



CIRCULAR N° _____ /
SANTIAGO,

MAT.: Imparte instrucciones para la evaluación de proyectos de recarga artificial de acuíferos.

DE: DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

A: SEGÚN DISTRIBUCIÓN

Contexto

Las proyecciones sobre los parámetros climáticos dan cuenta de la reducción de las precipitaciones y el incremento de las temperaturas medias en la mayor parte del país. Esto es avalado por datos que evidencian estas tendencias con claridad. Ciertamente, ya no corresponde mirar el impacto del cambio climático como futuro, sino que hay que abocar los esfuerzos a mitigar sus efectos y adaptar nuestros sistemas.

Las fuentes naturales de aguas se ven afectadas de sobremanera por estos fenómenos. La reducción en los montos de precipitaciones, unido a la creciente demanda, han ocasionado disminuciones importantes en las disponibilidades de agua de fuentes superficiales. Las carencias son, de manera usual, suplidas a través de una extracción intensiva desde fuentes subterráneas. Estas últimas, además, tienen menores volúmenes de recarga debido a las menores precipitaciones. A su vez, el aumento de las temperaturas medias, con frecuentes olas de calor, impactan fuertemente la evaporación desde fuentes superficiales y puede acelerar la transpiración de los vegetales, con el consiguiente mayor consumo desde fuentes subterráneas cercanas a la superficie.

Los procesos descritos dan cuenta de escenarios negativos para la sustentabilidad de las fuentes de agua superficiales y subterráneas. Sin embargo, se visualizan alternativas que tienen ciertas ventajas comparativas, tal como, almacenar agua en acuíferos. Por ejemplo, el impacto de la evaporación y transpiración de plantas será menor en la medida de que la fuente subterránea esté a una profundidad mayor al área de influencia radicular. A mayor profundidad, el impacto será casi nulo. Por lo tanto, una buena forma de resguardar el agua consiste en poder almacenarla en acuíferos poco expuestos a las afectaciones de las mayores temperaturas ambientales. Conducir excedentes de agua hacia esos reservorios seguros entrega una cuenta de ahorro hídrica importante. En ese sentido, considerando que la recarga artificial de acuíferos pasa a ser una técnica necesaria y muy relevante, y que se encuentra expresamente tratada en el Código de



Aguas se requiere instruir lineamientos claros para ser realizada con éxito y certeza jurídica.

En ese contexto, y con el objetivo de entregar lineamientos a los funcionarios y funcionarias del Servicio para evaluar los proyectos de recarga artificial de acuíferos, es que esta Autoridad ha estimado dictar la presente Circular.

1 Normativa Aplicable.

En primer término, el artículo 300 letra a) del Código de Aguas, faculta al Director General de Aguas para *“Dictar las normas e instrucciones, mediante circulares, que sean necesarias para la correcta aplicación de este Código, leyes y reglamentos que sean de la competencia de la Dirección a su cargo”*. Es en base a dicha prerrogativa que se dicta el presente acto administrativo de aplicación obligatoria para los funcionarios y funcionarias del Servicio.

Por su parte, el artículo 66 bis del mismo cuerpo normativo señala que *“Sin perjuicio de otros permisos regulados en este Código, **previo informe favorable** de la Dirección General de Aguas sobre la no afectación a extracciones de agua para consumo humano y aspectos relativos a la calidad de las aguas, **cualquier persona podrá ejecutar obras para recargar artificialmente un acuífero”***.

A lo anterior, se suma que *“La recarga artificial de aguas podrá realizarse para **distintos fines**, tales como resguardar la preservación ecosistémica, incluyendo la mejora o mantención de la sustentabilidad del acuífero; evitar la intrusión salina; aprovechar la capacidad depuradora del subsuelo; infiltrar agua desalinizada o residuos líquidos regulados por la normativa ambiental; o aprovechar la capacidad de almacenamiento y conducción de los acuíferos para posteriormente posibilitar la reutilización de estas aguas”*

A su vez, el mismo precepto legal describe que *“El titular de un derecho de aprovechamiento que haya efectuado las obras a que se refiere el inciso primero y que **desea reutilizar las aguas infiltradas**, sea en el mismo u otro punto del acuífero, **podrá solicitar a la Dirección General de Aguas que le autorice a ejercer su derecho sobre la mayor parte de las aguas recargadas que, de acuerdo al análisis técnico de los antecedentes presentados**, considere las pérdidas propias del proceso, la sustentabilidad del acuífero y los derechos de terceros”*.

Se detalla que la solicitud por parte del titular deberá contener las *“especificaciones técnicas de la obra; la información sobre el sector hidrogeológico del acuífero que permita justificar la cantidad de agua que se pretende extraer; los puntos de recarga y aquellos desde los cuales se pretende extraer las aguas; y un sistema de medición y de transmisión de la información en ambos puntos, la que se tramitará de conformidad a lo dispuesto en el Título I del Libro Segundo”*, referido a los procedimientos administrativos regulados en los artículos 130 y siguientes del Código de Aguas.

Por su parte, para que la Dirección General de Aguas emita el respectivo informe favorable para que el titular ejecute las obras para recargar artificialmente un acuífero, "deberá oír a las organizaciones de usuarios interesadas", según se indica en el mismo artículo 66 bis del Código de Aguas.

Por otra parte, este precepto matriz señala que *"No requerirá del informe a que se refiere el inciso primero la obra de recarga de aguas lluvias, que para estos efectos se considerará recarga natural", aclarando que "Se entenderá por recarga natural el flujo o caudal de agua que alimenta un acuífero proveniente de aguas pluviales, corrientes, detenidas o subterráneas, que no sea a consecuencia de la intervención humana"*.

Adicionalmente, el artículo 66 ter del Código de Aguas establece la necesidad de aprobar por parte del Servicio los proyectos de recarga artificial de acuíferos cuando las aguas infiltradas provengan de una fuente ajena a la cuenca o tengan por fin aumentar la disponibilidad para constituir nuevos derechos, ordenando que dicha tramitación se realice de acuerdo al procedimiento reglado por los artículos 130 y siguiente del mismo cuerpo normativo, estableciendo, finalmente, el artículo 66 quáter una prohibición de operación de obras de recarga artificial cuando generen perjuicios a terceros, haciendo a su titular responsable de la indemnización de aquellos y estableciendo que *"Las obras urgentes que sea necesario construir o modificar para evitar los daños a que se refiere el inciso anterior serán de cargo de quien se encuentre operando el proyecto de recarga, sin perjuicio de sus acciones para repetir en contra del causante del perjuicio"*.

1.1 Fines de aplicación establecidos

El Artículo 66 bis establece que la recarga artificial de aguas podrá realizarse para distintos fines. Para efectos de la presente circular, se considerarán los siguientes:

1. Resguardar la preservación ecosistémica, es decir, de proteger los ecosistemas que dependen del agua subterránea, tales como humedales, vegas, bofedales, evitar la degradación de ecosistemas y favorecer la biodiversidad que depende de la fuente de agua subterránea. A su vez, se busca mantener la sustentabilidad del acuífero, permitiendo recargar con aguas para recuperar o mantener su nivel freático y/o mantener, recuperar o proteger su calidad.
2. Control sobre la intrusión salina, es decir, usar agua dulce para evitar la migración del agua salina hacia el interior del acuífero. La intrusión salina ocurre principalmente en zonas costeras, debido a la sobreexplotación del acuífero y/o al cambio del régimen de precipitaciones o recarga que este tiene de manera natural produciendo un descenso del nivel freático, de esta manera permite el avance del agua de mar desplazando el acuífero, afectando principalmente la calidad del agua y restringiendo el uso para agricultura, consumo humano u otros.

3. Infiltrar agua desalinizada o salobre tratada. Esta opción abre la posibilidad de recurrir a fuentes de agua no tradicionales¹ para realizar la recarga artificial, siempre que se cumpla con la normativa ambiental. Es importante reiterar que las aguas vertidas son previamente tratadas y depuradas con la normativa ambiental vigente, por lo que se debe exigir precaución y alta regulación, para evitar la contaminación de los acuíferos y a su vez proteger la salud pública.
4. Aprovechar la capacidad de almacenamiento y conducción del acuífero para posteriormente posibilitar la reutilización de las aguas recargadas. El sentido de esta medida es usar el acuífero como un embalse natural de almacenamiento temporal del agua subterránea para su recuperación futura y reutilización. Es útil especialmente en periodos de excedencia de agua superficial para utilizar el agua almacenada o en época distinta a la época de recarga (por ejemplo, épocas de sequía), mejorando la seguridad hídrica con fines de consumo humano, agrícola o industrial. Las ventajas de este fin son principalmente para evitar la evapotranspiración, a diferencia de embalses superficiales, aprovechar la capacidad de almacenamiento del subsuelo, la gestión del recurso de forma sostenible y mejorar la calidad del agua durante su almacenamiento, siempre teniendo en cuenta si las condiciones del acuífero lo permiten.

A modo de ejemplo, la Tabla 1 menciona algunos métodos empleados para la recarga artificial de acuíferos, junto a su justificación técnica.

Tabla 1: Métodos de Recarga Artificial de Acuíferos

Métodos más utilizados	Justificación técnica
<ul style="list-style-type: none"> - Piscinas / Balsas de Infiltración - Estanques de Percolación 	Métodos con infiltración difusa que ayudan a mantener niveles freáticos, flujos base y humedad del suelo para vegetación o humedales dependientes.
<ul style="list-style-type: none"> - Pozo de Inyección y Recuperación (AAR) - Pozo de inyección para almacenamiento en acuífero, transferencia y recuperación (AATR) 	Generan una barrera hidráulica en acuíferos costeros o almacenan estratégicamente agua dulce para mantener el gradiente hacia el mar.
<ul style="list-style-type: none"> - Pozo de Inyección y Recuperación (AAR) - Pozo de inyección para almacenamiento en acuífero, transferencia y recuperación (AATR) 	Métodos que permiten control estricto de calidad y ubicación. Los pozos de inyección permiten recarga directa en condiciones seguras y monitoreadas.

¹ Las aguas no tradicionales son aquellas que no provienen directamente de fuentes naturales superficiales o subterráneas convencionales, tal como el agua desalinizada.

Métodos más utilizados	Justificación técnica
<ul style="list-style-type: none"> - Pozo de Inyección y Recuperación (AAR) - Pozo de inyección para almacenamiento en acuífero, transferencia y recuperación (AATR) - Estanques de Percolación 	<p>Permiten almacenar grandes volúmenes de agua para uso posterior; adecuados para zonas urbanas o agrícolas con variabilidad estacional.</p>

Fuente: Elaboración propia en base a UNESCO (2005) y NWQMS (2009)

2 Antecedentes técnicos y legales para viabilizar proyectos de recarga

El siguiente procedimiento es aplicable solo a aquellos proyectos que tienen como finalidad las cuatro aplicaciones que se detallan en el acápite 1.1, indicadas en el artículo 66 bis del Código de Aguas, cuyo permiso de aplicación será eventualmente solicitado a la Dirección General de Aguas.

Es importante mencionar que la presente circular no se referirá a la solicitud y tramitación de permisos de Recarga artificial, cuyos objetivos sean los siguientes:

- Obras de Infiltración de Aguas Lluvias, dado que se considera como recarga natural.
- Obras de infiltración de desagües y aguas servidas sujetas a aprobación de MINSAL o SISS.
- Obras de infiltración de residuos líquidos industriales o mineros.
- Obras con capacidad de aprovechar la capacidad depuradora del suelo.

Respecto a las obras que no se encuentren dentro de las señaladas en el párrafo anterior, que no estén asociadas a un proyecto que requiera ingresar al SEIA y que no tienen como fin la obtención de una autorización para ejercer un derecho, se deberá revisar los antecedentes que acrediten que la obra de recarga permite conservar y proteger el acuífero en términos de asegurar la no contaminación de las aguas subterráneas y la no afectación de extracciones de agua de terceros u otros usuarios. A su vez, la solicitud se tramitará conforme al Artículo 130 y siguientes del Código de Aguas, en lo que fuera procedente, y demás normas generales de carácter complementario, para lo cual el funcionario o funcionaria de la DGA deberá revisar que la solicitud contenga los siguientes antecedentes mínimos:

1. Nombre, rol único tributario y demás antecedentes para la individualización del solicitante y de su representante legal, si corresponde.
2. Una descripción de la naturaleza física y situación jurídica del agua a utilizar en

la recarga artificial, debiendo acompañar los documentos necesarios para acreditar el dominio vigente del derecho o concesión de aprovechamiento de agua, si así correspondiere.

3. Una memoria técnica que contenga, a lo menos, lo siguiente:
 - a) Descripción del proyecto de recarga artificial.
 - i. Tipo y disposición de obras².
 - ii. Plan de operación y mantención.
 - iii. Modelación o análisis del efecto de la recarga sobre la cantidad del sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común.
 - b) Descripción y características geológicas e hidrogeológicas del sector de la recarga, con un radio de 1 kilómetro³, que contemple a lo menos:
 - i. Características de la zona no saturada.
 - ii. Permeabilidad (K), coeficiente almacenamiento (S) y estratigrafía del sector (en base a la caracterización del pozo) influenciado directamente por la recarga.
 - iii. Información de registros conocidos sobre el nivel del acuífero del sector.
 - iv. Caracterización de la calidad de las aguas del sector de la recarga y zona de aguas arriba.

La descripción y características requeridas en estos cuatro numerales podrá ser presentada en base a antecedentes disponibles en fuentes públicas oficiales, tales como los registros y/o informes técnicos de la Dirección General de Aguas. En aquellos casos en que el Servicio considere que dicha información sea suficiente y pertinente para el sector de recarga propuesto, sin que sea necesario incurrir en la elaboración de nuevos estudios específicos.

Asimismo, se podrá hacer uso de información proveniente de terceros, siempre que ésta sea técnicamente pertinente, esté debidamente respaldada y corresponda a condiciones hidrogeológicas comparables o cercanas al sector de recarga propuesto.

- c) Una caracterización de la calidad de las aguas que se infiltrarán artificialmente (revisar capítulo 4).
- d) Análisis del efecto en la cantidad y calidad del agua del acuífero, producto del agua infiltrada.
- e) Plan de monitoreo, que contemple:

² El Anexo N°1 recopila, describe y agrupa los métodos de recarga artificial de acuíferos a los fines que establece la presente circular y el artículo 66 bis. Esta recopilación de antecedentes es parte de un apoyo conceptual sugerido en la tramitación de los permisos de las obras de recarga artificial.

³En casos justificados, se podrá considerar un radio superior.

- i. Monitoreo del caudal y volumen de recarga, con una frecuencia diaria.
- ii. Monitoreo de la calidad del agua que se infiltra, con frecuencia mensual.
- iii. Monitoreo de la calidad de las aguas en el sector influenciado directamente por la recarga, con frecuencia semestral.
- iv. En caso de que se requiera, se debe solicitar el monitoreo de la zona aledaña al emplazamiento de la obra de infiltración, con el objeto de observar el comportamiento de las aguas infiltradas, ya sea mediante la medición de niveles o no, a fin de evitar riesgos de inundaciones o afecciones a terceros.
- v. Reporte semestral del monitoreo

En caso fundados la DGA podrá solicitar, un plan de monitoreo con variables y frecuencias distintas a las indicadas en los puntos anteriores.

- f) Plan de acción frente ante la detección de cambios significativos en la calidad de las aguas, o contingencias que pueden afectar al sector influenciado directamente por la recarga.

Previo a emitir el informe técnico respectivo la DGA, deberá oír a las organizaciones de usuarios interesadas (Organizaciones de Usuarios del SHAC de recarga).

2.1 Requisitos para extracción y reutilización de aguas recargadas en el acuífero.

Si las obras tienen como uno de sus fines la extracción y reutilización de las aguas infiltradas, aumentar la disponibilidad o si las aguas recargadas provienen de una fuente ajena a la cuenca en la cual se recargan, adicionalmente a la solicitud de autorización, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

1. Que sea legalmente procedente conforme a las normas establecidas en el Código de Aguas y en la presente circular.
2. Que efectivamente exista la obra de recarga artificial.
3. Que no existan obras similares de captación de terceros a menos de 200 metros⁴.
4. Que se haya presentado un balance hídrico que, considerando el volumen de agua infiltrado, las pérdidas existentes y los tiempos de circulación, permita definir el volumen adicional que la infiltración artificial genera en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común donde se ubica el punto de captación del derecho de aguas solicitado.

⁴ En caso de existir obras de captación de terceros dentro de un radio de 200 metros respecto del punto de emplazamiento de la obra de recarga, el titular deberá acompañar la autorización expresa de los respectivos titulares de derechos ubicados dentro del radio, conforme a lo establecido en la normativa vigente, como requisito previo a la aprobación de la obra por parte de esta Dirección General.

5. Que se haya presentado un plan de recarga y extracción a nivel mensual, que garantice que la extracción acumulada no supere al volumen recargado.

El volumen extraído con cargo a la recarga artificial en ningún momento podrá ser superior al volumen efectivamente recargado descontadas las pérdidas y considerada la sustentabilidad del acuífero. El Titular debe implementar un sistema de medición de extracción y del caudal recargado, conforme al artículo 66 bis del Código de Aguas.

La Dirección General de Aguas deberá instruir al Titular suspender la recarga y extracción, cuando se verifique que la operación provoque perjuicio a terceros.

3 Acerca de la caracterización de la calidad de las aguas del sector influenciado directamente por la recarga artificial

La caracterización de la calidad del agua del acuífero constituye un antecedente técnico esencial para la evaluación de la solicitud de autorización destinada a la ejecución de una obra de recarga artificial. Dicha caracterización deberá permitir establecer la condición inicial de la calidad del agua del acuífero, la cual servirá de insumo fundamental para el diseño de la obra, así como para la adecuada definición de los parámetros a ser considerados en el programa de monitoreo durante la fase de operación.

3.1 Determinación de la condición inicial de la calidad del agua del acuífero

Definir la condición inicial de la calidad del agua del acuífero requiere de antecedentes suficientes que permitan conocer su condición temporal y espacial previo a la ejecución de la obra o a la regularización de la misma, para lo cual resulta relevante poner énfasis en la selección de parámetros a controlar y la ubicación de los puntos de control que aseguren su representatividad.

La ubicación de los puntos de medición, nuevos o existentes, deberá cumplir con lo siguiente:

1. Un pozo situado aguas arriba de la zona de recarga con el objeto de caracterizar la situación de la calidad del agua del acuífero en una zona que no tendrá efectos asociados a ella.
2. Un pozo situado aguas abajo de la zona proyectada para la recarga. Este punto podrá emplazarse dentro un área distante como máximo 2 km aguas abajo del sitio de recarga.

Sobre los parámetros a medir, la caracterización de calidad de agua del acuífero receptor de la recarga deberá contar con la medición de aquellos que se listan en la Tabla 2.

Tabla 2: Parámetros a medir para la determinación de la condición base del acuífero receptor.

Tipo	Parámetro
Iones mayoritarios.	Bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}), ion cloro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-), ion calcio (Ca^{2+}), ion magnesio (Mg^{2+}), ion sodio (Na^+) e ion potasio (K^+).
Metales	Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Arsénico (As) y Cobre (Cu).
Orgánicos	Carbono Orgánico Total (COT)
Microbiológicos	Coliformes Fecales, <i>Escherichia coli</i>
Mediciones <i>in situ</i>	pH, potencial óxido- reducción, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, en %sat y mg/L., profundidad del nivel freático.

Fuente: Elaboración propia en base a Minuta DCPRH 12/2024.

Respecto a los resultados, ellos serán verificados mediante tablas y gráficos, clasificando la naturaleza de las aguas presentes en el acuífero mediante diagramas Piper. Del mismo modo, se deberá verificar la ubicación de los puntos de muestreo en coordenadas UTM datum WGS 1984 adjuntando las cartografías que correspondan. En complemento a lo anterior, a fin de robustecer la determinación de la calidad de las aguas en el acuífero, se recomienda revisar la presentación de los antecedentes disponibles en el sitio web de la Dirección General de Aguas y del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

3.2 Monitoreo de la evolución de la calidad de las aguas del acuífero

Una vez que la obra de recarga se encuentre en funcionamiento, será responsabilidad del Titular analizar y reportar con una frecuencia semestral⁵ la calidad de las aguas presentes en el acuífero en los mismos puntos caracterizados inicialmente. Para estos efectos, se deberá acreditar dicha calidad mediante análisis en laboratorio acreditado de una muestra de cada punto de observación, incluyendo la totalidad de parámetros que se indican en la Tabla 2. Por su parte, será facultad de la Dirección General de Aguas requerir información complementaria al Titular cuando estime pertinente conforme a las condiciones hidrogeológicas del acuífero receptor y su evolución.

Los resultados deberán ser presentados mediante tablas y gráficos, analizando la ocurrencia de cambios relevantes o significativos en las tendencias de los parámetros respecto a las condiciones iniciales o, de estar disponibles, a los registros históricos existentes.

4 Calidad de Aguas que se infiltrarán artificialmente

⁵ Conforme a Circular N°3 DGA, del 6 de junio 2024

4.1 Introducción y objetivo

El Artículo 66º Bis del Código de Aguas establece que *“sin perjuicio de otros permisos regulados en este Código, previo informe favorable de la Dirección General de Aguas sobre la no afectación a extracciones de agua para consumo humano y aspectos relativos a la calidad de las aguas, cualquier persona podrá ejecutar obras para recargar artificialmente un acuífero”* (énfasis agregado). De lo anterior, se desprende la necesidad establecer con claridad los criterios técnicos que permitan a este Servicio determinar en qué casos y bajo qué condiciones podría configurarse una afectación a dichas extracciones o a la calidad del recurso hídrico.

A este respecto, el Decreto Supremo N°46/2002, que establece la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas, en su Considerando 3º, versa que *“la presente norma de emisión tiene como objeto de protección prevenir la contaminación de las aguas subterráneas, mediante el control de la disposición de los residuos líquidos que se infiltran a través del subsuelo al acuífero. Con lo anterior, se contribuye a mantener la calidad ambiental de las aguas subterráneas”*. (énfasis agregado).

Asimismo, en el numeral iii del acápite 3.2.2.1 del “Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación de los Recursos Hídricos” se considera que se producirá una afectación sobre extracciones de agua subterráneas para consumo humano *“si el desarrollo del proyecto o actividad afecta directamente un derecho de aprovechamiento de aguas, tanto en cantidad como en calidad del recurso”*, entendiéndose como afecto en calidad *“cuando se compromete la aptitud de uso del recurso hídrico, desde el punto de vista del consumo humano”*, agregando que *“para tales efectos, podrán ser considerados las concentraciones normadas por la NCh. N°409/2005”* (énfasis agregado). Dicha norma se considera de igual relevancia pues contempla límites para 5 tipos de parámetros, a saber, i. Parámetros microbiológicos y de turbiedad; ii. Elementos o sustancias químicas de importancia para la salud; iii. Elementos radioactivos; iv. Parámetros relativos a las características organolépticas y v. Parámetros de desinfección, bajo los cuales se contribuye a evitar, por un lado, un detrimento sobre las características de las aguas subterráneas que le confieren aptitud para consumo humano, y por el otro, la colmatación de poros del acuífero y consecuente disminución en la capacidad de la obra de realizar infiltración efectiva de las aguas.

De este modo, respecto de la calidad de las aguas a inyectar sobre un acuífero determinado mediante alguna obra de recarga artificial, a la luz del tenor del mandato contenido en las normas asociadas, este Servicio visará los antecedentes del proyecto siempre que se dé cumplimiento corroborable de las condiciones que surgen de la contextualización del DS46/2012 y la NCh409/2015 para estos propósitos y que les resulten aplicables según el procedimiento que se describe e instruye en los apartados que siguen.

4.2 Definiciones

Para fines del presente instructivo, la conceptualización general se entenderá según lo siguiente:

Infiltración directa: Descarga en la zona saturada del acuífero.

Infiltración indirecta: Descarga en la zona no saturada del acuífero mediante obras de infiltración, por ejemplo, zanjas y drenes.

Contenido natural del acuífero: Concentración o valor de un elemento en la zona natural saturada en el lugar donde se produce la recarga, que corresponde a la situación original sin intervención antrópica del cuerpo de agua más las situaciones permanentes, irreversibles o inmodificables de origen antrópico.

4.3 Umbrales de calidad

Los umbrales de calidad que resulten exigibles al agua a infiltrar mediante una obra de recarga artificial de acuíferos, sean proyectos nuevos o ya existentes, estarán sujetos a:

1. El propósito de la obra de recarga artificial, diferenciando las que busquen evitar la intrusión salina, de aquellas con alguno de los propósitos siguientes: resguardar la preservación ecosistémica, incluyendo la mejora o mantención de la sustentabilidad del acuífero considerando calidad y cantidad; infiltrar agua desalinizada y aprovechar la capacidad de almacenamiento y conducción de los acuíferos para posteriormente posibilitar la reutilización de estas aguas;
2. El tipo de obra de recarga artificial, siempre que ella no tenga como propósito evitar la intrusión salina, diferenciándose aquellas que realicen una infiltración directa en el acuífero de las que lo harán en la zona no saturada; y
3. La etapa en que se encuentre la obra de recarga artificial, siempre que ella no tenga como propósito evitar la intrusión salina y se trate de una de tipo infiltración indirecta, en cuyo caso resultarán aplicables ciertas exigencias transitorias hasta el sexto mes de operación (incluyéndolo), mientras que a partir del séptimo mes serán de carácter definitivo, conforme a lo indicado en los numerales a continuación.

4.3.1 Para obras cuyo propósito sea evitar la intrusión salina

El Servicio deberá asegurar que la calidad de las aguas a infiltrar sea igual o superior a las del acuífero en cuestión. Por otro lado, debe tenerse presente que el objetivo principal de la inyección de agua en un acuífero para evitar la intrusión salina no es el aprovechamiento directo para bebida o uso doméstico, sino, más bien, generar una barrera hidráulica que impida el avance del frente salino, mezclándose parcialmente con él, y así coadyuvar a la recuperación del recurso hídrico subterráneo.

Bajo esa lógica, se considera que las exigencias aplicables para esta clase de obras pueden contar con requisitos de calidad distintos a los que se detallarán en los acápite siguientes para obras cuyo propósito sea diferente al que se describe bajo el presente título.

Para estos fines, el Servicio podrá aceptar que el Titular presente un set más reducido de parámetros de calidad de las aguas a infiltrar, siempre y cuando lo justifique basado en particularidades técnicas, hidrogeológicas y/u operativas de la obra en cuestión, recomendándose verificar, como mínimo, los presentados en la Tabla 3. En este sentido, los parámetros marcados con asterisco resultan particularmente relevantes cuando la fuente de las aguas destinadas para recarga provenga del uso agrícola, pudiendo ser omitidos en caso de que se estime adecuado. Por su parte, será facultad de la Dirección General de Aguas requerir información complementaria al Titular cuando lo estime pertinente, conforme a las condiciones hidrogeológicas del acuífero receptor y su evolución.

Tabla 3: Umbrales de calidad de aguas para propósito de control de intrusión salina.

Parámetro	Límite	Unidad
2,4 - D*	0,03	mg/l
DDT + DDD + DDE*	0,002	mg/l
Lindano*	0,002	mg/l
Metoxicloro*	0,02	mg/l
Pentaclorofenol*	0,009	mg/l
pH	6 - 8,5	Adimensional
Mercurio	0,001	mg/l
Plomo	0,05	mg/l
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	-
Nitrato	50	mg/l
Nitrito	3	mg/l

Fuente: Elaboración propia en base a NCh 409/2005 y DS 46/2002.

En el caso de parámetros cuya concentración en el acuífero, en la condición previa a la operación de la obra de recarga, supere los valores establecidos en la Tabla 3, se podrá considerar dicho valor como el máximo permitido, siempre que el Titular aporte antecedentes técnicos que acrediten fehacientemente la preexistencia de esta situación.

4.3.2 Para obras cuyo propósito sea resguardar la preservación ecosistémica, incluyendo la mejora o mantención de la sustentabilidad del acuífero; infiltrar agua desalinizada; y/o aprovechar la capacidad de almacenamiento y conducción de los acuíferos para posteriormente posibilitar la reutilización de estas aguas

Para fines del presente instructivo las obras descritas en el título presente se clasificarán de acuerdo a si ellas consideran infiltrar aguas sobre el nivel freático (infiltración indirecta) o bajo él (infiltración directa). Esta distinción se fundamenta en que, en el caso de las infiltraciones indirectas, el agua añadida debe transitar la porción no saturada

del subsuelo comprendida entre el punto de descarga y el nivel freático antes de incorporarse efectivamente al reservorio subterráneo, permitiendo así al subsuelo actuar como agente depurador de la recarga en una medida variable conforme a la vulnerabilidad local del acuífero. Lo anterior tiene implicancias ambientales relevantes a la hora de establecer las exigencias de calidad aplicables en cada caso, siendo ellas más restrictivas cuando el rol y efecto depurador del subsuelo sea menor conforme con lo que sigue.

4.3.2.1 Para obras de infiltración directa

Si la obra de infiltración, nueva o ya existente, tiene como objetivo y propósito realizar descargas en la zona saturada del subsuelo, esto es, bajo la cota del nivel freático en su condición estática, entonces la obra corresponderá a una de tipo infiltración directa, en consecuencia, el agua a inyectar deberá ser de igual o mejor calidad que la del contenido natural (C.N.) del acuífero durante la totalidad del tiempo que se considere su operación incluyendo, si corresponde, aquel período de tiempo en que funcione de forma provisoria al final de su fase de construcción.

Para determinar la calidad basal de las aguas subterráneas, se recomienda verificar la utilización del procedimiento que indica la Minuta DCPRH N° 27 de 2012, que actualiza procedimientos ante solicitudes de determinación de contenido natural en el marco de la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D.S. N° 46 2002, procurando la medición de todos los parámetros que indica la Tabla 4. Para ello se podrá validar datos obtenidos a partir de fuentes públicas, como por ejemplo, expedientes de Derechos de Aprovechamiento de Aguas de fuentes subterráneas, red de calidad de aguas de DGA, estudios hidrogeológicos disponibles en el centro documental de la DGA, expedientes de evaluación de proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y/o información proporcionada por el municipio que corresponda, siempre y cuando se cumpla con las siguientes condiciones copulativas:

1. Las mediciones hayan sido realizadas en un sitio distante, como máximo, a 1 km de distancia⁶ en línea recta y aguas arriba del lugar donde se considere el emplazamiento directo de la obra de recarga artificial.
2. Las mediciones realizadas tengan, como máximo, 2 años⁷ de antigüedad al momento de presentarse los antecedentes.
3. La batería de elementos medidos incluya, como mínimo, aquellos que se listan en la Tabla 4.
4. En caso de que en el área de emplazamiento de la obra exista más de un acuífero (ej, napas colgadas), los datos correspondan y sean representativos del acuífero en particular que será sujeto a recarga.

⁶ Establecido mediante criterio experto, sin perjuicio de que pueda ser ajustado con nuevos antecedentes

⁷ Establecido mediante criterio experto, sin perjuicio de que pueda ser ajustado con nuevos antecedentes

En caso de no disponer de información pública, que ella se encuentre incompleta o que no cumpla taxativamente con lo dispuesto en los numerales anteriores, el Servicio podrá validar, bajo las mismas exigencias según corresponda, la información faltante en base a mediciones in situ y a análisis en laboratorio acreditado de muestras tomadas previamente a la realización de cualquier tipo de descarga o infiltración. Asimismo, se podrá aceptar, bajo el debido fundamento, información que no cumpla enteramente con lo señalado siempre y cuando la situación particular lo amerite. Por su parte, será facultad de la Dirección General de Aguas requerir información complementaria al Titular cuando estime pertinente conforme a las condiciones hidrogeológicas del acuífero receptor y su evolución.

Finalmente, la información debe ser presentada ante este Servicio de acuerdo a lo que indica el acápite 3.6 de la Minuta DCPRH N°27/2012 en un plazo máximo de 6 meses a partir del inicio de operación de la obra, sin perjuicio de que se pueda determinar un plazo diferente, si es que existen antecedentes fundados.

4.3.2.2 *Para obras de infiltración indirecta*

Si la obra de infiltración, nueva o ya existente, tiene como objetivo y propósito realizar descargas en la zona no saturada del subsuelo, esto es, sobre la cota del nivel freático en su condición estática, entonces la obra corresponderá a una de tipo infiltración indirecta. El Servicio deberá asegurar que la calidad de las aguas a infiltrar sea igual o superior a las del acuífero en cuestión. Alternativamente, se podrá utilizar la vulnerabilidad del acuífero para tener en consideración la capacidad depuradora del subsuelo, pudiendo aceptarse criterios distintos para la calidad del agua a inyectar en función de los antecedentes presentados, como se indica a continuación:

1. *Primeros 6 meses de operación de nuevas obras de recarga.*

En caso de que la obra de infiltración indirecta corresponda a una obra nueva y se encuentre en el periodo comprendido entre el inicio de su operación y el sexto mes correlativo desde el inicio de su operación (incluyéndolo), entonces se podrá permitir, provisoria y exclusivamente durante esta etapa, que la recarga se caracterice por una calidad que cumpla con los límites que indica la Tabla 4.

Tabla 4: Umbrales transitorios de calidad de aguas transitoria.

Parámetro	Magnitud	Unidad
Aluminio	5	mg/l
Arsénico	0,01	mg/l
Boro	0,75	mg/l
Cadmio	0,002	mg/l
Cianuro	0,2	mg/l
Cobre	1	mg/l
Cromo hexavalente	0,005	mg/l
Fluoruro	1,5	mg/l
Hierro	5	mg/l

Parámetro	Magnitud	Unidad
Manganeso	0,3	mg/l
Molibdeno	1	mg/l
Níquel	0,2	mg/l
Selenio	0,01	mg/l
Sulfuros	1	mg/l
Zinc	3	mg/l
2,4 - D*	0,03	mg/l
DDT + DDD + DDE*	0,002	mg/l
Lindano*	0,002	mg/l
Metoxicloro*	0,02	mg/l
Pentaclorofenol*	0,009	mg/l
pH	6 - 8,5	Adimensional
Mercurio	0,001	mg/l
Plomo	0,05	mg/l
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	-
Nitrato	50	mg/l
Nitrito	3	mg/l
Cloruros	400	mg/l
Sulfatos	500	mg/l

Fuente: Elaboración propia en base a NCh 409/2005 y DS 46/2002.

Con objeto en lo anterior, se deberá acreditar la calidad de las aguas a inyectar mediante análisis de laboratorio certificado, de al menos, una muestra que resulte representativa de la descarga, procurando que la medición incluya la totalidad de parámetros que se indican en la Tabla 4. Para estos fines, el Titular podrá justificar la omisión de alguno de ellos siempre que dicha omisión se sustente en las particularidades técnicas, hidrogeológicas y/u operativas de la obra en cuestión. En dicha línea, los parámetros marcados con asterisco en la Tabla 4 solo serán requeridos cuando la fuente de las aguas destinadas para recarga sea de uso agrícola. Por su parte, será facultad de la Dirección General de Aguas requerir información complementaria al Titular cuando estime pertinente conforme a las condiciones hidrogeológicas del acuífero receptor y su evolución.

En el caso de parámetros cuya concentración en la condición inicial de calidad de aguas del acuífero supere los valores establecidos en la Tabla 4, se podrá considerar dicho valor como el máximo permitido para la recarga siempre que se aporte antecedentes técnicos que acrediten fehacientemente dicha condición.

Respecto a los resultados, ellos deberán ser presentados mediante tablas y gráficos, identificándose claramente, en caso de existir, en cuál o cuáles parámetros se exceden los límites permitidos en la Tabla 4.

El proyecto podrá emplear la información sobre vulnerabilidad del acuífero disponible en el Informe de "Asesoría en la Gestión de Normas de Emisión y Nueva Propuesta Metodológica de Caudal Disponible a Diluir" (u otro disponible) (DGA, 2022). En la

eventualidad que el resultado contenido en el mencionado informe no sea representativo del sitio de emplazamiento de la obra, el Titular podrá alternativamente determinar la vulnerabilidad local del acuífero según la metodología contenida en el "Manual para la aplicación del concepto de vulnerabilidad de acuíferos establecido en la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Decreto Supremo N° 46 de 2002".

2. A partir de su séptimo mes de operación de nuevas obras de recarga, o para obras ya existente.

En caso de que la obra de infiltración indirecta corresponda a una obra nueva y se encuentre operando con una antigüedad mayor a 6 meses, vale decir, a partir de su séptimo mes de funcionamiento efectivo (incluyéndolo), entonces, en función de la vulnerabilidad del acuífero, se permitirá indefinidamente que la recarga asociada se caracterice por una calidad que cumpla con los límites que indica la Tabla 5.

Por otro lado, si la obra de recarga que se presenta para su aprobación corresponde a una estructura existente, en pleno ciclo de funcionamiento o con potencial de hacerlo, entonces el Servicio deberá evaluar los antecedentes relativos a la determinación de la vulnerabilidad del acuífero en el sitio de emplazamiento directo de la obra determinada en base a la información disponible en el Informe de "Asesoría en la Gestión de Normas de Emisión y Nueva Propuesta Metodológica de Caudal Disponible a Diluir" (u otro disponible). En la eventualidad que el resultado contenido en el mentado informe no sea representativo del sitio de emplazamiento de la obra, el Servicio podrá considerar la determinación realizada por el Titular sobre la vulnerabilidad local del acuífero según la metodología contenida en el "Manual para la aplicación del concepto de vulnerabilidad de acuíferos establecido en la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Decreto Supremo N° 46 de 2002" y, en función de esto, corresponderá verificar que la recarga cumple con la calidad hídrica que resulte aplicable según que indica la Tabla 5.

Tabla 5: Umbrales transitorios de calidad de aguas.

Parámetro	Magnitud para vulnerabilidad alta	Magnitud para vulnerabilidad media	Magnitud para vulnerabilidad baja	Unidad
Aluminio	C.N.	5	20	mg/l
Arsénico	C.N.	0,01	0,01	mg/l
Boro	C.N.	0,75	3	mg/l
Cadmio	C.N.	0,002	0,002	mg/l
Cianuro	C.N.	0,2	0,2	mg/l
Cobre	C.N.	1	3	mg/l
Cromo hexavalente	C.N.	0,005	0,2	mg/l
Fluoruro	C.N.	1,5	5	mg/l
Hierro	C.N.	5	10	mg/l
Manganeso	C.N.	0,3	2	mg/l

Parámetro	Magnitud para vulnerabilidad alta	Magnitud para vulnerabilidad media	Magnitud para vulnerabilidad baja	Unidad
Molibdeno	C.N.	1	2,5	mg/l
Níquel	C.N.	0,2	0,5	mg/l
Selenio	C.N.	0,01	0,02	mg/l
Sulfuros	C.N.	1	5	mg/l
Zinc	C.N.	3	20	mg/l
2,4 - D*	C.N.	0,03	0,03	mg/l
DDT + DDD + DDE*	C.N.	0,002	0,002	mg/l
Lindano*	C.N.	0,002	0,002	mg/l
Metoxicloro*	C.N.	0,02	0,02	mg/l
Penta-clorofenol*	C.N.	0,009	0,009	mg/l
pH	C.N.	6 - 8,5	6 - 8,5	Adimensional
Mercurio	C.N.	0,001	0,001	mg/l
Plomo	C.N.	0,05	0,05	mg/l
<i>Escherichia coli</i>	C.N.	Ausencia	Ausencia	
Nitrato	C.N.	50	50	mg/l
Nitrito	C.N.	3	3	mg/l
Cloruros	C.N.	400	400	mg/l
Sulfatos	C.N.	500	500	mg/l

Fuente: Elaboración propia en base a NCh 409/2005 y DS 46/2002.

El Servicio deberá resguardar que, si los antecedentes presentados respecto a la vulnerabilidad del acuífero indican que ésta es:

- Alta, entonces la calidad del agua a infiltrar no podrá ser inferior a la del acuífero.
- Media, entonces el proyecto debe cumplir con los umbrales de la Tabla 5 de este documento,
- Baja, entonces la exigencia será que el proyecto deba cumplir con los umbrales establecidos en la Tabla 5.

En el caso de parámetros cuya concentración en la condición de línea base del acuífero supere los valores establecidos en la Tabla 5 para las vulnerabilidades media y baja, se podrá considerar dicho valor como el máximo permitido para la recarga siempre que el Titular aporte antecedentes técnicos que lo acrediten.

Finalmente, el proyecto deberá determinar la calidad de las aguas a inyectar mediante análisis en laboratorio acreditado, de al menos una muestra que resulte representativa del agua a inyectar, que incluya todos los parámetros que se indican en la Tabla 5. Para estos efectos, se podrá justificar la omisión de uno o más parámetros siempre que dicha omisión se sustente en las particularidades técnicas, hidrogeológicas y/u operativas de la obra en cuestión.



Los parámetros marcados con asterisco en la Tabla 5 solo serán requeridos cuando la fuente de las aguas destinadas para recarga sea proveniente de uso agrícola. Por su parte, será facultad de la Dirección General de Aguas requerir información complementaria al Titular cuando estime pertinente conforme a las condiciones hidrogeológicas del acuífero receptor y su evolución.

4.4 Monitoreo de la calidad del agua que se infiltra

Indistintamente del propósito y tipo de la obra de recarga artificial y su tipo, el proyecto deberá informar con una frecuencia semestral la calidad de las aguas inyectadas al acuífero.

Para estos efectos, se deberá determinar dicha calidad mediante análisis de laboratorio acreditado de al menos una muestra que resulte representativa de la recarga, asegurando que la medición incluya la totalidad de parámetros que se indican en las Tablas previas, según corresponda, en conformidad con el propósito, tipo y fase de la obra, permitiéndose la omisión de uno o más de ellos siempre que dicha omisión se sustente en las particularidades técnicas, hidrogeológicas y/u operativas de la obra en cuestión. Por su parte, será facultad de la Dirección General de Aguas requerir información complementaria al proyecto cuando estime pertinente conforme a las condiciones hidrogeológicas del acuífero receptor y su evolución.

Respecto a los resultados, ellos deberán ser presentados mediante tablas y gráficos identificando, en caso de existir, claramente en cuál o cuáles parámetros se excede(n) los límites permitidos de conformidad con las Tablas 2, 3 o 4, según corresponda.

En suma, las obras de recarga artificial serán sujetas a las condiciones de calidad de la inyección y consecuente monitoreo según se diagrama en la Figura 1.

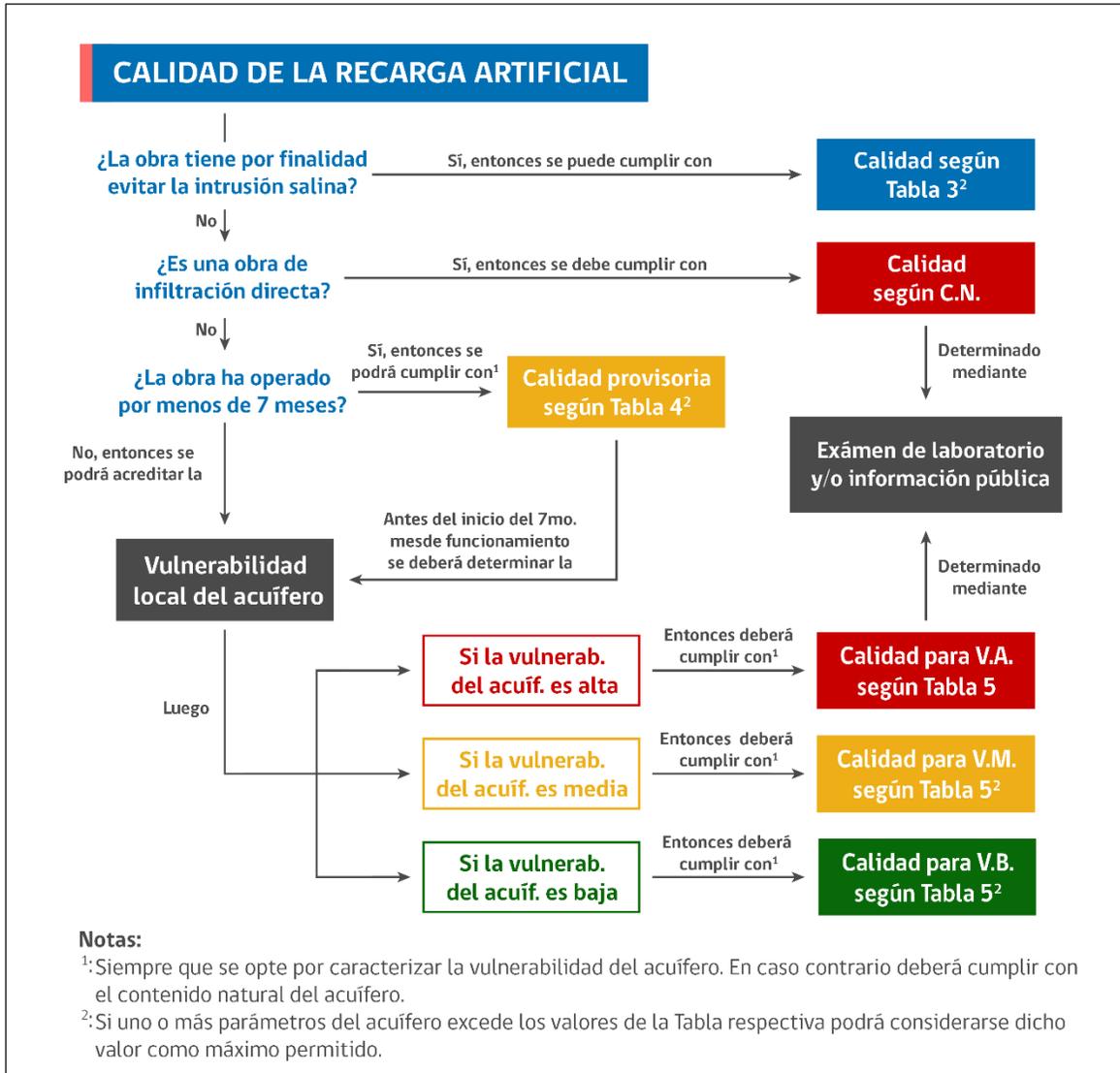


Figura 1: Diagrama de calidades a inyectar según propósito, tipo y fase de una obra de recarga artificial. Fuente: Elaboración propia.

Saluda atentamente a Usted,

Distribución:

- Subdirector D.G.A.
- Jefaturas de División/Departamento/Unidades D.G.A.
- Direcciones Regionales D.G.A.
- Archivo Of. De Partes D.G.A.

N° de Proceso SSD: 19346587

Referencias

- BCN. (29 de Octubre de 1981). DFL 1122: Fija texto del Código de Aguas. Santiago, Chile.
- BCN. (6 de Abril de 2022). Ley 21435: Reforma el Código de Aguas. Santiago, Chile.
- Bouwer, H. (2002). Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. *Hydrogeology Journal*, 121-142.
- DGA. (Septiembre de 2012). *Minuta Técnica CPRH N° 27 : actualiza procedimientos ante solicitudes de determinación de contenido natural en el marco de la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas D.S. N° 46 2002*. Obtenido de Biblioteca Digital - Dirección General de Aguas : <https://snia.mop.gob.cl/PIA/handle/20.500.13000/6757>
- DGA. (2016). *Guía Metodológica para Presentación de Proyectos de Recarga Artificial*. Santiago.
- DGA. (Octubre de 2022). *Asesoría en la Gestión de Normas de Emisión y Nueva Propuesta Metodo-lógica de Caudal Disponible a Diluir*. Obtenido de Biblioteca Digital, Dirección General de Aguas: <https://snia.mop.gob.cl/PIA/handle/20.500.13000/126125>
- DGA. (2024a). *Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión y Administración de Recursos Hídricos*. Santiago.
- DGA. (2024b). *Circular N°3: Instruye sobre la aplicabilidad del Permiso Ambiental Sectorial, PAS 158 del D.S. MMA N°40/2012, para ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/PIA/items/aa0a995f-ac1c-4ff3-8660-9223dd521215>
- DGA. (2024c). *Actualiza Minuta Técnica DCPRH No.12 Sobre Permiso Ambiental Sectorial relativo a las Obras de Recarga Artificial de Acuíferos a las que se refiere el artículo 66 bis del Código de Aguas*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/PIA/items/ff48860f-6b43-48e9-9220-87982db8cc37>
- Dillon, P., & Arshad, M. (2016). Managed Aquifer Recharge in Integrated Water Resource Management. *Integrated Groundwater Management*, 435-452.
- Dillon, P., Pavelic, P., Page, D., Beringen, H., & Ward, J. (2009). *Managed aquifer recharge: An introduction*. National Water Commission. Canberra: Waterlines Reports Series No. 13.
- INN. (2005). *Norma Chile Oficial 409/1. Of2005*. Obtenido de <https://www.inn.cl/MINSEGEBOB>.
- MINSEGEBOB. (2002). *Decreto 46 - Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile : <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=206883&f=2003-01-17&p=>
- MMA. (2012). *Decreto N°40 - Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Obtenido de https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2024/05/30/DS40_Refundido2024_SEA.pdf
- NWQMS. (2009). *National Water Quality Management Strategy - Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks (Phase 2)*. Canberra: Biotext.
- UNESCO. (2005). *Estrategias para la Gestión de Recarga de Acuíferos (GRA) en zonas semiáridas*.

