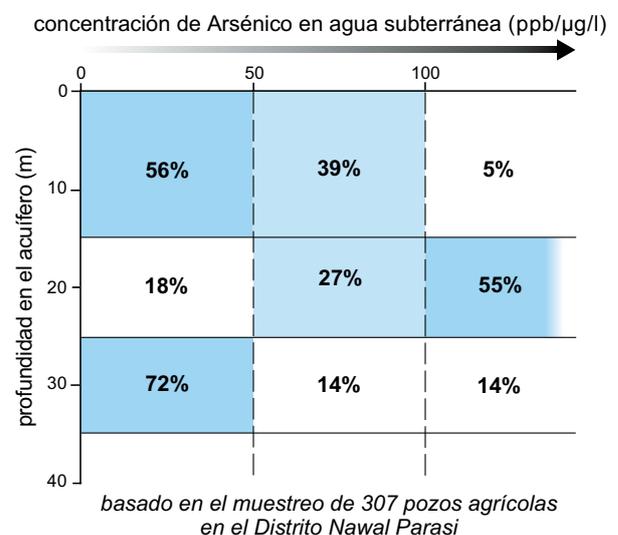
- ¿A qué profundidad se puede esperar la ausencia de arsénico en el agua?
 - ¿Qué cambios en las concentraciones ocurrirán con el tiempo?
 - ¿En qué grado los niveles elevados de arsénico son un resultado de la perturbación de la situación natural, causada por la perforación y el bombeo en pozos de agua?
 - ¿Qué indicadores se podrían utilizar para detectar las áreas afectadas por arsénico?
 - ¿Existe la posibilidad de que en el futuro se contaminen también los acuíferos más profundos?
- Se inició un programa de investigación para poder responder a estas preguntas y crear una base para definir los requerimientos de estudios futuros. El alcance del trabajo quedó limitado por el presupuesto, pero incluyó la perforación y el muestreo de pozos de monitoreo (2 arreglos con 4 pozos a diferentes profundidades / Figura 3a), la recolección de datos hidrogeológicos y el análisis sistemático de arsénico y otros parámetros (en campo y en el laboratorio) en 100 estaciones de muestreo (ríos, manantiales, pozos excavados y pozos con bombas manuales) en el área de Parasi Bazaar (4km²). Una bomba manual se muestreó cada hora durante 1 día.
 - Se completó el trabajo en Octubre de 2003, con el apoyo del Servicio Geológico de los Estados Unidos que estaba conduciendo una investigación complementaria en la misma zona. El estudio hidroquímico, junto con el muestreo de los pozos profundos de uso agrícola (Figura 3b) demostró que las concentraciones de arsénico generalmente disminuyen con la profundidad. Además, aportó un mayor entendimiento de la distribución espacial irregular del arsénico en el acuífero somero y dio direcciones claras para las actividades posteriores requeridas.

Figura 3: Evaluación de la variación de las concentraciones de arsénico en diferentes profundidades del acuífero: (a) arreglo de pozos perforados para el monitoreo y (b) muestreo de pozos agrícolas con ranuras a diferentes profundidades

a)



b)



Componente Legal e Institucional

- Considerando los arreglos institucionales actuales y la reforma en curso, se examinaron algunos escenarios posibles para la gestión de agua subterránea:
 - seguir la tendencia actual, permitiendo la evolución de la situación actual sin intervenir
 - transferir las funciones relacionados al manejo de datos del GWRDB a un departamento nuevo del MWR al cual se le otorgarían funciones reguladoras
 - el GWRDB se convierte en la “Autoridad del Agua Subterránea” y tiene encomendada las funciones reguladoras
 - las funciones relacionadas con el manejo de datos se transfieren al Departamento de Hidrología y Meteorología (DoHM) del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MoST), actualmente responsable de los datos de agua superficial, lo cual lo convierte en la “Autoridad del Agua Subterránea”
 - las funciones relacionadas con el manejo de datos del GWRDB y del DoHM se transfieren a un nuevo “Departamento de Gestión de Recursos Hídricos” del MWR
 - se establece una nueva “Autoridad de Recursos Hídricos” bajo el Primer Ministro para ejercer las funciones reguladoras con respecto al agua subterránea, agua superficial y la calidad del agua.
- Existe un amplio consenso sobre la necesidad de separar las funciones reguladoras y las de aprovechamiento. Sin embargo, la limitada capacidad profesional disponible en Nepal sugiere que se debería de construir el marco institucional inicial para la gestión del agua subterránea con lo que está disponible actualmente, introduciendo el cambio de manera gradual. Las discusiones sobre las posibles soluciones a largo plazo se llevarán a cabo incluyendo a todos los actores interesados como parte del proceso de reforma encabezado por la WECS, y los escenarios mencionados arriba constituirán un marco útil durante este proceso.
- Como acción inmediata, se podría despojar al GWRDB de su “función de fomento del riego” y convertirlo en la institución reguladora para el agua subterránea – esto requiere sólo de modificaciones de la Ordenanza del Comité de Aprovechamiento de Recursos de Agua Subterránea (1975) para cambiar la composición, función, el modo de operación y el nombre de esta institución. Este arreglo provisional podría facilitar el trabajo inicial requerido para obtener un mejor conocimiento de los recursos hídricos subterráneos, su calidad y usos en áreas (críticas) seleccionadas – como el Valle de Katmandú y las Planicies del Terai. Este tipo de trabajo se podría llevar a cabo todavía bajo la Ley de Recursos Hídricos original, y una vez que esté en vigor la nueva ley, sería posible transferir de manera completa la regulación del uso y de la explotación del agua subterránea. En el caso específico de la contaminación por arsénico, el GWRDB modificado debe ser encargado de la supervisión general de la investigación, monitoreo y mitigación.
- El trabajo con la legislación del agua subterránea también incluyó la elaboración de 2 borradores:
 - los preceptos legales sobre el agua subterránea para la modificación de la Ley de Recursos Hídricos, incluyen la recolección de datos, inventarios de pozos de agua, registro de usos del agua subterránea, obligación de proveer datos e información, planeación de recursos hídricos, licencias para perforistas de pozos de agua y el control de la contaminación – se propuso un enfoque gradual, basado en la declaración de áreas críticas donde se deben introducir acciones prioritarias y donde sólo se deben de autorizar ciertos usos del agua subterránea
 - reglamentos específicos para el agua subterránea para implementar los preceptos de la Ley de Recursos Hídricos modificada – durante el proyecto se preparó un resumen detallado de estos reglamentos y

se contrató a un consultor legal nacional para desarrollar un primer borrador de los reglamentos para el agua subterránea.

En general se siguió un enfoque de estrecha cooperación con el GWRDB, DOI y WECS.

Camino a seguir

- El caso de Nepal ofrece un ejemplo práctico de un enfoque integrado para la solución de problemas de gestión de agua subterránea. Las acciones contra la contaminación por arsénico se ubican en un marco de gestión de agua subterránea más amplio. Están ligadas a la necesidad de arreglos institucionales mejorados, apoyados por preceptos legales. Las modificaciones a la ley van de común acuerdo con los estudios técnicos con el fin de contar con una base mínima de conocimientos requeridos para una gestión sensata del agua subterránea.
- Se discutieron los resultados del proyecto en un seminario nacional realizado el 28 de noviembre de 2003, organizado por el DOI y el GWRDB, en el contexto del proceso encabezado por el WECS. La finalidad del seminario fue difundir los resultados, estimular la retroalimentación de los participantes e identificar acciones futuras en apoyo de una gestión sensata del agua subterránea. Las principales conclusiones fueron:
 - las medidas para cambiar el marco institucional para agua subterránea se deben tomar de forma inmediata y como el primer paso se debe modificar la Ordenanza del Comité de Aprovechamiento de Recursos de Agua Subterránea (1975) con respecto a la composición, las funciones, el modo de operación y el nombre del GWRDB
 - a la institución modificada se le deben otorgar las funciones que pueda ejercer bajo la Ley de Recursos Hídricos actual y la demás legislación, mientras que a largo plazo se debería designar una institución autónoma para la gestión del agua subterránea
 - se requiere más investigación para determinar la relación entre la presencia de arsénico y los diferentes rasgos geomorfológicos, geológicos e hidroquímicos, así como sobre la manera de cómo se libera el arsénico al agua subterránea y su transporte con los flujos (horizontales y verticales) del agua subterránea
 - de forma paralela a estos estudios, se debe conducir un análisis detallado sobre las medidas de gestión necesarias, basadas en los resultados preliminares de la investigación y acompañadas por ciertos requerimientos legales e institucionales.

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 Oscar Escolero con la supervisión de 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.

