



Conceptos que definen el área de protección de acuíferos y regulaciones sobre la materia

Casos de Chile, España, Países Bajos, Israel y Singapur

Autor

Eduardo Baeza G.
Email: ebaeza@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3902

Nº SUP: 138.856

Resumen

Las áreas de protección de aguas subterráneas se definen como un instrumento para proteger localmente un acuífero existente respecto de otra captación de aguas subterráneas, a objeto de resguardar el recurso hídrico que se quiere proteger (cantidad, calidad u otra variable).

Lo perímetros de protección dependen de conceptos como el radio de influencia, el tipo de acuífero, las propiedades hidrogeológicas, el caudal bombeado y el tiempo de bombeo.

Dado lo anterior, para establecer estos perímetros, las normas o estándares utilizados varían según el país, estableciéndose áreas o zonas en torno a la captación, donde se imponen condiciones o prohibiciones a las actividades instaladas o que se quieran instalar en sus cercanías, en particular nuevos pozos, las que se irán atenuando mientras más lejos estén del área de extracción a proteger.

En los casos de Chile, España y Países Bajos, los perímetros de protección fluctúan entre un mínimo de 100 m (para terrenos privados de España) y pueden alcanzar un máximo de 2 km (en Países Bajos). Israel, se centra más en el equilibrio hídrico nacional de todas sus fuentes, con mediciones de origen y de extracciones y, registros oficiales ante las autoridades correspondientes del agua.

En Singapur, las regulaciones revisadas no se refieren a la gestión de aguas subterráneas en general, ni a zonas de protección de acuíferos en particular, ya que su modelo hídrico tiene otro enfoque (otras fuentes).

Introducción

En el presente informe se realiza una descripción general de los principales conceptos que definen el área de protección de acuíferos y de las regulaciones sobre la materia en Chile, España, Países Bajos, Israel y Singapur.

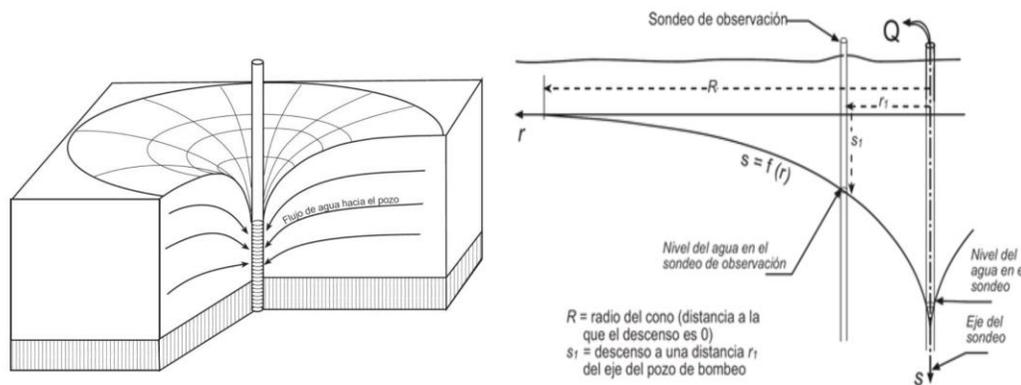
En la elaboración de este documento se recurrió a diversas fuentes especializadas, tales como la Dirección General de Aguas de Chile, las regulaciones sobre la materia en los países estudiados, entre otros.

Definición de área de protección de acuíferos y factores que la determinan

Se pueden definir a las áreas de protección de aguas subterráneas como instrumentos de protección local de un acuífero existente respecto de otra captación de aguas subterráneas, a objeto de resguardar el recurso hídrico que se quiere proteger (cantidad, calidad u otra variable). Estos perímetros de protección dependen de conceptos como el radio de influencia, el tipo de acuífero, las propiedades hidrogeológicas del acuífero, el caudal bombeado y el tiempo de bombeo, los cuales se describen brevemente a continuación¹:

- Radio de influencia: zona en la cual el nivel piezométrico² de una captación subterránea desciende por la extracción de agua subterránea desde la captación. A mayor caudal bombeado, mayor es el cono formado, siendo mejor el acuífero cuando se presentan menores descensos de dicho cono (Figura 1).

Figura 1. Nivel piezométrico y cono formado por la extracción de agua subterránea



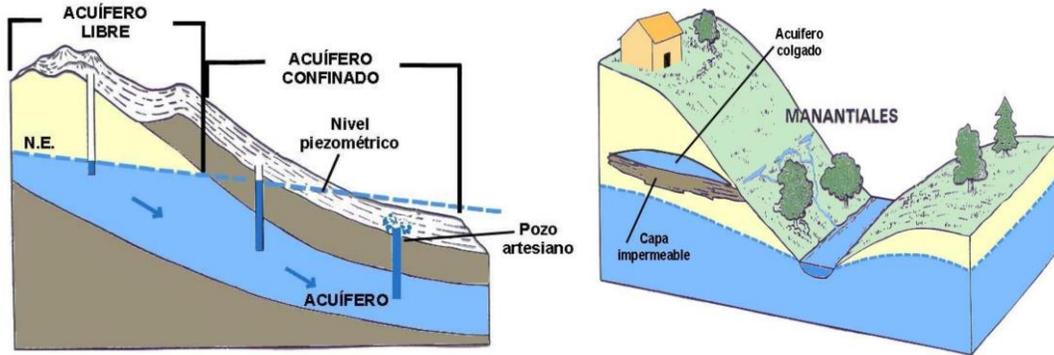
Fuente: Dirección General de Aguas (DGA)

¹ Dirección General de Aguas (s/f). Presentación ante Comisión de Recursos Hídricos y Desertificación de la Cámara de Diputadas y Diputados. Disponible en: <http://bcn.cl/3e397> (julio de 2023)

² En geología, se entiende por cota, superficie o nivel piezométrico a la altitud o profundidad (en relación con la superficie del suelo) del límite entre la capa freática y la zona vadosa (también denominada zona no saturada o insaturada) en un acuífero.

- b) Tipos de acuífero: unidad geológica que puede almacenar y transmitir agua a tasas suficientes para satisfacer la extracción desde un pozo de bombeo. Este concepto tiene un efecto sobre el radio de influencia del acuífero (Figuras 2 y 3).

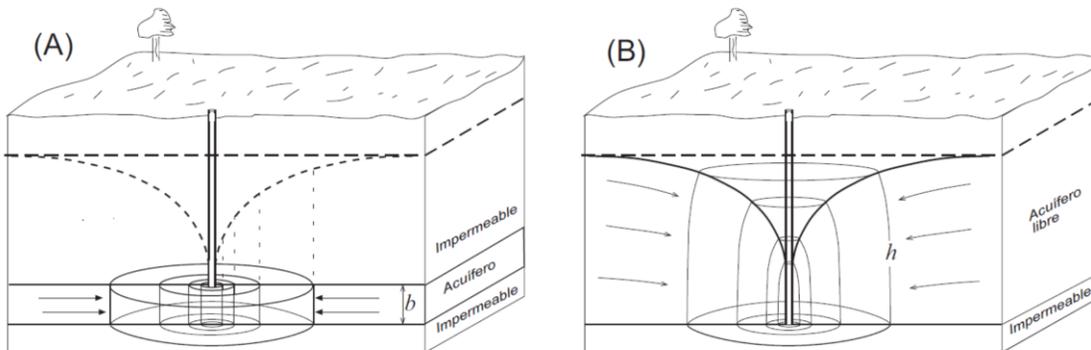
Figura 2. Tipos de acuífero: libre, confinado y colgado



Fuente: DGA

Figura 3. Radios de influencia para distintos tipos de acuífero

Tipos de acuífero: para distintos acuíferos el radio de influencia



A) Cono de descensos y superficie equipotencial en un **acuífero Confinado**

B) Cono de descensos y superficie equipotencial en un **acuífero Libre**

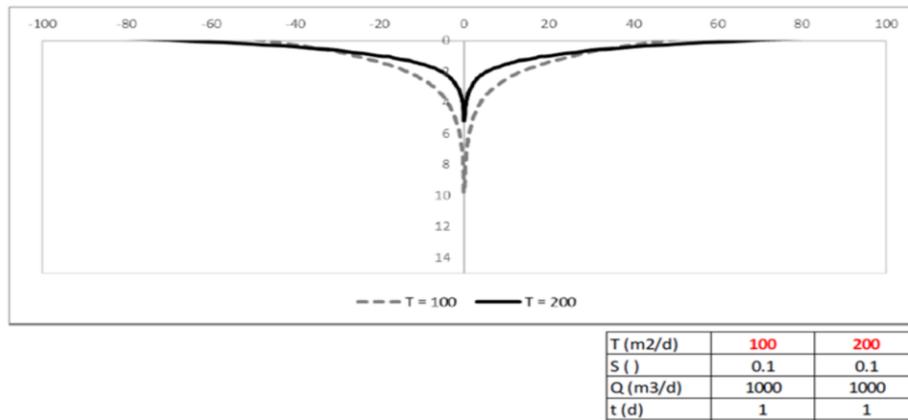
Fuente: DGA

- c) Propiedades hidrogeológicas del acuífero (T, s): Transmisibilidad o transmisividad (T): Representa la capacidad que tiene un acuífero para ceder agua. Mide la cantidad de agua, por

unidad de ancho, que puede ser transmitida horizontalmente a través del espesor saturado de un acuífero con un gradiente hidráulico igual a 1 (unitario). Coeficiente de almacenamiento (s): es el volumen de agua, por unidad de área y cambio en altura de agua, que una unidad permeable absorberá o liberará desde el almacenamiento. De acuerdo a esta definición esta cantidad es adimensional (Figuras 4 y 5).

Figura 4. Variación de la Transmisibilidad de un acuífero (T)

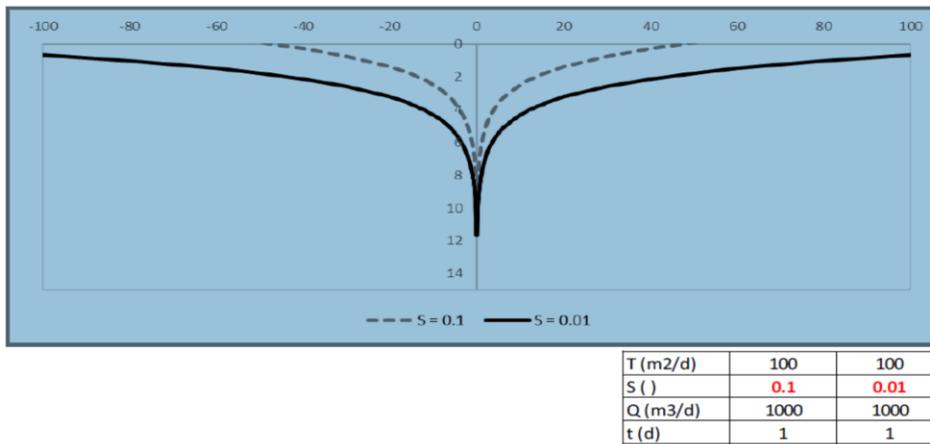
A mayor transmisividad → Disminución del cono de depresión y aumento del radio de influencia



Fuente: DGA

Figura 5. Variación del Coeficiente de Almacenamiento de un acuífero (s)

A menor Coeficiente de Almacenamiento → Aumento del cono de depresión y extensión del radio de influencia

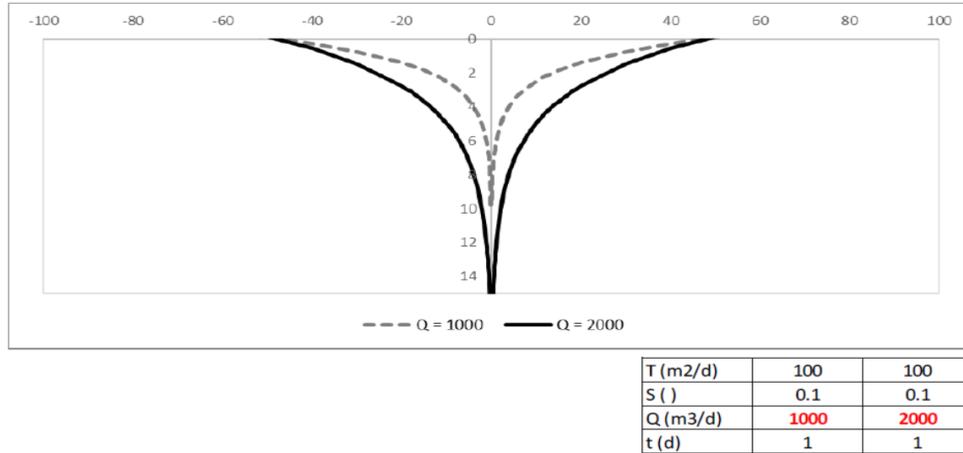


Fuente: DGA

- d) Caudal bombeado: Se refiere al volumen por unidad de tiempo bombeado desde un acuífero, que tiene un efecto sobre el cono de depresión (Figura 6).

Figura 6. Efecto del caudal bombeado sobre el cono de depresión formado en acuífero

A mayor tasa de bombeo → Profundización del cono de depresión

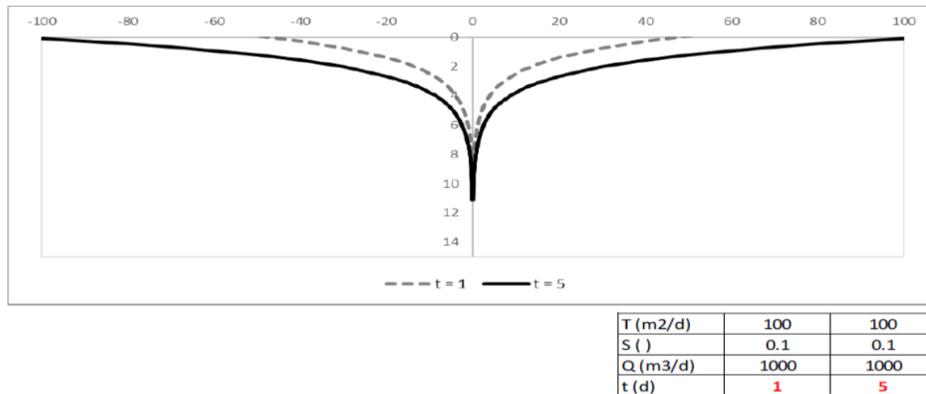


Fuente: DGA

- e) Tiempo de bombeo: se define a la duración continua de la extracción de agua desde un acuífero, lo que tiene un efecto sobre el cono de depresión y el radio de influencia (Figura 7).

Figura 7. Efecto del tiempo de bombeo sobre el cono de depresión y el radio de influencia del acuífero

A mayor tiempo de bombeo → Aumento del cono de depresión y expansión del radio de influencia



Fuente: DGA

Regulaciones que definen áreas de protección de aguas subterráneas

Chile

En Chile, es relevante el aprovechamiento de aguas subterráneas en el sector rural, en especial para los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural, que se proveen de estas fuentes por sobre el 90%. A modo de referencia, los pozos de servicios sanitarios rurales se caracterizan por tener una profundidad de 25 a 35 m y presentar un menor diámetro, a diferencia de los pozos de grandes empresas que muestran profundidades entre 100 a 200 m y un mayor diámetro³.

La gestión de este recurso está regulada por el Reglamento de exploración y explotación de aguas subterráneas (Decreto N° 203)⁴. En su artículo 26°, señala que el área de protección a que se refiere el artículo 61° del Código de Aguas estará constituida por una franja paralela a la captación subterránea y en torno a ella, de modo que el perímetro de protección será equidistante a cualquier punto de la captación. Dicha área de protección, en el caso de los pozos, quedará reducida a un círculo con centro en la ubicación efectiva del pozo. La dimensión de la franja o radio será de 200 metros medidos en terreno, salvo las excepciones contempladas en los artículos 27° y 28° de este Reglamento.

Actualmente, está en trámite el proyecto de ley (Boletín N° 13.030-33⁵), que modifica el Código de Aguas para:

- establecer un área de protección en beneficio de los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, el cual establece que se modifique el citado artículo 61°, señalando que la franja o radio de protección sea de 1000 metros medidos en terreno.
- Además, se podrá autorizar, en casos justificados, una franja o radio superior, en particular cuando esté en riesgo el consumo humano⁶.

España

En general, la regulación y gestión de las aguas subterráneas en España se rige por la Ley de Aguas⁷, que contempla la definición de los perímetros de protección de un acuífero. En particular, el Plan de Acción de Aguas Subterráneas 2023-2030, en el marco del Plan Hidrológico Nacional, surge como una necesidad para la mejora del conocimiento y de la gestión cualitativa y cuantitativa de las aguas subterráneas⁸.

A modo de ejemplo, el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica DH del Duero (2022-2027) señala que con el objeto de no comprometer la representatividad de las mediciones obtenidas en los puntos de la red oficial de control del nivel de las aguas subterráneas del Organismo de Cuenca, con carácter general, y salvo justificación técnica, en la tramitación de nuevos

³ FENAPRU (2020). Proyecto mayor protección a pozos de agua potable rural. Disponible en: <http://bcn.cl/3e39a> (julio de 2023)

⁴ Decreto 203. Disponible en: <https://bcn.cl/2fi1z> (julio de 2023)

⁵ Boletín N° 13.030-33. Disponible en: <http://bcn.cl/3e39b> (julio de 2023)

⁶ Dirección de Obras Hidráulicas (2020). Presentación sobre proyecto para regular dimensión del área de protección de derechos de aguas subterráneas. Disponible en: <http://bcn.cl/3e39n> (julio de 2023)

⁷ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Disponible en: <http://bcn.cl/3drof> (julio de 2023)

⁸ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023). Plan de Acción de Aguas Subterráneas 2023–2030. Disponible en: <http://bcn.cl/3drps> (julio de 2023)

aprovechamientos de aguas subterráneas las captaciones deberán encontrarse a una distancia mínima de 400 m de los puntos de control de la red oficial, para aquellos puntos que se localicen en terrenos de titularidad pública, y de 100 m para los puntos de control que se localicen en terrenos de titularidad privada⁹. En el caso de la parte española de la DH del Tajo, los nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas deberán situarse a más de 400 metros de los puntos de la red de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea¹⁰.

En general, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico publica los Planes Hidrológicos para las diferentes Demarcaciones Hidrográficas de España, donde se puede obtener la información referente a los perímetros de protección de acuíferos¹¹.

Países Bajos

El Gobierno holandés ha avanzado mucho en los últimos años en la elaboración y aplicación de una normativa eficaz para la gestión integral y sustentable de las aguas superficiales y subterráneas, basada en una gobernanza eficiente a nivel local. La gestión sustentable del agua significa utilizar de manera adecuada y ordenada los recursos hídricos existentes^{12 13}.

En particular, la protección de las captaciones de agua subterránea en Holanda está regida a nivel nacional por la Ley de Protección del Suelo y la Ley de Gestión Medioambiental. La Ley de Protección del Suelo, estableció primeramente las Áreas de Protección de las Aguas Subterráneas para todas las captaciones existentes a nivel provincial. No obstante, la Ley de Gestión Medioambiental, modificó lo anterior, sustituyéndolas por las Áreas de Protección Medioambiental, ampliando los objetivos de protección¹⁴.

En concreto, se realiza una zonificación que viene dada por un criterio de tiempo de tránsito del agua dentro del acuífero, que puede llegar a 50 o 100 años en algunas provincias. Adicionalmente, se establecen, en general, tres zonas de restricciones (extracción, protección I y protección II) en los acuíferos, pero el número de zonas puede variar según las características de estos y sus diferencias de flujos. De esta forma, las zonas de protección antes señaladas se pueden agrupar en una sola en aquellos acuíferos fisurados, otorgándoles un radio fijo máximo de 2 km, con un mínimo de 800 m en general (Figura 8)¹⁵.

⁹ Normativa. Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Duero (2022-2027). Disponible en: <http://bcn.cl/3e4su> (julio de 2023)

¹⁰ Plan Hidrológico de la parte española de la DH del Tajo (2022-2027). Disponible en: <http://bcn.cl/3e4sz> (julio de 2023)

¹¹ Planes Hidrológicos del tercer ciclo de planificación (2022-2027). Disponible en: <http://bcn.cl/3e4t1> (julio de 2023)

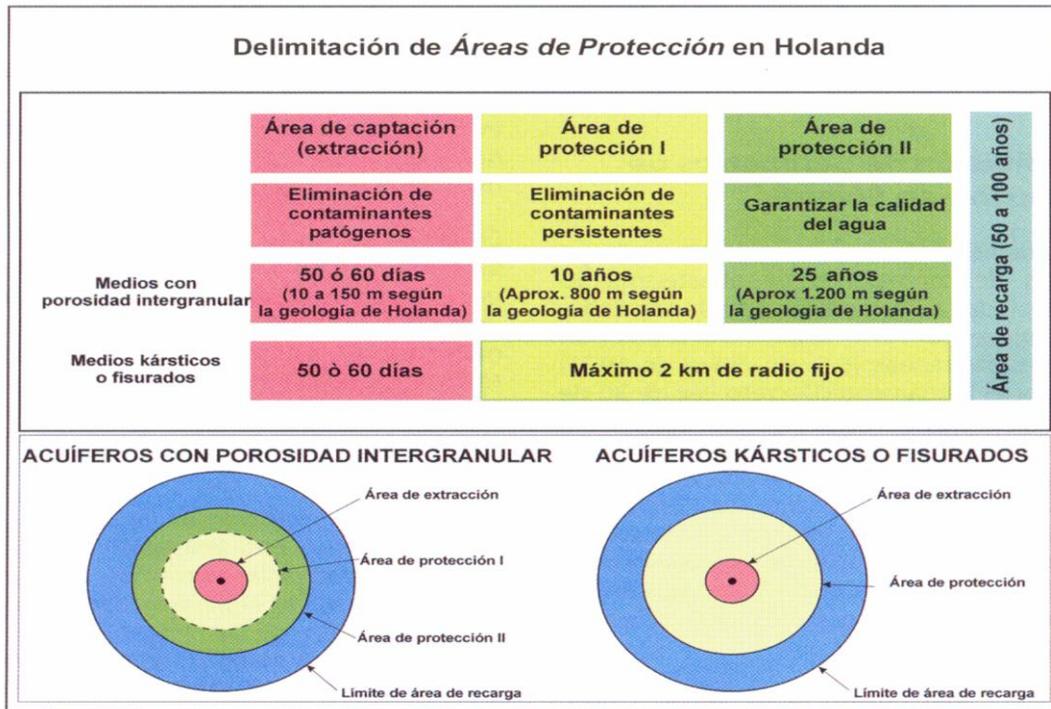
¹² *Agricultural Water Summit* (s/f). Embajador de Países Bajos en Chile asegura que una razón del éxito para la gestión del agua es la cooperación. Disponible en: <http://bcn.cl/3drjw> (julio de 2023)

¹³ *lagua* (2016). Gestión sustentable del agua: Holanda, pionero en el sector. Disponible en: <http://bcn.cl/3drib> (julio de 2023)

¹⁴ IGME (s/f). Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas. Disponible en: <http://bcn.cl/3e4t5> (julio de 2023)

¹⁵ *Ibíd*

Figura 8. Delimitación de perímetros de protección en Holanda



Fuente: IGME

Israel

La gestión de las aguas en Israel se rige por la Ley del Agua de 1959, que establece la Autoridad del Agua como la responsable de la gestión de todos los recursos hídricos de Israel, incluidas las aguas subterráneas. El aprovechamiento del agua de manantiales y de acuíferos subterráneos se controla para impedir su agotamiento y el aumento de salinidad¹⁶.

El *Water Measuring Decree (Origin Measuring)* de 1956¹⁷, implementado por la Ley del Agua, establece disposiciones para la medición del agua, donde se define como origen del agua cualquier pozo, arroyo, manantial, río o lago. Todo propietario de un origen de agua o todo productor de agua que produzca agua a partir de un origen de agua debe medir el agua producida a partir de él, lo más cerca posible del origen. En general, toda la regulación apunta al equilibrio hídrico nacional, con mediciones de origen, de extracciones y registros oficiales ante las autoridades correspondientes del agua¹⁸.

Singapur

La base de la sostenibilidad hídrica del modelo singapurense es el sistema de captación de aguas pluviales y residuales, no las aguas subterráneas. La autoridad responsable de la gestión de todos los

¹⁶ *Israeli Missions Around the World* (s/f). La tierra: Agua. Disponible en: <http://bcn.cl/3drrng> (julio de 2023)

¹⁷ *Water Measuring Decree (Origin Measuring)* de 1956. Disponible en: <http://bcn.cl/3e4th> (julio de 2023)

¹⁸ Ley de Agua de Israel (1959). Disponible en: <http://bcn.cl/3dmmi> (julio de 2023)

recursos hídricos del país es la Junta de Servicios Públicos (PUB, por sus siglas en inglés)¹⁹. De esta forma, las regulaciones revisadas no se refieren a la gestión de aguas subterráneas en general, ni a zonas de protección de acuíferos en particular²⁰

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)

¹⁹ Asia Pacífico-Observatorio Parlamentario (Congreso Nacional de Chile). Singapur: la vanguardia en el sistema de agua potable. Disponible en: <http://bcn.cl/3drko> (julio de 2023)

²⁰ Legislación y Requisitos en materia de uso de aguas en Singapur. Disponible en: <http://bcn.cl/3e4tj> (julio de 2023)