

Gestión Sustentable del Agua Subterránea

Conceptos y Herramientas

Serie de Notas Informativas Nota 10

El Agua Subterránea en la Planificación Hídrica Nacional y de Cuencas

promover una estrategia integral

2002-2006

Autores (Grupo Base del GW•MATE)

Héctor Garduño, Stephen Foster, Marcella Nanni, Karin Kemper, Albert Tuinhof y Phoebe Koundouri

¿Qué ventajas tiene incorporar al agua subterránea en la planificación de los recursos hídricos a nivel nacional y de cuencas?

- El agua subterránea y el agua superficial están íntimamente relacionadas, ya que son parte del **mismo ciclo hidrológico**. Los acuíferos descargan a cuerpos de agua superficiales o pueden ser recargados por éstos, dependiendo de las condiciones locales. Sin embargo, **mientras que en forma natural en los ríos domina el flujo, en los acuíferos domina el almacenamiento**, y ello tiene implicaciones fundamentales:
 - los acuíferos poseen una gran capacidad para amortiguar la variabilidad del agua superficial y los ciclos de sequía
 - el tiempo de recorrido del flujo del agua subterránea es varios órdenes de magnitud mayor
 - en el caso del agua subterránea, las interacciones ‘aguas arriba - aguas-abajo’ ni predominan ni son necesariamente fijas

Con objeto de abordar con propiedad los complejos sistemas de flujo del agua subterránea, es necesario caracterizar en forma completa a los acuíferos, pero **es posible empezar a integrar la planificación del agua subterránea y del agua superficial con la información disponible**. El comportamiento de los sistemas de agua subterránea se puede llegar a pronosticar con igual certeza que el del agua superficial, si se plantea un monitoreo adecuado y, además, hay que tomar en cuenta que la incertidumbre que produce la falta de información se compensa con el ‘efecto de amortiguamiento’ del almacenamiento del acuífero.

- **Cada situación hidrogeológica requiere un enfoque diferente**. Los siguientes casos ilustran el amplio rango de situaciones posibles:
 - **Acuíferos grandes pero de menor extensión que la cuenca** (por ejemplo, la Cuenca del Río Lerma en México). En este caso, cada unidad específica del acuífero o cuerpo de agua subterránea requiere un plan local de gestión independiente, el cual debe tomar en cuenta que la recarga de agua subterránea puede depender del flujo aguas arriba de los ríos y que el flujo de los ríos aguas abajo puede depender, a su vez, de la descarga del acuífero.
 - **Acuífero cuaternario somero que subyace en grandes extensiones de una cuenca** (por ejemplo la Cuenca del Medio y Bajo Indos en Pakistán). En este caso, la relación agua superficial-agua subterránea (y su gestión) son críticas para evitar problemas tales como (a) la movilización de sales si se elimina la vegetación del suelo o (b) el anegamiento y ensalitramiento del suelo ocasionados por el riego agrícola, por lo que es imperativo efectuar la planificación y gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
 - **Sistemas acuíferos profundos y extensos en regiones más áridas** (por ejemplo las Areniscas Nubias del Norte de África). En este caso domina el flujo de agua subterránea, el flujo permanente de agua superficial

Tabla 1. Implicaciones típicas de la utilización de los recursos de agua subterránea en las restricciones del uso del suelo

USO DEL RECURSO DE AGUA SUBTERRÁNEA	SUPERFICIE DE SUELO NECESARIA PARA 'COSECHAR' RECARGA*
abastecimiento de agua urbana para una población de 10.000 habitantes**	5 km ²
100 ha de agricultura de riego con dobles cultivos	10 km ²
100 ha de ecosistema de humedal dependiente del agua subterránea	15 km ²

* estimado con base en una región semiárida con precipitación en exceso promedio de 100 mm/a

** estimado con base en 150 l/hab-día y una superficie urbanizada de 100 ha con una densidad de población de 100 hab/ha, pero este uso es básicamente 'no-consuntivo' y el efluente podría reutilizarse

es escaso y por tanto no tiene sentido establecer 'organismos de cuenca', y es más útil definir un plan de gestión sólo para el recurso de agua subterránea y efectuar su gestión a 'nivel de acuífero'.

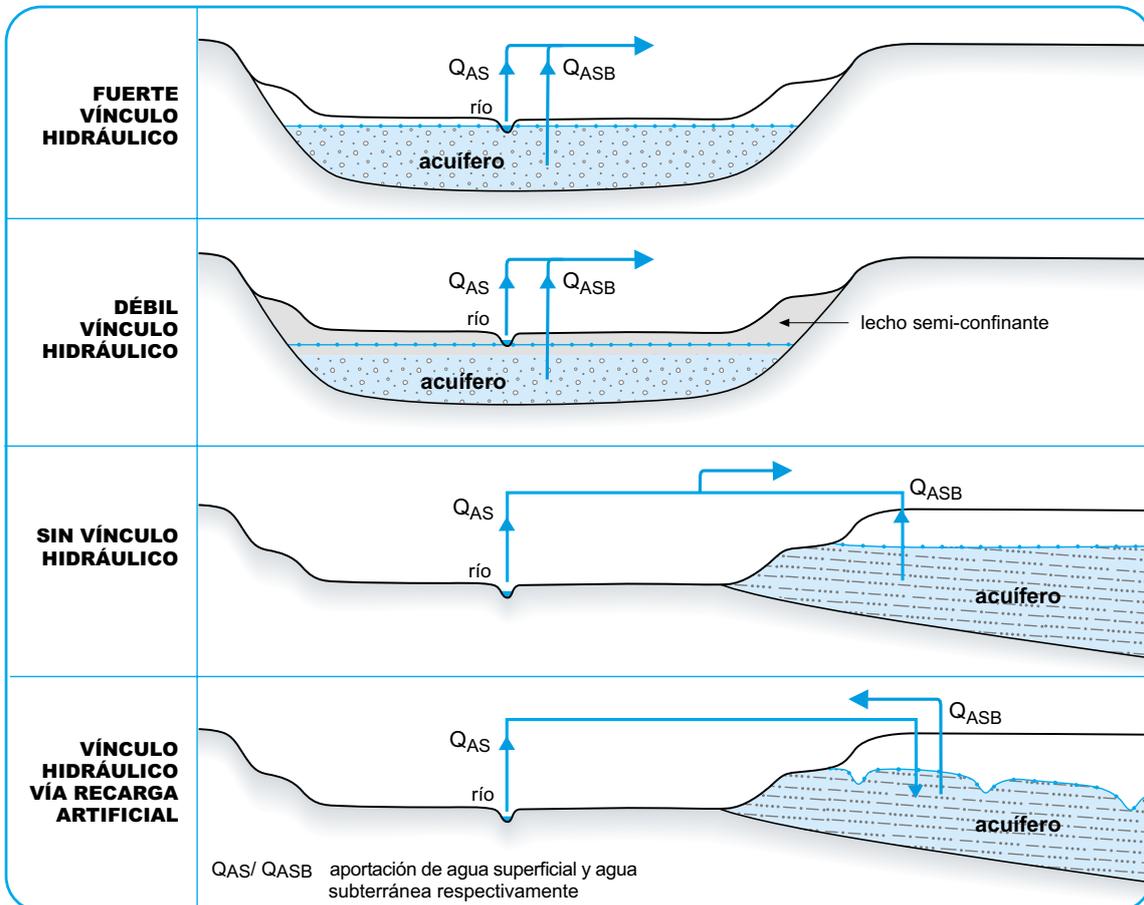
- **Zonas en donde predominan acuíferos menores**, caracterizados por niveles someros, distribución espacial discontinua y potencial bajo (por ejemplo muchas partes de la placa continental de la región del Sub-Sahara de África). En esta situación, el agua subterránea tiene poca interacción con la cuenca suprayacente y carece de suficiente almacenamiento como para justificar una planificación y administración completa del agua subterránea. Sin embargo, dada su importancia social como fuente de abastecimiento rural, se justifica poner un mayor esfuerzo tanto en el diseño óptimo de los pozos (con objeto de maximizar su rendimiento y confiabilidad durante las sequías), como en identificar las restricciones que posibles problemas de calidad del agua de origen natural puedan imponer.
- Si bien no existe razón técnica alguna por la cual la gestión de los recursos de agua superficial y subterránea no deba ser integrada, hay que aceptar que **algunas agencias o consejos de cuenca han tendido a pasar por alto o subestimar el valor del agua subterránea como recurso de alta calidad y amortiguador de sequías, y por lo tanto no se da importancia a su gestión adecuada**. Lo anterior ha ocurrido porque las escalas de espacio y tiempo del agua subterránea y la superficial son muy diferentes, y sus interacciones no se manifiestan como conflictos 'aguas arriba - aguas abajo'. Por otra parte, la gestión exitosa del agua subterránea requiere de una mejor integración suelo-agua que en el caso de las cuencas superficiales, con objeto de conservar la recarga y la calidad del agua subterránea (Tabla 1) y de facilitar la asignación del recurso a diferentes usos (incluyendo el ecológico).
- Más aún, **para integrar en la planificación de las cuencas al agua subterránea, se requiere también abordar las restricciones impuestas por marcos legales e institucionales débiles**, tales como:
 - una legislación del agua que no aborde en forma adecuada la responsabilidad institucional sobre los recursos de agua subterránea, o ubique tal responsabilidad en una agencia diferente a la encargada de la planificación de cuencas
 - asociaciones de usuarios de aguas subterráneas o grupos que no estén representados en la agencia de cuenca
 - gerentes de cuenca que no perciben la importancia del agua subterránea debido a que carecen de personal especializado en agua subterránea
 - falta de datos confiables y/o de un monitoreo sistemático del uso del agua subterránea, de sus niveles y de su calidad
 - comprensión inadecuada de los aspectos socio-políticos, o falta de consenso sobre el papel del agua subterránea (en particular de la dimensión y de las actividades económicas que dependen de este recurso, y de los beneficios que representa para el desarrollo social y para la ecología)

Se entiende así que la integración del agua subterránea a la gestión pudiera ser prematura en países cuya principal preocupación sea construir la infraestructura mínima para el abastecimiento básico de agua a la población a partir de agua subterránea.

¿Por qué y cómo debería promoverse el uso conjunto del agua subterránea y el agua superficial?

- El 'uso conjunto' se refiere a la extracción complementaria de recursos de agua superficial y agua subterránea para el abastecimiento de un sector usuario específico (riego agrícola o abastecimiento urbano) generalmente dentro de una sub-zona de una cuenca (Figura 1). Tiene muchas ventajas, básicamente porque:
 - la capacidad natural de almacenamiento de los cuerpos de agua subterránea se puede utilizar para amortiguar la variabilidad climática de los escurrimientos de los ríos y proporcionar así, conjuntamente, un abastecimiento de agua más confiable, a menor costo y con mayor eficiencia que si se utiliza cada recurso en forma independiente
 - la extracción del agua subterránea puede proporcionar un drenaje vertical importante en las partes bajas de las cuencas, y así reducir el anegamiento y ensalitramiento de los suelos.
- En el caso del riego agrícola, el uso conjunto rara vez se planifica. Generalmente los agricultores construyen pozos en forma individual para tratar de compensar la incertidumbre del flujo de agua en los canales de riego durante una sequía, el mantenimiento inapropiado, o una asignación inadecuada (Figura 2). Si bien el abastecimiento de agua a partir de una fuente subterránea cuesta más que el agua que proviene del canal, la mayor confiabilidad y disponibilidad durante períodos críticos de crecimiento de los cultivos, lo hace altamente benéfico pues asegura el rendimiento de los cultivos y los ingresos de los agricultores. También el empleo del agua subterránea ha permitido incrementar la productividad general de los sistemas de riego, ampliar las superficies de cultivo bajo riego y (en algunos casos) reducir la necesidad de inversiones públicas y privadas para drenar el suelo.

Figura 1: Uso conjunto del recurso hídrico en diferentes tipos de 'vínculo río-acuífero'



- Aunque el uso conjunto de los recursos de agua subterránea y agua superficial generalmente ocurre en forma no intencional, puede producir importantes ganancias. La 'gestión conjunta' puede también incrementar las ganancias, pero requiere inversiones importantes para:
 - un fortalecimiento institucional que mejore la capacidad de gestión de las aguas subterráneas con objeto de reformar los derechos de uso de agua, planificar el uso de la misma así como monitorear y administrar bases de datos
 - el mejoramiento y la modernización de la infraestructura para hacer posible la reasignación de los recursos de agua subterránea y superficial

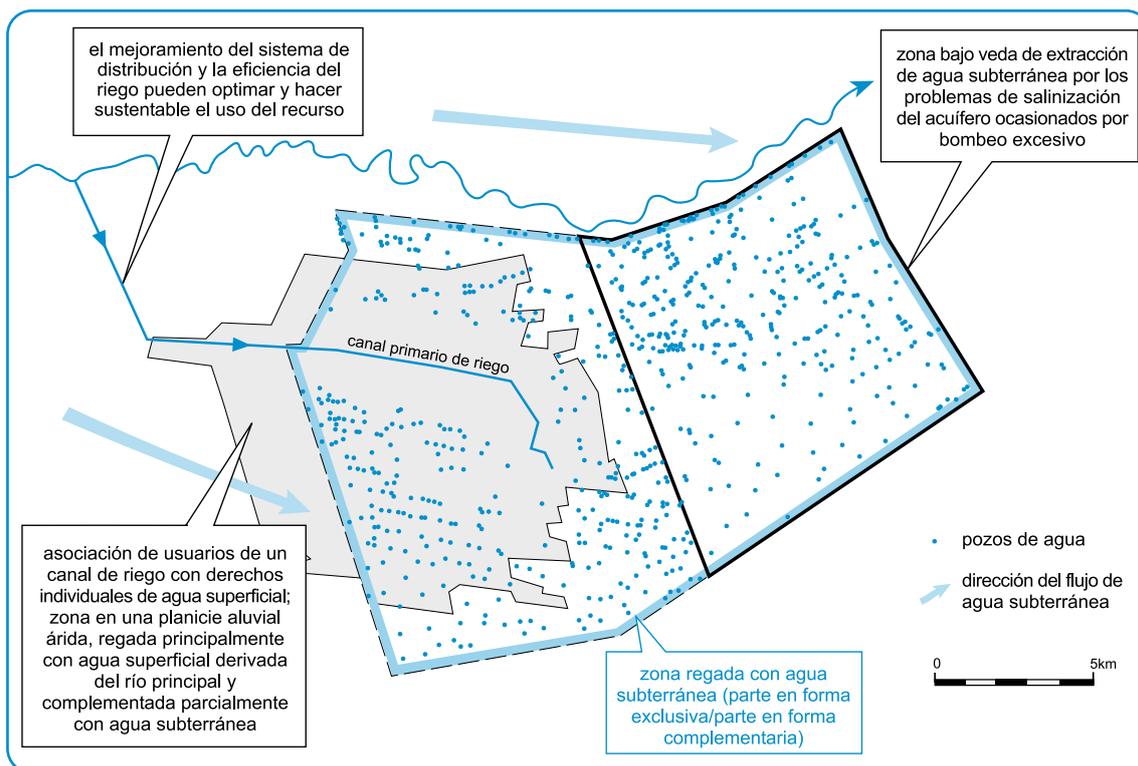
En estos casos, cuando la calidad del agua subterránea impone restricciones adicionales, se enfrentan retos más difíciles y se requieren mayores inversiones.

- En general, la gestión planificada del uso conjunto todavía está fuera de la capacidad de muchas administraciones de recursos hídricos y los escasos ejemplos existentes corresponden al ámbito del desarrollo de abastecimientos para ciudades y no al del riego agrícola. Su implementación requiere entender el nivel de interacciones físicas entre ambos recursos, un marco institucional de planificación y coordinación maduro e integrado, y atribuciones para renegociar derechos de uso de agua superficial, así como también establecer sistemas de derechos de uso de agua subterránea. Igualmente es importante ofrecer incentivos (y evitar desincentivos perversos) a los grupos interesados.

¿Cuáles son los elementos y contribuciones indispensables para la planificación de los recursos de agua subterránea?

- Un enfoque integrado de la planificación del agua subterránea implica:
 - en donde proceda, equilibrar las crecientes demandas del recurso con las necesidades de los ecosistemas terrestres y acuáticos y con el flujo base en los tramos altos de los ríos
 - en donde proceda, considerar aspectos de eficiencia, equidad y sustentabilidad del uso de agua subterránea existente y sus relaciones con la extracción de agua superficial

Figura 2: Uso conjunto no planificado de agua superficial y agua subterránea en riego agrícola



- decidir cómo se puede hacer efectiva la prioridad del uso para consumo humano
- tomar en cuenta las relaciones, en ambos sentidos, entre la política macroeconómica, los objetivos más amplios de tipo social y ambiental, y la explotación, gestión y uso del agua subterránea
- asegurar que las políticas hídricas consideren la integración entre sectores
- asegurar que se tomen en cuenta los aspectos importantes del agua subterránea en el ordenamiento territorial
- considerar la relación entre los permisos de extracción de agua y los controles de descargas de aguas residuales
- asegurar la participación de los grupos interesados (con especial atención en mujeres y pobres)

Las consecuencias económicas de no dar al agua subterránea un enfoque integrado de este tipo pueden ser muy importantes, y hay muchos ejemplos en países desarrollados y en desarrollo que lo demuestran. Es posible evitar erogaciones innecesarias si se integra sensatamente la planificación del agua subterránea con otras actividades.

- Cualquiera que sea el enfoque requerido por una situación hidrogeológica específica, el componente fundamental es el plan de gestión de cada una de las partes del sistema acuífero o de un cuerpo bien acotado de agua subterránea que puedan considerarse en forma razonable independientemente del resto del sistema. Debe ponerse especial atención en delimitar las fronteras para la gestión del agua subterránea de forma que puedan conciliar la situación hidrogeológica, las fronteras político-administrativas y los problemas/necesidades de gestión del recurso (**Nota Informativa 6**). Hay dos ‘puntos de entrada’ para lograr fortalecer la gobernanza del agua subterránea: promover que los grupos interesados adquieran conciencia (‘de abajo hacia arriba’) y establecer un marco legal y económico que facilite las cosas (‘de arriba hacia abajo’). No existe una ‘receta sencilla’ para la planificación adecuada del agua subterránea general para todo los casos, pero **la experiencia internacional** (resumida en la Tabla 2) **puede ayudar para identificar los componentes esenciales de un plan para un acuífero específico**. Para los acuíferos menores, normalmente no se requiere el nivel de sofisticación implícito en la Tabla 2; sin embargo, se debe procurar asegurar una explotación racional y hacer compatible la satisfacción de las necesidades de abastecimiento de agua con la gestión del recurso (**Nota Informativa 13**).
- **La mejor manera para iniciar una política con enfoque de GIRH (Gestión Integrada de Recursos Hídricos) es abordar problemas reales y específicos y lidiar con ellos en forma directa** (Tabla 3). Esto es especialmente cierto en los casos de planificación y gestión del agua subterránea en que diversos grupos interesados pueden tomar la iniciativa desde ‘puntos de entrada específicos (aún antes de completar el plan) y de acuerdo con el problema que se enfrente. En este sentido, para lograr un mayor apoyo político que facilite la implementación del plan se requiere asegurar que se obtengan beneficios claros y a corto plazo (‘harvesting the low-hanging fruit’).
- A nivel de acuífero, los actores clave en la planificación del recurso de agua subterránea son los propios usuarios y grupos locales interesados, quienes son los que mejor conocen los problemas que se están abordando (Nota Informativa 6), pero se debe reconocer que la participación social por sí misma rara vez es suficiente para lograr la gestión sustentable del agua subterránea, y que normalmente el gobierno debe facilitar un enfoque complementario de ‘abajo hacia arriba’ y ‘arriba hacia abajo’ (Nota Informativa 6).
- El liderazgo de un gobierno local y/o de una ONG formada por un equipo profesional interdisciplinario (hidrogeólogos, ingenieros ambientales, economistas, sociólogos y juristas) es condición *sine qua non* para producir un **plan equilibrado del recurso de agua subterránea**, tal que:
 - esté basado en principios científicos y tecnológicos sólidos
 - recomiende opciones económicamente factibles
 - sea ambientalmente sustentable, socialmente aceptable e institucionalmente implementable.

- **Debe haber una estrecha interrelación entre la planificación y la implementación**, lo cual se logra si el plan de gestión del agua subterránea se hace en etapas sucesivas, y se empieza con un primer borrador que permita evaluar los posibles obstáculos para su implementación. Así, es posible tomar una o más de las siguientes

Tabla 2 Lista de verificación para preparar planes de gestión de agua subterránea

AGUA SUBTERRÁNEA Y SERVICIOS ESPERADOS DEL ACUIFERO	<p>Evaluación del Recurso</p> <ul style="list-style-type: none"> ● describir la hidrogeología local en el contexto regional con mapas simplificados y perfiles representativos ● calcular los balances de agua en el acuífero incluyendo las interacciones con el agua superficial ● evaluar la incertidumbre hidrogeológica y las tendencias históricas de los niveles de agua subterránea ● describir vínculos entre el agua superficial y el agua residual (como recurso potencial y riesgo – Nota Informativa 12) ● evaluar los subsidios y políticas (sobre energía, pozos y cultivos) que afecten la extracción del agua subterránea <p>Aspectos de Calidad del Agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ● evaluar las variaciones naturales de la calidad (Nota Informativa 14) y la presencia de agua subterránea salobre/salada ● evaluar las evidencias y posibles causas de contaminación existente ● evaluar el potencial de riesgo de contaminación por el uso del suelo, y la vulnerabilidad del acuífero (Nota Informativa 8) <p>Servicios Esperados del Acuífero</p> <ul style="list-style-type: none"> ● discutir escenarios socioeconómicos alternos con líderes políticos y usuarios de agua ● predecir demandas futuras en un horizonte de planificación (10 o más años) ● evaluar los rendimientos meta del acuífero, incluyendo las descargas ambientales ● esbozar opciones para estabilizar el acuífero o minar racionalmente con estrategia para abandonar el acuífero (Nota Informativa 11)
MECANISMOS ACTUALES DE GESTIÓN	<p>Arreglos institucionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ● evaluar el marco legal, los arreglos consuetudinarios y el sistema de permisos de agua (Notas Informativas 4 y 5) ● evaluar las responsabilidades de todos los organismos relevantes ● identificar criterios y prioridades para asignar agua ● diseñar la política de cargos o cánones por el uso del recurso y la forma de asegurar su cumplimiento <p>Asignación y Uso del Agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ● resumir la situación actual mediante gráficas sectoriales con tendencias históricas del uso del agua ● establecer los perfiles de usuarios así como el inventario de pozos de agua <p>Redes de Monitoreo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● evaluar el estado de medición y estimación de extracciones ● evaluar estado de descargas de aguas residuales que afecten al agua subterránea ● establecer acuerdos/programas para el monitoreo del nivel y calidad del agua subterránea <p>Capacidad Institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> ● evaluar la capacidad para hacer valer la legislación ambiental y la de uso del suelo ● analizar el alcance de la participación de usuarios y otros grupos interesados clave
OPCIONES FUTURAS DE GESTIÓN	<p>Análisis Económico</p> <ul style="list-style-type: none"> ● estimar el valor económico del agua subterránea (Nota Informativa 7) ● evaluar la factibilidad de implementar un sistema de precios directos y/o indirectos para el agua subterránea ● evaluar las consecuencias de modificar las políticas macroeconómicas ● realizar análisis costo/beneficio sistematizados para una lista corta de opciones <p>Definición de Opciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● describir opciones de gestión para lograr los servicios especificados de un acuífero (Nota Informativa 3) ● considerar el uso conjunto del agua superficial/subterránea y comparar opciones de gestión de la demanda con incremento de oferta ● evaluar la necesidad de integrar la planificación de agua subterránea y agua superficial ● seleccionar la opción preferida para ponerla en práctica ● identificar las tareas clave, las instituciones responsables, las necesidades financieras y el programa de implementación
PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	<p>Participación de Usuarios y Grupos Interesados</p> <ul style="list-style-type: none"> ● evaluar la necesidad de mejorar la participación de los usuarios y grupos interesados (Nota Informativa 6) ● definir un plan de acción para involucrarlos ● preparar un programa de capacitación, comunicación e información pública <p>Requerimientos de Monitoreo y Supervisión</p> <ul style="list-style-type: none"> ● definir las mejoras requeridas de monitoreo para el nuevo plan de gestión (Nota Informativa 9) ● instalar una red de monitoreo mejorada para la gestión ● proponer el calendario y el proceso para evaluar interna y externamente la eficacia del plan

acciones, tanto para mejorar la gobernanza del recurso de agua subterránea, como para preparar versiones subsecuentes de un plan cada vez más realista que incluya:

- mejorar los arreglos institucionales
 - establecer programas para el desarrollo de capacidades
 - establecer campañas de educación pública
 - mejorar la información sobre el recurso de agua subterránea y sus usos
 - asegurar que las metas puedan alcanzarse y que las estrategias de implementación sean sencillas y directas
- **Una autoridad competente debe aprobar la versión final del plan**, el cual conviene que sea obligatorio, tanto para la administración del recurso de agua subterránea, como para los usuarios, sin perjuicio de que se actualice en los plazos establecidos por la legislación. De esta manera, se puede implementar el plan gradualmente y las lecciones que se aprendan en el proceso permitirán preparar mejores versiones del mismo.

¿A qué nivel debe introducirse el agua subterránea en los planes nacionales de GIRH y UEA?

- El agua subterránea jugó un papel prominente en la **Reunión Mundial para el Desarrollo Sustentable** (WSSD por sus siglas en inglés) de 2002 en Johannesburgo. El Plan de Implementación de la WSSD,

Tabla 3: Puntos de entrada para los principales actores en la planificación e implementación de la gestión del agua subterránea

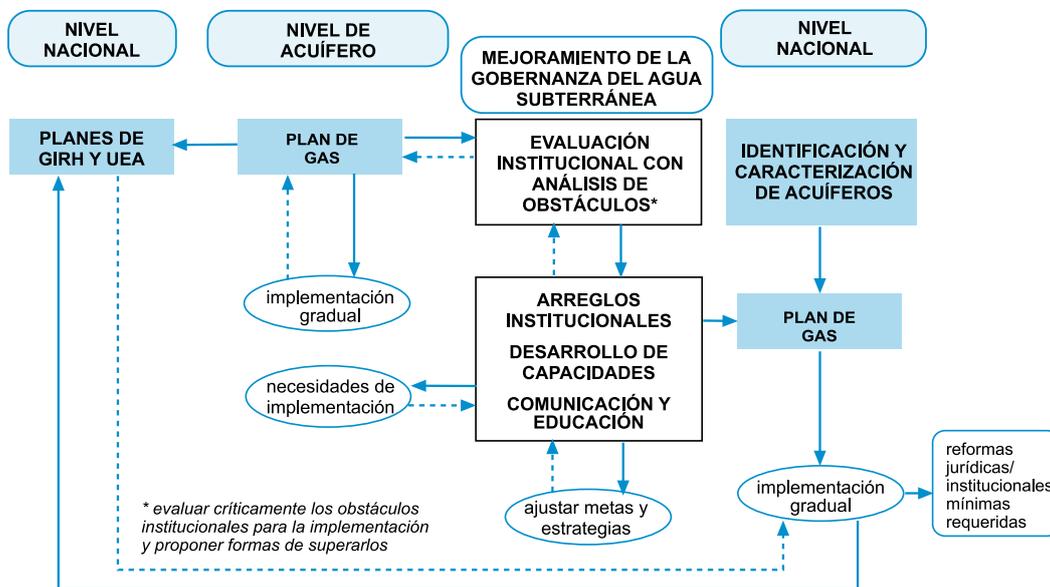
ASPECTOS IMPORTANTES DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y NECESIDADES DE GESTIÓN CLAVE	ORGANIZACIONES COMUNITARIAS			OFICINAS DE GOBIERNO	
	USUARIOS	OGA	OC	MU/EST	NAC
Desarrollo rural					
<i>acceso económico</i> - se requiere información hidrogeológica adecuada para asegurar que puedan construirse fuentes de agua subterránea a costos aceptables		c		a	L
<i>operación confiable del abastecimiento</i> - se requieren estándares sólidos y pragmáticos, diseño correcto, operación y mantenimiento, y arreglos financieros adecuados	c	c		h	L
<i>agotamiento del acuífero</i> – hay que controlar la extracción de agua subterránea para impedir tanto interferencia de pozos como afectación de escurrimientos aguas abajo y de humedales de agua dulce o lagunas salobres, intrusión salina y asentamientos del terreno	c	L	c	h	ac
<i>contaminación dispersa del agua subterránea</i> – se requiere controlar contaminación del acuífero y proteger fuentes de agua subterránea principalmente mediante ordenamiento territorial	c	a	c	h	L
Desarrollo Urbano					
<i>inadecuado control de la extracción del agua subterránea en mancha urbana</i> - reservar agua subterránea más profunda para usos sensibles y promover uso de agua subterránea somera contaminada en usos no sensibles	c	c	a	h	L
<i>inadecuado control de la extracción del agua subterránea en periferia urbana</i> – reservar agua subterránea de buena calidad para abastecimiento de agua potable y sustituir agua residual o agua subterránea somera contaminada tratadas por agua de primer uso para riego	c	L	a	h	a
<i>carga contaminante sub – superficial excesiva</i> - definir zonas de protección de fuentes para control prioritario de carga contaminante a campos de pozos municipales y planificar manejo de agua residual tomando en cuenta interacciones con agua subterránea	c	c	a	h	L
<i>infiltración urbana excesiva</i> - reducir la infiltración mediante control de fugas en redes de agua, la instalación de alcantarillado para evitar la infiltración de sistemas de saneamiento <i>in-situ</i> y aumentar la extracción de agua subterránea somera contaminada para usos no sensibles	c	a	a	h	L

USUARIOS (incluyendo grandes usuarios/contaminadores individuales tales como industrias o proveedores de servicios de agua y asociaciones de usuarios) OGA organismo para gestión de acuífero (incluyendo usuarios y otros grupos interesados, tales como ONG, asociaciones profesionales y de perforistas, representantes de los medios de comunicación, instituciones de investigación y capacitación) OC organismo de Cuenca MU municipal ES estatal NA nacional L lidera c contribuye h hace cumplir a apoya

establece que las naciones deberían ‘desarrollar e implementar estrategias, planes y programas nacionales/regionales para la gestión integrada de cuencas y su conservación que incluyan al agua subterránea, e introducir medidas para mejorar la eficiencia de la infraestructura hidráulica con objeto de reducir pérdidas e incrementar el reúso’. La Asociación Mundial del Agua (GWP por sus siglas en inglés) posteriormente ha emitido lineamientos sobre el marco conceptual para el proceso de la GIRH y los planes de UEA (Uso Eficiente del Agua) y sobre los pasos prácticos necesarios para su implementación; estos lineamientos constituyen la base de lo que aquí se recomienda para el agua subterránea.

- **Se puede desarrollar el componente de agua subterránea en los planes nacionales de GIRH y de UEA a partir de planes de gestión de acuíferos específicos**, tal como se ilustra en la Figura 3. En primer lugar, es necesario (a) recopilar toda la información disponibles sobre los acuíferos a nivel nacional, (b) clasificar los sistemas de agua subterránea conforme a sus características hidrogeológicas y aspectos importantes de gestión y (c) identificar los ‘asuntos medulares’ de cada sistema. Es posible afinar este proceso retroalimentándolo con información a nivel de acuífero, lo cual facilita la identificación de necesidades de gestión del agua subterránea a nivel nacional.
- Es obvio que a nivel de acuífero local no pueden manejarse asuntos tales como la modificación de políticas nacionales de producción de alimentos, ni la reorientación de subsidios para la perforación de pozos o para el pago de energía para el bombeo; tales asuntos requieren de **decisiones a nivel nacional**. Más aún, también a nivel nacional se debería dar importancia a:
 - la evaluación del marco legal e institucional
 - la evaluación de la capacidad técnica e institucional disponibles
 - la valoración de la voluntad política y los obstáculos para la implementación
 - la preparación de un ‘mapa de ruta orientada a la acción’, incluyendo el desarrollo de capacidades, cuando sea procedente.
- **Una vez integrado el plan nacional de aguas subterráneas, se puede establecer una interacción fructífera entre la planificación nacional de la GIRH y el IJEA** con la coordinación institucional necesaria para lograr los siguientes objetivos, según corresponda:
 - adoptar medidas técnicas agronómicas para mejorar la eficiencia del riego que conduzcan a ‘ahorros reales de agua’ (**Nota Informativa 3**)
 - considerar la sustentabilidad del recurso como un asunto primordial para el desarrollo del abastecimiento de agua municipal y el riego, y tomar acciones indispensables para proteger y conservar el agua subterránea
 - usar el agua residual urbana como un recurso adicional para el riego agrícola, sin dejar de prestar atención a la contaminación del agua subterránea y los riesgos concomitantes para la salud (**Nota Informativa 12**)
 - promover iniciativas técnica y económicamente eficaces para fortalecer la recarga con lluvia, asegurando que sus beneficios resulten equitativos
 - incluir en el ordenamiento territorial la dimensión del agua subterránea, de tal manera que los cambios en el uso del suelo beneficien a la calidad del agua subterránea (**Nota Informativa 8**).
- **El proceso de planificación del recurso de agua subterránea debe ser dinámico e iterativo**, y posibilitar la interacción/aprendizaje y el monitoreo/retroalimentación entre los niveles local del acuífero y nacional. Esto debe hacer posible la implementación simultánea de medidas prácticas de gestión en donde hagan más falta, pero teniendo en cuenta además el panorama más amplio y abordando de manera sensata los huecos e incertidumbres en la información. La gestión y protección eficaces de los acuíferos requieren de manera indispensable tanto de un modelo conceptual sólido del régimen de flujo y calidad del agua subterránea como de una apreciación del impacto de las actividades humanas. Sin embargo, **la carencia de información completa no debe ser pretexto para no trabajar**, ya que mucho puede adelantarse aún cuando no se cuente con bases de datos completas, y el completar la información faltante puede tomarse en realidad como parte del proceso preliminar de monitoreo para la gestión.

Figura 3: El proceso de planificación e implementación de la gestión del agua subterránea (GAS)



- Ya sea a nivel de acuífero o a nivel nacional, **un plan de gestión del agua subterránea debe ser considerado como un ‘mapa de ruta’** para guiar los cambios requeridos con objeto de avanzar de una gestión de los recursos de agua subterránea fragmentada a una gestión integrada, así como para acelerar la implementación. Un plan debe establecer claramente las metas, los caminos para lograrlas, y los resultados parciales importantes esperados que puedan ser fácilmente monitoreados.

¿Qué enfoque se requiere en el caso de los acuíferos internacionales?

- Hasta la fecha hay muy pocos ejemplos de cooperación internacional para la gestión de recursos de agua subterránea compartidos, sin embargo cada vez más se reconoce que tal cooperación es benéfica y debiera institucionalizarse con objeto de evitar conflictos. Los esfuerzos para desarrollar reglas jurídicas sobre el tema son recientes y generalmente no abarcan la propia planificación del agua subterránea.

Tabla 4: Niveles y evolución de los mecanismos institucionales internacionales para la planificación y gestión de las aguas subterráneas

NIVEL DE COOPERACIÓN	MECANISMO INSTITUCIONAL		
	TIPO	FUNCIONES	INVOLUCRAMIENTO EN LA PLANIFICACIÓN
INCIPIENTE	red de intercambio de datos de organismos nacionales coordinada por una institución neutral	administración de bases de datos y modelos de acuíferos	contribuye con información necesaria, pero la planificación continúa como función nacional
MODERADO	comité técnico con una secretaría general	administración de bases de datos y modelos de acuíferos; preparación de posibles estrategias, planes y medidas de gestión	recomienda planes, pero los gobiernos nacionales deciden sobre su aprobación
ALTO	comisión conjunta con una secretaría general	administración de bases de datos y modelos de acuíferos; adopción de estrategias, planes y medidas de gestión, y aprobación de proyectos para la explotación del recurso	la comisión toma decisiones autónomas de carácter obligatorio para los países miembros; sinergia fuerte entre las instituciones de los gobiernos nacionales

- En el caso de recursos de aguas subterráneas internacionales, no es posible adoptar un enfoque uniforme. En ciertos casos, como por ejemplo el minado de reservas acuíferas no renovables, es aconsejable desarrollar un plan internacional del recurso de agua subterránea que incluya una 'estrategia de abandono del acuífero que tome en cuenta su agotamiento' (**Nota Informativa 11**). Sin embargo, los efectos de las explotaciones del agua subterránea de escala mucho menor (por ejemplo en casos de subsistencia rural y abastecimiento de agua para pequeñas comunidades) sólo tienen repercusiones locales, de tal forma que no es necesario un plan para todo el sistema acuífero internacional.
- En función del nivel existente de cooperación entre los estados involucrados y del tipo y urgencia de los asuntos por abordar, se pueden seleccionar diversos mecanismos institucionales para planificar y gestionar los recursos de agua subterránea internacionales (Tabla 4). Conviene considerar que un mecanismo institucional puede evolucionar a partir de un simple acuerdo para manejar e intercambiar datos y llegar a la formación de una comisión internacional de cuenca o acuífero que tome decisiones autónomas considerando los intereses de los estados miembros. Es de esperarse que este último mecanismo tenga una fuerte sinergia con los gobiernos nacionales.

Lecturas Adicionales

- Foster, S., Chilton, J., Moench, M., Cardy, E. and Schiffler, M. 2000. *Groundwater in Rural Development: Facing the Challenges of Supply and Resource Sustainability*. World Bank Technical Paper 463. Washington D.C., USA.
- Foster, S., Lawrence, A. y Morris, B. 1997. *Las Aguas Subterráneas en el Desarrollo Urbano: Evaluación de las Necesidades de Gestión y Formulación de Estrategias*. Documento Técnico del Banco Mundial 390. Washington D.C., USA.
- GWP Technical Committee, 2004. *Catalyzing Change: a Handbook for Developing Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Strategies*. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.
- GWP/CAP-NET, *IWRM Tutorial*. http://cap-net.org/iwrm_tutorial/mainmenu.html#
- GWP, *IWRM ToolBox*. <http://www.gwpforum.org/servlet/PSP>.
- Puri, S. 2001. *Internationally Shared (Transboundary) Aquifer Resources Management (ISARM) — their Significance and Sustainable Management – a Framework Document*. UNESCO-IHP Non-Serial Publications in Hydrology, Paris, France.

Publicación

La Serie de Notas Informativas del GW•MATE ha sido publicada 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.

