

GESTIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, DERECHOS PROVISIONALES Y RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

JAIME MUÑOZ RODRÍGUEZ

*Ing. Jefe Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Dirección General de Aguas*

1.- ANTECEDENTES GENERALES

Durante el último tiempo se han generado en el país demandas cada vez mayores sobre los recursos naturales en general y los recursos hídricos en particular. Este crecimiento de la demanda alejada de las necesidades reales de agua se produce en un momento en el cual los recursos hídricos superficiales en una buena medida ya están comprometidos en el abastecimiento de los usos actuales, y frente a la creciente necesidad de destinar los caudales necesarios para el resguardo adecuado del medio ambiente, lo cual constituye una presión más a considerar en la creciente evolución de la demanda por recursos hídricos.

Por otra parte, cabe destacar que el derecho de aprovechamiento de aguas es entregado a perpetuidad por el Estado, lo cual obliga a la autoridad, en el caso de las aguas subterráneas, a entregar derechos de aprovechamiento en carácter de permanentes y definitivos sobre el recurso renovable de un acuífero, dado que es el agua que siempre lo está alimentando, por lo que cualquier explotación con cargo a ella es sustentable en el tiempo, haciéndolo compatible con el carácter de perpetuidad que poseen los derechos de aprovechamiento.

Consecuente con lo anterior y considerando el marco jurídico vigente, la DGA tiene la obligación de evitar la sobreexplotación de los acuíferos tanto por razones de sustentabilidad en el largo plazo de los aprovechamientos (el derecho de aprovechamiento es a perpetuidad) como por la necesidad de resguardar los derechos de los usuarios existentes, por lo cual como criterio general, la Dirección General de Aguas considera, como máximo a la recarga media de un acuífero (recurso renovable a escala humana), como el recurso disponible a nivel de fuente para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes continuos definitivos.

2.- SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVO ESCENARIO

El sostenido crecimiento de la demanda por agua subterránea en el país y el hecho que los recursos superficiales están en gran medida comprometidos en los usos actuales han originado un explosivo aumento de solicitudes por aguas subterráneas, especialmente de la Región Metropolitana al Norte.

Es así como las solicitudes presentadas en dicha área, desde el año 1985 a la fecha, representan una demanda que asciende nominalmente a más de 300 m³/seg. En contraste con lo anterior, los recursos subterráneos renovables de los principales acuíferos conocidos y estudiados, de la referida zona, y que permiten constituir derechos permanentes, continuos y definitivos, son del orden de 60 m³/seg.

Lo anterior nos indica que los caudales solicitados, que sobrepasan con creces requerimientos reales, han llevado a los principales acuíferos conocidos y estudiados de la Región Metropolitana al norte a un nivel que impide la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes, continuos y definitivos.

Lo anterior nos sitúa en un nuevo escenario, donde la gestión de los recursos subterráneos disponibles requiere de una participación primordial de parte de los usuarios, sin la cual resulta imposible abordar los nuevos desafíos que se presentan.

Este importante y creciente aumento de solicitudes por aguas subterráneas, especialmente desde Santiago al norte del país, ha puesto en la mesa de discusión la posibilidad de explotar los acuíferos más allá de cierto caudal, seguro recurso renovable, como una manera de satisfacer la demanda.

3.- DERECHOS PROVISIONALES

En el marco de la legislación vigente es posible abordar el tema de explotar un acuífero más allá de cierto nivel seguro, basado en los derechos provisionales, mencionados en el artículo 66 del Código de Aguas, previa declaración de Área de Restricción y con un conocimiento progresivo del comportamiento del acuífero ante una explotación de este tipo de los impactos asociados y de las medidas de mitigación correspondientes.

Cabe destacar que para avanzar en la explotación de un acuífero más allá de cierto nivel seguro, de acuerdo al marco jurídico vigente, se requiere la participación activa de los usuarios, quienes deben solicitar previamente el área de restricción correspondiente.

La situación antes mostrada establece un nuevo escenario en el ámbito de la gestión de las aguas subterráneas de la Región Metropolitana al norte, el cual representa un desafío para todos los actores involucrados. Este escenario queda caracterizado por que las aguas disponibles en los principales acuíferos de estas regiones están constituidas o comprometidas por las solicitudes presentadas a la fecha, lo cual imposibilita a la DGA constituir nuevos derechos de aprovechamiento en carácter de permanentes, continuos y definitivos, en estas fuentes de aprovechamiento común.

Las tareas emergentes en el nuevo escenario que se presenta en los acuíferos de la Región Metropolitana al norte representan desafíos y tareas a realizar que requieren una activa participación de los usuarios del sector, en la organización de las comunidades de aguas subterráneas, que considere el control de extracciones. Por otra parte, el uso de las aguas subterráneas debiera darse en un contexto de máxima eficiencia y con una gestión preventiva de los acuíferos, puesto que dichos recursos son finitos y de gran vulnerabilidad.

3.1.- Marco Jurídico

Los artículos 66 y 67 del Código de Aguas establecen resumidamente que:

- La DGA podrá otorgar provisionalmente, en forma prudencial, derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas.
- Estos derechos pueden dejarlos sin efecto si se constata perjuicio a derechos ya constituidos, y
- Los derechos provisionales podrán pasar a ser definitivos una vez transcurridos 5 años de ejercicio efectivo en los términos concedidos o si se efectúa recarga artificial.

En consecuencia, en el marco de la legislación vigente es posible abordar el tema de explotar un acuífero más allá de cierto nivel seguro, basado en los derechos provisionales, mencionados en el artículo 66 del Código de Aguas; a través de un conocimiento progresivo del comportamiento del acuífero ante una explotación de este tipo, de los impactos asociados y de las medidas de mitigación correspondientes.

Cabe destacar que para avanzar en la explotación de un acuífero más allá de cierto nivel seguro, de acuerdo al marco jurídico vigente, se requiere la participación activa de los usuarios, quienes deben solicitar previamente el área de restricción correspondiente.

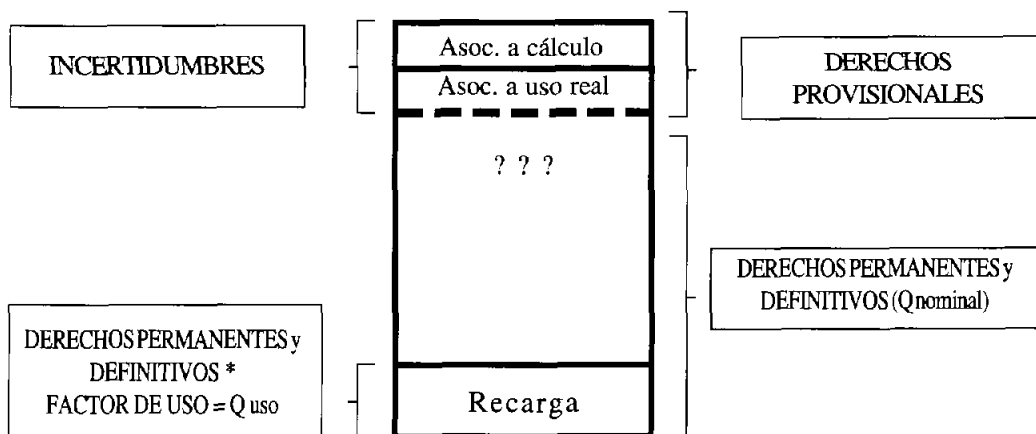
3.2.- Marco Técnico

Como criterio general, la Dirección General de Aguas considera, como máximo a la recarga media de un acuífero (recurso renovable a escala humana), como el recurso disponible a nivel de fuente para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes y definitivos.

El otorgamiento de derechos de aguas subterráneas permanentes y definitivos se hace considerando el recurso renovable de la fuente y la demanda real sobre ella, esto último sobre la base de la aplicación de factores de uso, asociados al tipo de actividad y con el objeto de no limitar innecesariamente el aprovechamiento del agua subterránea en el país.

El esquema siguiente nos muestra el criterio de la DGA, para el otorgamiento de derechos de aguas subterráneas.

Criterio DGA para otorgamiento de Derechos de Aprovechamiento sobre aguas subterráneas



La determinación de la carga tiene asociada en sí una serie de incertidumbres, lo mismo sucede con la determinación de los factores de uso. A veces estos niveles de incertidumbre alcanzan el 100% del valor de la recarga determinada.

Sobre las consideraciones anteriores, se adopta como regla general el nivel de incertidumbres como el rango en el cual se pueden otorgar derechos provisionales (ver esquema).

En estos casos, se considera prudencial otorgar como derechos provisionales un caudal nominal equivalente al valor de la recarga del acuífero, o lo que es lo mismo *otorgar provisionalmente un 25% del caudal otorgado nominalmente como derechos definitivos* en dicha fuente.

Por otra parte, existe una situación especial en la cual el acuífero cuenta con una explotación de aguas subterráneas aprobada ambientalmente.

En estos casos la magnitud de derechos provisionales a otorgar quedará determinada por la diferencia entre la recarga determinada por la DGA y la explotación ambientalmente autorizada.

3.3.- Procedimientos

Para proceder al otorgamiento de derechos provisionales, de acuerdo al marco jurídico vigente, se requiere la participación activa de los usuarios, quienes deben solicitar previamente el área de restricción correspondiente. Declarada el área de restricción, la DGA está facultada para otorgar derechos provisionales.

Definida la magnitud de los derechos provisionales a otorgar, la cual quedará determinada por el caso general o especial, corresponde ofrecer a los peticionarios que tengan solicitudes pendientes el caudal correspondientes en carácter de derechos provisionales, procediendo a resolver las solicitudes en orden de precedencia, en atención a que los últimos provisionales otorgados debieran ser más precarios que los primeros.

No es requisito que la Comunidad de Aguas Subterráneas esté organizada para el otorgamiento de los derechos provisionales. Sí lo es para el momento en que se desee su transformación a definitivos (art. 30, res. DGA N° 186).

3.4.- Puntos notables de una Resolución que constituye Derechos Provisionales

Se considera que una resolución que constituye derechos en carácter de Provisionales deberá al menos considerar los siguientes aspectos:

- Establecer la exigencia de instalar un sistema de control de extracciones.
- Establecer la forma, contenido y frecuencia del envío de información generada a la DGA.
- Establecer el orden de prelación en que se han otorgado los derechos provisionales.
- Cuando una cuenca tenga una explotación de aguas subterráneas aprobada ambientalmente, la resolución establecerá la implementación de un “sistema de alerta temprana” para evitar afecciones.
- Se debe establecer la obligación de ingresar a la comunidad de aguas (art. 30, res. DGA N° 186).

3.5.- Programa de Monitoreos

El otorgamiento de derechos provisionales está basado en el conocimiento progresivo del comportamiento del acuífero ante este tipo de explotación. Consecuentemente con lo anterior, se propone la implementación del siguiente programa de monitoreo:

- En todos los pozos del acuífero se deberá instalar instrumental que permita monitorear el caudal de explotación. Los pozos de bombeo deberán tener medidores instantáneos y totalizadores de flujo.
Durante todo el período de explotación deberá mantenerse un “Registro de Producción de los Pozos de Bombeo”, en el que constará el registro mensual de cada pozo con el caudal medio diario bombeado, el volumen total extraído, el tiempo de bombeo y el control de caudal instantáneo de cada uno de los pozos.
- Establecer para el acuífero una red de monitoreo de niveles y calidad de aguas.

3.6.- Procedimiento para pasar un Derecho Provisional a Definitivo

El art. 67 del Código de Aguas establece que los derechos de aprovechamiento otorgados en carácter de provisionales se podrán transformar en definitivos una vez transcurridos cinco años de *ejercicio efectivo* en los términos concedidos y siempre que los titulares de derechos ya constituido no demuestren haber sufrido daños.

Para estos efectos el interesado debe presentar una solicitud, la que se tramitará de conformidad con lo establecido en el párrafo 1° de Título I del libro Segundo del Código de Aguas (art. 30 de la res. DGA N° 186).

Para los efectos anteriores, se entenderá que ha habido *ejercicio efectivo* de los derechos cuando el registro del control de extracciones en el acuífero demuestre que en promedio se ha usado, al menos durante cinco años, un caudal igual o superior al 75% de la recarga media. Bajo estas condiciones se analizará la factibilidad de transformar los derechos provisionales en definitivos en la medida que los titulares de derechos ya constituidos no demuestren haber sufrido daños.

4.- RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

Según lo dispone el artículo 64 del Código de Aguas, es factible analizar la posibilidad del alzamiento de zonas de prohibición sobre la base de efectuar recarga artificial de acuíferos.

Por otra parte, el artículo 66 del Código de Aguas establece que la Dirección General de Aguas podrá otorgar provisionalmente derechos de aprovechamiento en aquellas zonas que haya declarado de restricción. En dichas zonas, se limitará prudencialmente los nuevos derechos, pudiendo incluso

dejarlos sin efecto en caso de constatar perjuicio a los derechos ya constituidos. Por otra parte, según se indica en el artículo 67 del Código de Aguas, cuando el dueño de derechos provisionales ejecute obras de recarga artificial que incorporen un caudal equivalente o superior a la extracción que efectúe, ellos podrán transformarse en definitivos.

Al respecto, cabe destacar que se entiende como recarga artificial los métodos destinados a aumentar los recursos de un acuífero dado, mediante una intervención directa en los procesos de recarga del mismo. Luego, la recarga artificial es aquella que contempla la aplicación de técnicas y dispositivos especialmente diseñados para ella.

MÉTODOS DE RECARGA

- Sistemas de recarga en superficie
- Sistemas de recarga en profundidad
- Sistemas mixtos

I.- Sistemas de recarga en superficie



Los sistemas de recarga en superficie consisten en extender el agua, ampliando la superficie de contacto agua-terreno. Los métodos de recarga en superficie más comunes son mediante:

- Zanjas y surcos,
- Balsas,
- Acondicionamiento de cauces de ríos, y
- Fosas.

Los sistemas de recarga en superficie son aplicables en el caso de acuíferos libres, con una gran permeabilidad, muy homogéneo en su composición, no presentando mayores variaciones verticales o laterales, donde se disponga de terreno libre y adecuado para hacer las obras de recarga.

El problema más frecuente en la operación de estos sistemas es la colmatación de las superficies de recargas con limos con la consecuente pérdida de eficiencia. Es conveniente la instalación de piezómetros para observar los niveles que se alcanzan con la recarga.

II.- Sistemas de recarga en profundidad

Los sistemas de recarga en profundidad son esencialmente los pozos verticales. Este método es aplicable en acuíferos formados por una alternancia de niveles permeables e impermeables y lugares donde no se dispone terreno para hacer obras de recarga en superficie.

Este método tiene el inconveniente de tener un mayor costo de construcción y mantenimiento y de necesitar agua de buena calidad para disminuir los problemas de colmatación.

La colmatación de la superficie filtrante en los pozos debido a la turbidez de agua, junto con la entrada de aire, hace que los pozos de recarga vayan disminuyendo su rendimiento, incluso a pesar de limpiezas periódicas.

III.- Sistemas mixtos

Los sistemas como su nombre lo indican combinan métodos de recarga en superficie con pozos de recarga.

CONSIDERACIONES GENERALES EN RELACIÓN A PROYECTOS DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

Es necesario hacer consideraciones geológicas como:

- Existencia de materiales permeables en superficie, su granulometría y su continuidad o discontinuidad vertical y la eventual intercalación de niveles impermeables,
- Porosidad y capacidad de almacenamiento del acuífero, en especial del nivel no saturado,
- Barreras que impidan el movimiento horizontal.

De lo anterior se desprende que para realizar labores de recarga artificial en un acuífero dado es necesario conocer muy bien el acuífero tanto en su geometría, conformación vertical y variación lateral de sus componentes como sus procesos dinámicos la calidad de sus aguas, etc.

En términos generales, un proyecto de recarga artificial de acuíferos debiera contener lo siguiente:

1.- Antecedentes del proyecto

- Reporte o informe hidrológico
- Resumen ejecutivo
- Objetivos
- Factibilidad hidrológica
- Impactos no deseados

2.- Fuentes de aguas: naturaleza legal del agua recargada

3.- Descripción de las instalaciones u otras

- Descripción del sitio
- Diseño de las obras
- Operación de la instalación
 - Parámetros de operación
 - Mantenimiento del sistema de recarga

4.- Características hidrogeológicas del sitio de recarga

- Condiciones geológicas
 - Geología de superficie
 - Geología de subsuperficie
- Características hidrológicas
 - Características de la zona vadosa
- Aguas subterráneas
 - Catastro de pozos
 - Mapa de nivel de agua o equipotencial
 - Cambios históricos del nivel del agua
 - Calidad del agua

5.- Impacto del proyecto de recarga

- Area de impacto
- Impactos calculados
- Análisis de los domos
- Impacto sobre la calidad del agua

6.- Plan de monitoreo

- Monitoreo del nivel del agua
- Monitoreo de la calidad del agua
- Monitoreo de la cantidad del agua

7.- Planes de contingencia

- Planes de contingencia para la proyección del acuífero
- Planes de contingencia para daños no razonables y otros

Algunas de las interrogantes técnicas que debiera resolver el referido proyecto son las siguientes:

- a) ¿Cuánto de lo vaciado o del recurso a recargar realmente se infiltra?
- b) ¿Cómo medir lo que llega, lo que se infiltra y lo que se pierde o queda retenido?
- c) ¿Cuánto de lo que se infiltra queda retenido en la zona no saturada?
- d) ¿Cómo evitar o controlar colmatación del lecho si la recarga fuera hecha a través de balsas o del cauce de un río?
- e) ¿Tiempo de tránsito desde el sistema de recarga hasta el sistema de descarga?
- f) ¿Caudal recargado y caudal infiltrado?
- g) ¿Modificaciones de la calidad del agua del acuífero recargado?
- h) ¿Cómo monitorear y controlar la variación en el tiempo del caudal infiltrado?

5.- CONCLUSIONES

- Durante el último tiempo se han generado en el país demandas cada vez mayores sobre los recursos hídricos. Este crecimiento de la demanda alejada de las necesidades reales de agua se produce en un momento en el cual los recursos hídricos superficiales en una buena medida ya están comprometidos en el abastecimiento de los usos actuales, y frente a la creciente necesidad de destinar los caudales necesarios para el resguardo adecuado del medio ambiente, lo cual constituye una presión más a considerar en la creciente evolución de la demanda por recursos hídricos.

- Considerando el marco jurídico vigente, la DGA tiene la obligación de evitar la sobreexplotación de los acuíferos tanto por razones de sustentabilidad en el largo plazo de los aprovechamientos (el derecho de aprovechamiento es a perpetuidad) como por la necesidad de resguardar los derechos de los usuarios existentes, por lo cual, como criterio general, la Dirección General de Aguas considera como máximo a la recarga media de un acuífero (recurso renovable a escala humana), como el recurso disponible a nivel de fuente para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes, continuos y definitivos.

- Se ha originado un explosivo aumento de solicitudes por aguas subterráneas, especialmente de la Región Metropolitana al norte. Es así como las solicitudes presentadas en dicha área, desde el año 1985 a la fecha, representan una demanda que asciende nominalmente a más de 300 m³/seg. En contraste con lo anterior, los recursos subterráneos renovables de los principales acuíferos conocidos y estudiados, de la referida zona, y que permiten constituir derechos permanentes, continuos y definitivos, son del orden de 60 m³/seg.

- Lo anterior nos indica que los caudales solicitados, que sobrepasan con creces requerimientos reales, han llevado a los principales acuíferos conocidos y estudiados de la Región Metropolitana al norte a un nivel que impide la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes, continuos y definitivos.

- Como una manera de resolver los problemas de demanda generados en la situación actual, la Dirección General de Aguas considera las siguientes alternativas:

- El mercado del agua
- El reuso de aguas
- La desalinización
- Mejorar la eficiencia de uso
- Derechos Provisionales y Recarga Artificial de acuíferos donde proceda técnica y legalmente.

- En el marco de la legislación vigente, es posible abordar el tema de explotar un acuífero más allá de cierto nivel seguro, basado en los derechos provisionales, mencionados en el artículo 66 del Código de Aguas, a través de un conocimiento progresivo del comportamiento del acuífero ante una explotación de este tipo, de los impactos y de las medidas de mitigación correspondientes.

- En estos casos se considera prudencial otorgar como derechos provisionales un caudal nominal equivalente al valor de la recarga del acuífero, o lo que es lo mismo *otorgar provisionalmente un 25% del caudal otorgado nominalmente como derechos definitivos* en dicha fuente.

Por otra parte, existe una situación especial en la cual el acuífero cuenta con una explotación de aguas subterráneas aprobada ambientalmente.

En estos casos la magnitud de derechos provisionales a otorgar quedará determinado por la diferencia entre la recarga determinada por la DGA y la explotación ambientalmente autorizada.

- Según lo dispone el artículo 64 del Código de Aguas, es factible analizar la posibilidad del alzamiento de zonas de prohibición sobre la base de efectuar recarga artificial de acuíferos.

Por otra parte, según se indica en el artículo 67 del Código de Aguas, cuando el dueño de derechos provisionales ejecute obras de recarga artificial que incorporen un caudal equivalente o superior a la extracción que efectúe, ellos podrán transformarse en definitivos.

- Finalmente cabe destacar que para realizar labores de recarga artificial en un acuífero dado es necesario conocer muy bien el acuífero tanto en su geometría, conformación vertical y variación lateral de sus componentes como sus procesos dinámicos, la calidad de sus aguas, impactos no deseados, y considerar un exhaustivo plan de monitoreo y de contingencia, etc.