

CAPÍTULO 6

Reutilización de aguas grises en Chile: propuesta de implementación en comunidades rurales como alternativa de mitigación para la escasez hídrica

EDUARDO LEIVA

Facultad de Química y de Farmacia UC y Facultad de Ingeniería UC

RAFAEL SÁNCHEZ

Instituto de Geografía UC

JENNYFER SERRANO

Escuela de Biotecnología Universidad Mayor

NICOLÁS SCHNEIDER

Fundación Un Alto en el Desierto

CONSTANZA ALVIAL

Fundación Pro Bono

CAROLINA RODRÍGUEZ

Investigadora externa

Reutilización de aguas grises en Chile: propuesta de implementación en comunidades rurales como alternativa de mitigación para la escasez hídrica

INVESTIGADORES¹

EDUARDO LEIVA

Facultad de Química y de Farmacia UC y Facultad de Ingeniería UC

RAFAEL SÁNCHEZ

Instituto de Geografía UC

JENNYFER SERRANO

Escuela de Biotecnología Universidad Mayor

NICOLÁS SCHNEIDER

Fundación Un Alto en el Desierto

CONSTANZA ALVIAL

Fundación Pro Bono²

CAROLINA RODRÍGUEZ

Investigadora externa

Resumen³

La escasez hídrica es una problemática constante en diversas regiones del país. Ante esto, el paradigma de la economía circular del agua se vuelve un modelo de acción clave, pues permite ver a las aguas residuales no como desechos, sino como un recurso valioso que debe ser aprovechado. En este

1 Los autores desean agradecer a Caterin Pinto Larrondo y a Bárbara García Carvacho, estudiantes de Ingeniería UC, por su valioso apoyo en la recopilación y sistematización de información sobre el diagnóstico del reúso de aguas grises a nivel nacional e internacional. Además, agradecen a Natalia Rebolledo, directora ejecutiva de la Fundación Un Alto en el Desierto, y a Coralie Dubost, relacionadora pública de la Cooperativa de Agua Potable Hospital Champa Ltda., por su apoyo en la realización de encuestas sobre reutilización de agua en comunidades rurales y APR. Finalmente, también agradecemos a los estudios jurídicos Guerrero Olivos, Garrigues y a abogados de CCU, todos miembros de Fundación Pro Bono Chile, que junto a los miembros de Red Pro Bono de las Américas, fueron fundamentales para el levantamiento de información sobre los instrumentos legales que regulan la reutilización de aguas grises a nivel nacional e internacional.

2 En representación de abogados colaboradores.

3 Esta propuesta fue presentada en un seminario organizado por el Centro de Políticas Públicas UC, realizado el 26 de noviembre del año 2020, en el que participaron como panelistas Paola Cruz, referente nacional de Aguas Residuales del Ministerio de Salud, y Gloria Alvarado, presidenta de la Federación de Agua Potable Rural.

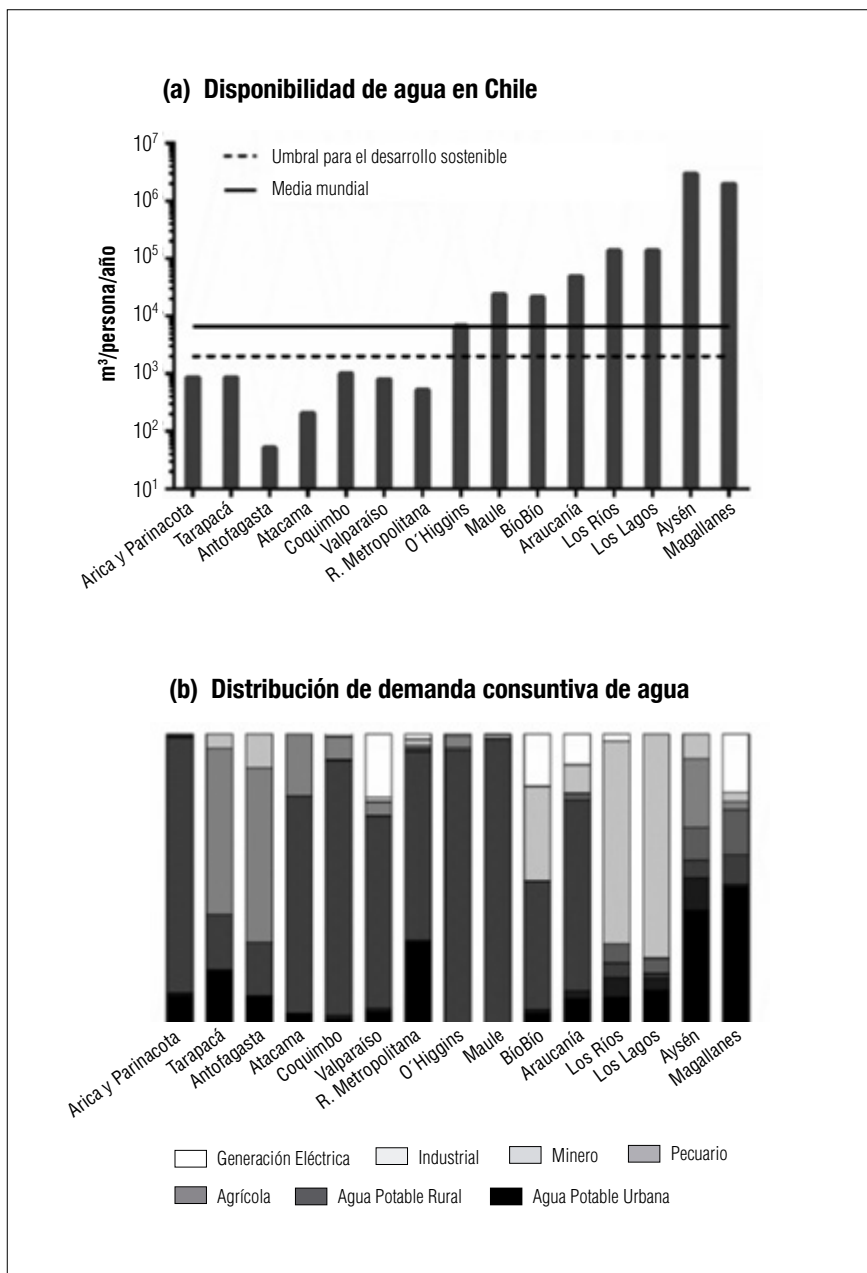
sentido, la Ley N° 21.075 del año 2018 y que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises representa un gran avance. Sin embargo, como ocurre con muchos cuerpos legales, la aplicación de esta iniciativa requiere superar una serie de obstáculos prácticos que dificultarían cumplir con el espíritu del legislador. Particularmente preocupante es lo que ocurre en los espacios rurales, precisamente las áreas más frágiles y vulnerables frente a la disminución de los recursos hídricos. La dispersión de los asentamientos humanos, la inexistencia de infraestructura sanitaria, la baja densidad poblacional, el aislamiento que genera el relieve, la falta de profesionales capacitados y la vulnerabilidad económica, sumadas a la debilidad de facultades, capacidades y coordinación de las instituciones gubernamentales involucradas, se convierten en inconvenientes difíciles de superar por parte de las comunidades rurales interesadas en reutilizar sus exiguos recursos hídricos. Con el objetivo de proponer soluciones a estas trabas, la presente investigación explora experiencias científicas y legales internacionales sobre reutilización de aguas grises y levanta información sobre la percepción que comunidades y comités de agua potable rural poseen sobre las barreras e incentivos que se deberían generar para que la reutilización sea una realidad en el mediano plazo.

1. Introducción

La escasez hídrica es un problema global que se ha agudizado en el último tiempo. Desde el año 2010, la mayoría de las megaciudades del mundo ha enfrentado problemas asociados a la falta de acceso al agua. A partir de la década de 1980, la demanda hídrica ha aumentado a una tasa aproximada del 1% y se proyecta que para el año 2050 se incrementará entre un 20% y un 30% respecto del nivel actual (ONU-Agua, 2010; ONU, 2019).

En América Latina y el Caribe vive alrededor del 8,4% del total de la población mundial. Esta región cuenta con cerca del 34% del total de los recursos hídricos renovables (FAO, 2016; World Bank, 2019), lo que la posiciona como una zona de abundantes recursos hídricos. Particularmente, Chile cuenta con un total de 51.125 m³ de estos recursos por persona al año, un valor muy superior al umbral de desarrollo sostenible de 2.000 m³ por persona al año (Lajaunie et al., 2011; FAO, 2016). A pesar de esta aparente riqueza, en Chile existe una fuerte desigualdad con respecto a la disponibilidad de agua, número de habitantes y demanda hídrica para diferentes usos a lo largo del país (Figura 1). Desde la región de O'Higgins hacia el sur, se supera holgadamente el umbral de escorrentía para el desarrollo sostenible. No obstante, cabe destacar que esta zona geográfica comprende apenas el 35% de la población total del país, mientras que la mayor parte de los habitantes se encuentran distribuidos en espacios que sufren escasez hídrica (Santibáñez Quezada, 2017). Esta realidad genera fuertes presiones sobre este tipo de recursos y se proyecta que estas serán cada vez mayores ante escenarios futuros de sequía.

FIGURA 1. Disponibilidad anual de agua por persona para cada región (a) y distribución de la demanda consuntiva de agua en Chile al año 2015 (b)



Fuente: adaptado de Lajaunie et al. (2011) y MOP (2017).

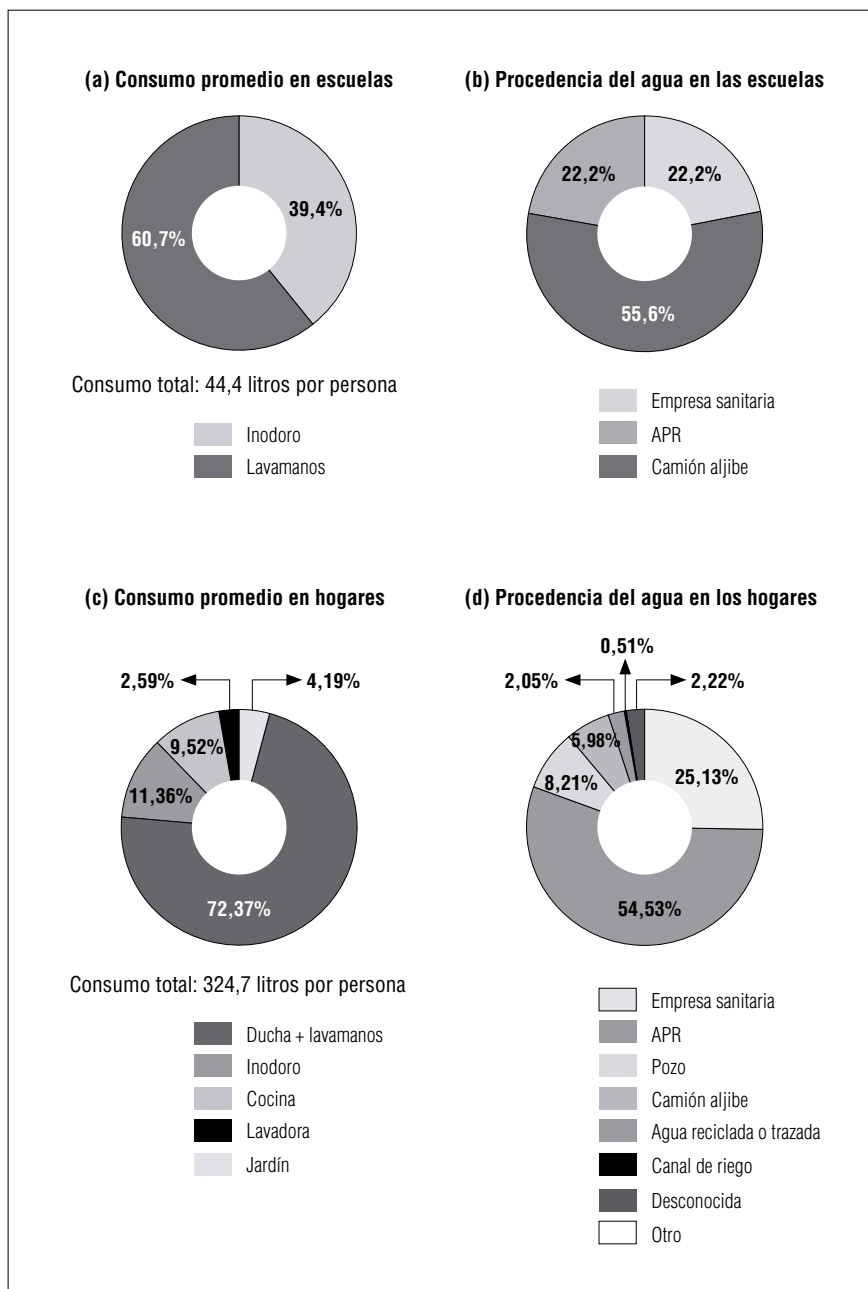
2. Antecedentes y diagnóstico

2.1. Reúso de agua: una alternativa para la gestión sostenible de los recursos hídricos

A medida que el agua se hace más escasa para cubrir la demanda mundial, se realizan esfuerzos para mejorar su eficiencia en el uso. Dentro de las líneas de estudio desarrolladas destacan las aguas grises como una posible nueva fuente de suministro. Estas se definen en términos generales como aguas residuales generadas por usos domésticos, lo que incluye agua de duchas, lavamanos, lavadoras, lavaplatos y fregaderos de cocina. Estas aguas se distinguen de las “aguas negras” provenientes de los inodoros. Algunos autores realizan una subdivisión dentro de las aguas grises: las “aguas grises claras”, provenientes de aguas residuales de duchas y lavamanos; y las “aguas grises oscuras”, que incluye aquellas con mayor contenido de materia orgánica provenientes de instalaciones de lavandería y de cocina (Allen, Christian-Smith y Palaniappan, 2010; Albalawneh y Chang, 2015). A pesar de que las proporciones en el uso de agua varían geográficamente, las grises constituyen una gran parte de las aguas residuales domiciliarias, abarcando en general más del 50% del total generado (Boyjoo, Pareek y Ang, 2013). Las aguas grises pueden ser reutilizadas para fines que no requieran agua potable, como riego de jardines y descarga de inodoros. Dependiendo de la normativa de cada país -así como las características fisicoquímicas de las aguas y la eficiencia de los sistemas de tratamiento-, estos usos pueden extenderse a otras áreas como la agricultura.

En Chile, a pesar de que existen zonas con serios problemas de abastecimiento hídrico, el concepto de reúso de agua es relativamente nuevo si se compara con otros países como Estados Unidos, México, Israel o Australia, donde su reutilización lleva más de una década (Bravo, 2011). Sin embargo, se han realizado algunas iniciativas en el diseño y operación de sistemas piloto de tratamiento de aguas grises para escuelas básicas rurales. Un estudio reciente analizó los hábitos de consumo de agua en 148 hogares y nueve escuelas rurales de la región de Coquimbo mediante encuestas (Rodríguez et al., 2020). Los resultados del estudio muestran que el consumo de agua per cápita en las escuelas es, en promedio, de 44 litros diarios, de los cuales 27 litros aproximadamente corresponden al lavamanos, cuyas aguas residuales son aguas grises claras con un alto potencial de reutilización (Figura 2). Además, se observó que más de un 50% de las escuelas estudiadas se abastece de agua potable mediante el sistema de Agua Potable Rural (APR), mientras que alrededor de un 22% lo hace a partir de camiones aljibe. Por otro lado, el estudio sobre los hábitos de consumo en los hogares de la región mostró que el gasto de agua promedio asciende a 324 litros por persona al día aproximadamente. De este consumo, más del 72% se atribuye a la ducha y lavamanos, seguido por el uso del inodoro, en aproximadamente un 11% del consumo total, y en menor medida en la cocina, lavadora y riego de jardines (Figura 2). Estos resultados muestran que el potencial de reúso de aguas grises en estas zonas es alto y la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises podría ayudar a mitigar el impacto de la sequía, además de reducir la demanda de agua potable.

FIGURA 2. Hábitos de consumo de agua y procedencia del agua potable en (a-b) escuelas públicas rurales y (c-d) hogares de la región de Coquimbo



Fuente: adaptado de Rodríguez et al., 2020.

2.2. El problema del reúso de aguas grises en zonas rurales

Si bien Chile es uno de los países con mayores recursos hídricos por persona, alcanzando una cantidad ocho veces mayor que el promedio mundial, a nivel interno la disponibilidad del recurso muestra profundas diferencias y falta de uniformidad (Figura 1) (MOP, 2017). A este problema se agrega la vulnerabilidad hídrica que genera la variabilidad climática propia de zonas templadas, cálidas y semidesérticas, además del impacto de la sequía de los últimos años (Santibáñez Quezada, 2017). Lo anterior se ha traducido en la necesidad de realizar una gestión más sostenible del recurso, potenciando, por ejemplo, alternativas de reutilización y reúso de agua. En este contexto, la Ley N° 21.075 de febrero del año 2018 y que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises viene a regularizar los sistemas de reutilización de estas aguas, aplicables tanto a zonas urbanas como rurales, de manera de potenciar su uso más eficiente y sostenible.

A pesar del avance que representa la ley como incentivo para la reutilización de aguas grises, las realidades de abastecimiento y saneamiento de diversos espacios rurales dificulta su aplicación y plantea la necesidad de superar una serie de obstáculos prácticos. La dispersión de los asentamientos humanos, la precaria infraestructura de saneamiento, la complejidad y poca continuidad del abastecimiento de agua potable, la falta de profesionales capacitados, la vulnerabilidad económica y la debilidad de facultades y escasa coordinación de las instituciones gubernamentales ligadas a esta ley se convierten en dificultades mayores para las comunidades rurales, y ponen en serio riesgo la aplicación efectiva de la ley.

Para abordar la realidad del reúso y reciclaje de aguas grises en zonas rurales de Chile es necesario explorar experiencias científicas y legales internacionales sobre este asunto, de manera de evaluar potenciales propuestas de mejora para la implementación y aplicación de la Ley N° 21.075. Del mismo modo, un análisis de la normativa y marco legal nacional permitirá evaluar alternativas y modificaciones legales que propicien mejoras en la norma para lograr una aplicación más transversal de la reutilización de aguas grises. En línea con lo anterior, un diagnóstico claro y preciso sobre las necesidades, realidades locales, problemáticas y brechas de las comunidades rurales en torno al reúso de agua resulta clave para establecer propuestas de políticas públicas que lleguen a perfeccionar la ley. En este sentido, para una implementación y aplicación efectiva serán fundamentales las especificaciones y lineamientos que se establezcan en el reglamento (actualmente en tramitación), para que este pueda abarcar transversalmente las diferentes realidades de las comunidades urbanas y particularmente las complejidades de aplicación que presentan las comunidades rurales. De este modo, este estudio busca proponer una política pública contextualizada e inclusiva que facilite una efectiva aplicación de esta ley.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Sistematizar y mapear información en torno al estado nacional del reúso de aguas grises con miras a una potencial aplicación a nivel privado y domiciliario.
- Determinar los aspectos críticos para la implementación de la Ley N° 21.075 y al proyecto de reglamento de aguas grises.
- Identificar los procesos y protocolos oficiales que permitan el ingreso de modificaciones al marco regulatorio de la reutilización de aguas grises.
- Proponer acciones concretas que promuevan una implementación inclusiva de la Ley N° 21.075.

3. Metodología

La metodología de este trabajo consistió en:

1. Revisión internacional sobre reúso de aguas grises. Para conocer el estado de la investigación científica de este tema en el mundo se realizó un *benchmarking* considerando fuentes primarias y secundarias de acceso abierto y disponibles en Internet, tales como informes gubernamentales de Chile y de países de América Latina, Europa, Asia y Estados Unidos; investigaciones de organismos y centros de estudios internacionales; artículos científicos publicados en revistas de corriente principal indexadas en plataformas como WOS y Scopus. Para la búsqueda de las referencias se utilizaron palabras clave en castellano e inglés relacionadas con aguas grises, tales como reúso, reutilización, reciclaje, agua potable rural, aguas residuales, recursos hídricos, aguas domésticas y uso eficiente de recurso hídrico.
2. Análisis del marco legal internacional y nacional. Una vez obtenido un panorama mundial sobre la reutilización de aguas grises, se procedió a realizar un análisis del marco legal en Chile y en la región latinoamericana. Para esto se preparó un cuestionario que permitiera facilitar la búsqueda de información enfocado en tres temas: i) la regulación general de las aguas grises en el ordenamiento jurídico de los países, tanto la vigente como los proyectos; ii) la regulación específica y/o técnica para el reúso o reciclaje de aguas grises; y iii) el proceso de formación de dichas leyes, en especial la participación ciudadana en ellos. Además de Chile, los países analizados fueron Brasil, Colombia, Guatemala, México, Perú y Uruguay.
3. Levantamiento de información sobre iniciativas nacionales de reúso de aguas grises. Obtenida la información del *benchmarking* internacional científico y legal, se procedió a levantar información a nivel local en comunidades rurales y comités de Agua Potable Rural (APR)⁴. Durante los meses de

⁴ Las asociaciones de Agua Potable Rural (APR) pueden estar constituidas principalmente como comités y cooperativas, y su función es operar sistemas de ingeniería y abastecer a la población rural del servicio de agua potable en cantidad, calidad y continuidad (Villarreal Novoa, 2011).

agosto y septiembre del año 2020 se realizaron un total de 15 entrevistas mixtas (presenciales y telefónicas) a representantes legales o directores de establecimientos educacionales de localidades rurales y APR de las regiones de Coquimbo, Metropolitana de Santiago y la Araucanía. Para la identificación y selección de los entrevistados se utilizó como método contactar a actores locales relevantes que tuvieran conocimiento y contactos en localidades y APR de cada región. Para el caso de la región de Coquimbo se buscó apoyo en la Fundación Un Alto en el Desierto, ONG que ha trabajado durante una década en la provincia del Limarí en proyectos de desarrollo local. En la región Metropolitana se contó con el apoyo de la Cooperativa de Agua Potable Rural del Hospital Champa Ltda., de la comuna de Paine, la cual ha establecido un trabajo activo de colaboración con comunidades rurales de la región. Por otro lado, en la región de La Araucanía se contó con datos de la unidad técnica de APR de la empresa Aguas Araucaria S.A., que apoya la ejecución del Programa Nacional de Agua Potable Rural en la región.

Para la realización de las entrevistas de comunidades rurales se elaboraron cuestionarios sobre estrategias y prácticas frente a la escasez hídrica con preguntas orientadas a lograr una caracterización de la comunidad, origen del agua consumida, impactos experimentados por la falta del recurso hídrico, además de estrategias de adaptación y mitigación implementadas. Las comunidades entrevistadas fueron:

Región de Coquimbo:

- Escuela Básica G-178, localidad de El Guindo, comuna de Ovalle.
- Liceo Bicentenario Politécnico de Ovalle, comuna de Ovalle.
- Escuela Lucía Núñez de la Cuadra, localidad de La Torre, comuna de Ovalle.
- Escuela La Araucana, localidad de Huallilinga, comuna de Ovalle.
- Colegio Alejandro Chelén Rojas, localidad de Chañaral Alto, comuna de Monte Patria.

Región Metropolitana de Santiago:

- Liceo Polivalente Gregorio Morales Miranda, localidad de Hospital, comuna de Paine.
- Conjunto residencial Lomas del Águila, sector Mirador del Águila, comuna de Paine.

En tanto, para la realización de las entrevistas a los APR se elaboraron cuestionarios con preguntas que buscaban la caracterización e indagar sobre su funcionamiento, desarrollo y proyección ante el reúso de aguas grises. Los APR entrevistados fueron:

Región de Coquimbo:

- Comité APR Las Pajas, localidad Peñablanca, sector Las Pajas, comuna de Ovalle.
- Comité APR Las Ramadas, localidad Las Ramadas, comuna de Punitaqui.
- Comité APR El Guindo, localidad de El Guindo, comuna de Ovalle.

Región Metropolitana de Santiago:

- Cooperativa de Agua Potable Rural de Hospital Champa Ltda., comuna de Paine.
- CAPSA Ltda. Cooperativa de Servicios de Abastecimiento y Distribución de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental Santa Margarita Ltda., comuna de Isla de Maipo.
- Comité de Agua Potable Rural de Cardonal Bajo, comuna de Paine.

Región de la Araucanía:

- Comité de Agua Potable Rural Regalil, comuna de Temuco y comuna de Nueva Imperial.
- Comité de Agua Potable Rural de Hualpin, comuna de Teodoro Schmidt.

4. Principales resultados de la investigación

4.1. Reúso de aguas grises en el contexto global

La reutilización de aguas grises en algunos países se lleva practicando desde hace muchos años sin las regulaciones adecuadas y por propia iniciativa de las personas, debido a la escasez hídrica o a la imposibilidad económica de acceder a agua potable de forma segura. Actualmente, su tratamiento se está implementando en países desarrollados que buscan mejorar la gestión de sus recursos hídricos. Si bien las medidas que promueven el uso de aguas grises tratadas pueden ser fáciles de implementar, los métodos aplicados pueden tener costos prohibitivos para grandes sectores de la población. Sin embargo, en el año 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas –en el contexto de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible– estableció como objetivo mejorar el tratamiento de las aguas residuales y aumentar la reutilización del agua, lo que debería fomentar, a su vez, la transición hacia una economía circular (ONU-Agua, 2017).

La región árabe es una de las zonas que presenta mayor aridez en el mundo. De los 22 países que la componen, 18 se ubicaron por debajo de los 1.000 m³ per cápita de disponibilidad hídrica en el año 2014 (ONU-Agua, 2017). Por este motivo, la reutilización de aguas se ha convertido en una alternativa central. Según datos del Consejo Ministerial Árabe sobre los recursos hídricos, un 23 % de las aguas residuales con tratamiento seguro se está utilizando para riego y recarga de aguas subterráneas (Arab Water

Council, 2012). Dado el nivel general de escasez hídrica de la región del Medio Oriente y el norte de África, muchos países han desarrollado ampliamente fuentes no convencionales de este recurso. El tratamiento formal y la gestión centralizada de las aguas residuales para riego se han convertido en componentes importantes de la política de agua en países como Jordania, Israel y Arabia Saudita (McIlwaine y Redwood, 2010). Algunos ejemplos más representativos de esto son los sistemas instalados en algunas mezquitas para la recuperación y tratamiento de las aguas residuales provenientes de la ablución (Al-Wabel, 2011).

Por otro lado, en África subsahariana existe una falta generalizada de infraestructura para la recolección y tratamiento de aguas residuales, lo que ha provocado la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Adicionalmente, la falta de recursos económicos dificulta el tratamiento de las aguas residuales y el control de calidad de estas mismas (ONU-Agua, 2017). Ante esta situación, algunos estudios dan cuenta de la implementación de procedimientos de escasa sofisticación tecnológica y bajo costo para el tratamiento de las aguas grises, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de agua en zonas con alta escasez y reducido acceso a servicios de saneamiento (Ushijima et al., 2013; Maiga et al., 2014).

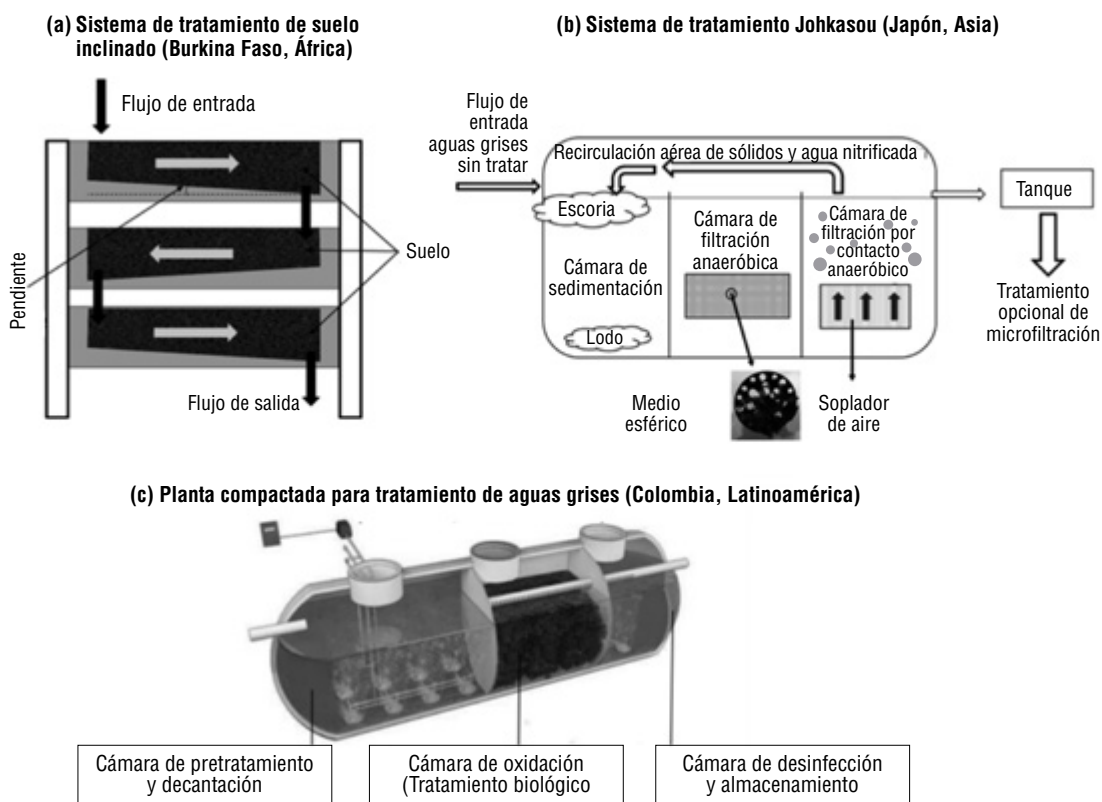
En la región del Asia Pacífico se encuentran países pioneros en la recuperación de aguas grises urbanas, tales como Australia y Japón. En el primero, esta reutilización se ha convertido en un ejemplo de política pública destacada para hacer frente a la sequía presente en el país. Para esto existen numerosas empresas certificadas que ofrecen diferentes opciones para el tratamiento de estas aguas. El sistema ideal depende de las condiciones particulares de cada usuario (Sydney Water, 2019). Por otro lado, un tratamiento muy utilizado en Japón es el *Johkasou*, regulado bajo una ley homónima desde el año 1983 (JECES, sin fecha), y que se caracteriza por tratar aguas residuales a pequeña escala y utilizar procesos anaeróbicos, aeróbicos y desinfectantes (Yoshikawa et al., 2019).

América del Norte y Europa son zonas con una gran prosperidad económica, por lo que el nivel de acceso a saneamiento y tratamiento de aguas es bastante alto (ONU-Agua, 2017). En Estados Unidos, la desigualdad geográfica en el acceso al agua y la sequía que predomina en algunas zonas ha convertido a ciertos lugares en pioneros en cuanto a regulación del uso de aguas grises (USGS, 2015). California y Arizona fueron los primeros estados que definieron regulaciones y leyes sobre calidad y administración de esta agua, y actualmente 20 poseen algún tipo de normativa. La legislación ha permitido que diversas instituciones, empresas y ONG se alineen a estas normas y realicen instalaciones domiciliarias. Por su parte, en Europa varios países han promovido e instaurado la reutilización de aguas grises desde hace décadas. Por ejemplo, en Alemania el primer proyecto de este tipo comenzó en Berlín en el año 1989 (Nolde, 2005).

Finalmente, en América Latina y el Caribe, a pesar de ser una zona con abundantes recursos hídricos, la relevante actividad agrícola consume alrededor del 70% del total de agua disponible, lo que ha generado un estrés hídrico en la región. Adicionalmente, la desigualdad en el acceso a agua potable y a los sistemas de tratamiento de aguas residuales todavía es un desafío. No obstante, el reúso de aguas grises ha ganado relevancia en el último tiempo como una fuente alternativa de agua (ONU-Agua, 2017). En este sentido, Chile es un país adelantado en cuanto a legislación en esta materia, aunque la reutilización aún no es una práctica extendida y bien regulada en la región.

La Figura 3 presenta el diseño de algunos sistemas de tratamiento utilizados en distintas partes del mundo.

FIGURA 3. **Sistemas de tratamiento de aguas grises en el mundo**



Fuente: adaptado de Ushijima et al. 2013; Galeano Díaz, 2017 y Yoshikawa et al., 2019.

4.2. Factores críticos para la reutilización de aguas grises

La experiencia internacional da cuenta de una serie de parámetros críticos que deben ser evaluados y considerados para una correcta implementación de sistemas de tratamiento. A continuación se describen algunos de estos factores.

a) Capacidad técnica

Un aspecto fundamental para la reutilización de aguas grises es la capacidad técnica que posea cada país para implementar sistemas de tratamiento de aguas centralizados y descentralizados. El conocimiento adquirido, las competencias especializadas y el desarrollo y ejecución de tecnologías apropiadas son fundamentales para el éxito y sustentabilidad de estos sistemas. Los países donde las aguas grises se reutilizan regularmente ofrecen una amplia gama en diseños de sistemas de tratamientos: Japón y Australia cuentan con numerosas empresas certificadas que ofrecen servicios de instalación y asesoría en sistemas de reutilización de aguas para uso domiciliario; otros países como India y la mayoría de los pertenecientes al África subsahariana tienen sistemas de elaboración propia, económicos y fáciles de implementar. Países como Suecia e Israel cuentan con proyectos que utilizan sistemas de tratamiento de mayor tecnología que contemplan sistemas biológicos como biorreactores de membrana, tratamiento con biopelículas y contactor biológico rotativo, entre otros. Países como Costa Rica o Nepal, en tanto, prefieren el uso de humedales artificiales (Boyjoo, Pareek y Ang, 2013).

Por otra parte, Chile cuenta con una capacidad técnica que se ha dedicado a trabajar en la reutilización de aguas grises. Específicamente, se han realizado planes piloto para implementar sistemas de reúso para riego o actividades no potables⁵, mientras otras empresas ofrecen sistemas de biofiltración para la reutilización de este tipo de aguas⁶. La existencia de empresas que brinden tecnologías para este tratamiento es muy importante para la implementación de la ley, pues estudios previos dan cuenta de que sistemas diseñados por profesionales con experiencia producen efluentes con una calidad de agua superior a aquellos instalados por sus propios dueños (Maimon, Friedler y Gross, 2014).

b) Costos de implementación

Algunos estudios han reportado los diferentes costos (capital, operacional y de mantenimiento) que podrían tener los sistemas de tratamiento típicamente usados. Los costos varían significativamente de acuerdo con el tipo de tecnología empleada. Los sistemas naturales, como los humedales artificiales, pueden llegar a tener costos de capital cercanos a los US\$170/m² y costos de operación de US\$340/año. Por otra parte, sistemas biológicos como los

5 Empresa EFIS Limitada.

6 Por ejemplo, Yaku SpA: startup para reutilización de aguas grises a nivel domiciliario.

tanques sépticos pueden tener altos costos de capital, cercanos a los US\$570, mientras que los costos operacionales se asocian al consumo eléctrico, que es de aproximadamente 8 kWh/persona/año (Boyjoo, Pareek y Ang, 2013). En Chile existen algunas empresas que ofrecen servicios de instalación de sistemas de tratamiento de aguas grises. Si bien es esperable que las empresas de este rubro aumenten con la entrada en vigor de la ley, los costos actuales que se encuentran en el mercado muestran una visión general respecto de esta materia. A modo de ejemplo, en el país se han implementado⁷ distintos diseños enfocados en las diferentes necesidades de los clientes y sus precios van desde los 350.000 a un millón de pesos aproximadamente (Carvacho, 2018).

c) Calidad del agua de entrada⁸

Diversos estudios dan cuenta de la importancia de la calidad del agua de entrada en el éxito de los sistemas de tratamiento. Muchos estándares de reutilización de aguas grises prohíben el uso de efluentes de cocina. El estudio realizado por Maimon et al. (2014) muestra que cuando se incluye el efluente de la cocina, las aguas grises tienen concentraciones más altas de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y *Escherichia coli* (79,1 mg/ y $1,6 \times 10^5$ UFC/100 mL) que aquellas que no incluyen las aguas provenientes de la cocina (29,5 mg/L y $2,3 \times 10^3$ UFC/100 mL). También se observa una gran diferencia en la calidad de las aguas grises producidas en países de altos y bajos ingresos. Oteng-Peprah et al. (2018) comparó parámetros fisicoquímicos de las aguas grises en diferentes países. Los países de bajos ingresos como India, Pakistán, Nigeria y Yemen presentan valores de DBO que oscilan entre los 56 y los 518 mg/L, mientras que la cantidad de sólidos totales varía entre los 100 y los 511 mg/L. En el otro extremo, los países de altos ingresos como Estados Unidos, Reino Unido, España y Alemania registran valores de DBO entre 39 y 155 mg/L y sólidos suspendidos totales que oscilan entre 17 y 153 mg/L. Lo anterior revela la gran desigualdad existente entre los países sobre la calidad de las aguas grises producidas. Este parámetro debe ser estudiado y considerado a nivel local, ya que la desigualdad en ingresos es evidente dentro de Chile y se agudiza en las zonas rurales, lo que podría ser un factor limitante en la implementación exitosa de los proyectos de reutilización de aguas grises.

En términos de estándares de calidad del agua, la Tabla 1 muestra los parámetros de calidad de Chile en relación a otros países. Se puede ver que hay parámetros que en otros países no están normados, o que por la calidad de sus técnicas para aguas residuales no es necesario hacerlo.

7 Empresa EFIS Limitada.

8 Agua de entrada: agua que ingresa (afluente) al sistema de tratamiento.

TABLA 1. Comparación de la normativa de aguas grises en Chile y otros países⁹

Parámetro	Chile ^a	Colombia ^b	Uruguay ^c	Honduras ^d	Costa Rica ^e	Canadá ^f	Japón ^g	Australia ^h
DBO ₅ ¹⁰ [mg/L]	10	40	5	50	50	20	20	20
Sólidos Suspendidos Totales (SST) [mg/L]	10	500	700	100	50	20	-	30
Coliformes Fecales (CF) [UFC/mL]	10	2	20	10	30	20	1.000 ¹¹ /50 ¹²	1
Turbiedad [UNT]	50	5	50	NE*	NE*	5	NE	2
Cloro libre residual [mg/L]	0,5	0,4	NE*	NE*	1	>0,5	NE	0,5

^aMinisterio de Salud (2018); ^bCortolima (s. f.); Ministerio de Desarrollo Económico (2000); ^cURSEA (2019); ^dSecretaría de Salud Honduras (1996)/ Moreno (2006); ^eMoreno (2006)/Costa Rica (2007); ^fNovaTec Consultants Inc (2004)/ Minister of Health (2010); ^gMaeda et al. (1996); ^hNRMCC-EPHC-AHMC (2006). NE*: No especificada.

Fuente: elaboración propia.

d) Aceptación de la comunidad

Para la implementación de cualquier proyecto, la percepción pública ha sido reconocida como un factor esencial para determinar su éxito. Muchos programas técnicamente sólidos y amigables con el medioambiente han fallado por no ser aceptados por los beneficiarios previstos (Oteng-Peprah, Acheampong y deVries, 2018). De acuerdo con Gross et al. (2015), la sociedad tiene una barrera psicológica que genera una sensación de repulsión hacia el uso de agua reciclada, debido a la percepción que esta está sucia o que puede favorecer la aparición de una infección después del uso, a pesar de no existir un riesgo real en el caso de tratarla eficazmente. Para la disminución de estos factores, antes de la implementación de cualquier proyecto de reutilización se debe trabajar en educar a la comunidad con respecto a la ciencia y los beneficios relacionados con el reciclaje, así como mostrar evidencias y testimonios con proyectos previos exitosos para generar mayor confianza pública mediante una adecuada información.

e) Impacto en la salud y el medioambiente

La reutilización de aguas grises podría ocasionar algunos riesgos en la salud de las personas debido a la posible exposición a organismos patógenos, pero el nivel de riesgo dependería del uso correcto de las tecnologías y su mantenimiento. Por ejemplo, según un estudio realizado por Maimon et al. (2014), los niveles de *Escherichia coli* en sistemas de tratamiento diseñados profe-

⁹ Para países distintos a Chile se realizó una comparación con la calidad de las aguas residuales.

¹⁰ DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno - 5 días.

¹¹ Descarga a inodoro.

¹² Riego de jardines.

sionalmente (que excluye el efluente de la cocina) resultaron en un riesgo aceptable para todos los escenarios de exposición, incluso sin una etapa de desinfección. Sin embargo, cuando los sistemas de tratamiento carecen del diseño adecuado, el riesgo calculado excedió el riesgo aceptable, según los parámetros de la OMS.

Con respecto al impacto en el medioambiente, este podría manifestarse principalmente en el suelo y dependerá de la cantidad de nutrientes y microorganismos que pasan los filtros de las tecnologías, pues no son directamente dañinos. Por un lado, existe un efecto positivo de los nutrientes contenidos en las aguas grises, ya que actúan como fertilizantes en el riego, aportando fósforo, nitrógeno y potasio al suelo y algunos micronutrientes como el boro. Sin embargo, todo dependerá de las cantidades, pues en gran cantidad pueden llegar a ser dañinos para el suelo. Además, existen otro tipo de nutrientes que pueden ser perjudiciales, tales como el sodio, iones de boro, cloruro, peróxidos y destilados de petróleo que aportan los productos de limpieza (Franco, 2007). Por lo tanto, es necesario siempre revisar los componentes químicos de los productos de limpieza que se usan una vez instaurados los sistemas.

4.3. Análisis de la reutilización de aguas grises en comunidades rurales y potencial de reúso en sistemas de agua potable rural

El 47,2% de la población rural en Chile no cuenta con abastecimiento formal de agua potable y un 84,7% se abastece de pozos o ríos, lagos o esteros donde la calidad del agua no está garantizada (Fundación Amulén, 2019), algo que sugiere que las prioridades en las zonas rurales pueden estar más asociadas al abastecimiento que a la reutilización del agua.

A partir de las entrevistas realizadas a diferentes comunidades rurales es posible señalar que estas han sentido con mayor severidad la disminución de los recursos hídricos. La falta de disponibilidad de este recurso ha repercutido en el descenso de los rendimientos agropecuarios, pérdida de cultivos, muerte de animales productivos, pérdida de fuentes laborales, cortes de agua programados y necesidad de compras de agua embotellada. Frente a esta situación, las comunidades han tomado decisiones destinadas a mitigar el hecho intentando reducir en los hogares el consumo de agua para actividades no esenciales, como el aseo de la vivienda, espacios libres y riego de jardines y cultivos domiciliarios. A nivel comunitario se han postulado a proyectos de ayuda y financiamiento de los gobiernos regionales, empresas sanitarias, adopción de tecnología de riego por empresas privadas, venta de animales y bienes, e incluso el abandono de la localidad (migraciones climáticas).

Las experiencias de reutilización/reciclaje de aguas grises en comunidades rurales son escasas. En general, corresponden a proyectos individuales y no regulados en establecimientos educacionales y viviendas particulares que

han emergido como iniciativas de personas o grupos colectivos (fundaciones) que habitan o trabajan en territorios afectados por la escasez hídrica, que tienen una mayor conciencia ecológica y que se han inspirado en iniciativas existentes en Chile, América Latina o Europa. Sin embargo, carecen de un respaldo y seguimiento formal de profesionales relacionados con procesos de tratamiento y contaminación del agua, análisis fitosanitarios o fisicoquímicos de la calidad, entre otras materias.

En la región de Coquimbo destacan iniciativas de reutilización de aguas lluvias y de reciclaje de aguas grises en establecimientos educacionales, tanto de enseñanza básica como media. Particularmente, estos lugares han sido acompañados y asesorados por la Fundación Un Alto en el Desierto y por la Pontificia Universidad Católica de Chile a través de dos proyectos: uno financiado por el Gobierno Regional y otro por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Se han construido sistemas de reciclaje artesanales y profesionales, aprovechando el agua gris proveniente de lavamanos (el número de estos es variable). El uso del agua gris reciclada se ha destinado para el riego de diferentes especies vegetales ornamentales resistentes a la escasez hídrica (suculentas, arbustos, árboles) y hortalizas que se encuentran en patios y viveros de los establecimientos.

En la región Metropolitana de Santiago, específicamente en la provincia del Maipo, destacan iniciativas destinadas a la reutilización de aguas lluvias en el establecimiento educacional Liceo Polivalente Gregorio Morales Miranda (en la localidad de Hospital) y de reciclaje de aguas grises en un condominio del Mirador del Águila (en la localidad de Champa). El impulso de ambas experiencias fue dirigido por un agente externo, la Fundación Un Alto en el Desierto. En el primer caso, el agua de lluvia recolectada (“ cosecha de agua”), se utiliza para el riego de jardines y árboles ornamentales del propio establecimiento. En el caso del proyecto de reciclaje de aguas grises, esto corresponde a instalaciones de filtros individuales en cada vivienda del condominio, siendo sus propietarios quienes asumieron los costos económicos. El agua reciclada es utilizada para el riego de sus propios jardines.

Entre las principales problemáticas que señalan las experiencias de reciclaje de aguas grises en ambas regiones se encuentran la alta presencia de basuras en los estanques de almacenaje de agua recolectada y filtrada, la generación de mal olor en algunas temporadas por el agua estancada en el estanque de acopio, y el costo energético que implica la utilización de bombas de propulsión para incrementar la presión y así permitir el trasvase de agua desde un estanque hacia otro e impulsar sistemas de riego (principalmente por goteo).

Las entrevistas a los APR demostraron que la realidad es muy variable. Algunos comités llevan más de 50 años de funcionamiento y otros poco más

de una década. La cantidad de socios varía entre 500 y 3.200, al igual que la cantidad de metros cúbicos de agua potable generados anualmente. Los costos de producción de un metro cúbico de agua están determinados por un costo fijo (aproximadamente, \$3.000), el consumo normal y un adicional en caso de sobreconsumo (puede ser por época del año u horario). Por otra parte, esta misma variabilidad se expresa en los ingresos, las inversiones y la calificación del personal técnico con el que pueden contar. Por último, incluso el control sanitario es desigual: mientras algunas APR deben tomar las muestras y enviarlas a las empresas sanitarias para su evaluación y en todo un año no son inspeccionadas, otras son cada año visitadas por la Superintendencia de Salud, las unidades técnicas de las empresas sanitarias y la Superintendencia de Medio Ambiente.

Entre las mayores dificultades que se encuentran en la operación de los APR destacan las comunitarias y las técnicas. Las primeras se refieren a conflictos para la toma de decisiones de las asambleas, por ejemplo, cuando se requiere de inversiones importantes para el adecuado funcionamiento de la APR (por ejemplo, cambio de bastones de medidores, de cañerías, de válvulas de corte). Por su parte, los trances técnicos se refieren a las que surgen durante el funcionamiento de la planta. Las capacitaciones técnicas que se otorgan a la directiva –y en especial al operador– son escasas y solo se realizan al momento de postular o cuando se adjudican los proyectos de construcción de la planta (en general, es una jornada). Por lo tanto, ante las escasas asesorías y acompañamiento que tienen los APR, las dificultades son superadas bajo el método de ensayo-error, tales como el nivel de cloración correcto, reparaciones de las bombas de succión, cálculo del cargo fijo, entre otras.

Sobre los desafíos de los APR, las entrevistas revelaron la necesidad de mejorar la organización interna, lo que implica a la directiva responder a los cuestionamientos y dudas de los socios de manera rápida, sencilla y respaldada, además de asegurar que la entrega de agua potable se mantenga y sea estable. Desde el punto de vista técnico, los desafíos se encuentran en el incremento de la demanda de nuevos socios y, por tanto, asegurar que todos puedan recibir una presión aceptable de agua potable. Desde el punto de vista ambiental se encuentra la fluctuación de los recursos hídricos, especialmente, el descenso de la disponibilidad de estos en verano, cuando incluso desaparece y se requiere de ayuda externa para tener agua, como ocurre con la entrega del recurso por parte de las municipalidades en camiones aljibes. Otras estrategias contempladas que existen en caso de carecer del recurso hídrico son unirse con otros APR cercanos para obtener agua potable y la postulación a financiamiento público para hacer nuevos sondeos o profundizar los pozos de extracción.

En cuanto a la reutilización o reciclaje de agua, solo un APR de los consultados tiene un sistema para este objetivo, pero es por interés de un particular

(empresa), el resto no considera esta temática, en la actualidad ni en el mediano plazo, pues lo único que hacen es solicitar a los socios un uso adecuado del agua. En este sentido, la prioridad de los APR sería implementar la Ley de Servicios Sanitarios Rurales (Ley N° 20.998)¹³ y lograr la construcción de la red de alcantarillado que podría facilitar el saneamiento de las comunidades. Sin embargo, quienes han logrado su construcción, señalan que la rentabilidad económica es muy difícil de lograr por problemas con las capacidades de pago de los usuarios y probablemente por los costos de capital requeridos. Por tal motivo, considerar el reciclaje de agua gris implicaría un costo económico extra muy relevante para las comunidades, en el cual, si bien existen distintos tipos de socios –desde particulares a empresas– con diferentes realidades socioeconómicas, un importante porcentaje de estos corresponde a pequeños campesinos o ganaderos sin ingresos suficientes para solventar el gasto que implicaría la generación de infraestructura de reciclaje de aguas grises.

5. Análisis del marco legal

El marco legal resulta clave para la implementación práctica de sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en Chile. Los aspectos que analizan en esta sección se enfocan en la experiencia internacional y nacional sobre la normativa en esta materia, considerando la existencia o no de regulación específica; los parámetros de calidad del agua y la incorporación de la participación ciudadana en la elaboración de políticas de reúso de agua gris.

5.1. Análisis de marco legal internacional relativo a la reutilización de aguas grises

a) Presencia de regulación general y específica de las aguas residuales (atención en aguas grises) en el ordenamiento jurídico de cada país

En general, todos los países consultados establecen en sus Constituciones políticas una referencia a la protección y/o regulación de las aguas, sin embargo, el planteamiento difiere en dos categorías. El primer grupo plantea expresamente los recursos hídricos y su manejo, y en la segunda categoría se plantea de forma implícita su tratamiento supeditado al aspecto superior de protección al medioambiente. Dentro de la primera categoría se encuentran Brasil, México, Uruguay y Guatemala, donde este último versa en su Carta Fundamental que las aguas son bienes de dominio público y deberán ser usadas de acuerdo con el interés social, y que el aprovechamiento económico de las mismas está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna. En la Constitución de México se otorga el reconocimiento del derecho humano al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y

13 Ley N° 20.998 regula los servicios sanitarios rurales (<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?id-Norma=1100197>).

asequible. Por otro lado, en el caso de Uruguay se destaca la declaración de la preservación del ciclo hidrológico como un asunto de interés general, en el cual la sociedad civil tiene participación en la planificación, gestión y control de los recursos hídricos. Chile y Colombia, por otro lado, plantean en sus Constituciones Políticas la protección al medioambiente y a través de este, de forma indirecta, la protección de los recursos hídricos como una garantía del Estado.

No obstante lo anterior, solo Chile cuenta con una norma de rango legal¹⁴ sobre la materia específica de aguas grises, reconociendo su separación de las aguas negras y por lo tanto, de la regulación general de saneamiento. Sin embargo, cabe tener presente que el cumplimiento de esta ley rige para quienes instalen sistemas de tratamiento, recolección y reúso en forma voluntaria, excluyendo a aquellas edificaciones que, de acuerdo con la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones¹⁵, les sea obligatorio contar con sistemas de reutilización de aguas grises.

En los países analizados es relevante el papel de los gobiernos o administraciones locales (por ejemplo, las municipalidades) en lo que concierne al manejo de aguas, lo que refleja la importancia que tiene la realidad local para la gestión contextual del recurso. Así, en Brasil, México y Uruguay, son estas entidades locales las que eventualmente podrían regular y supervisar la implementación de proyectos de reutilización de aguas residuales, y en la medida que se defina, de reutilización de aguas grises según la realidad propia de cada zona.

Además, cabe destacar que la mayoría de los países analizados tiene una regulación de saneamiento de las aguas residuales, que permite su reúso para distintos fines, y se han establecido parámetros específicos para cada uno de los usos permitidos, entre los que se incluye el riego de cultivos y usos recreacionales. Luego, a pesar de no mediar regulación específica en materia de aguas grises en la región (solo Chile la posee), existen en ellos normativas relevantes para el caso (Tabla 2).

14 Ley N° 21.075, del año 2018. Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises.

15 Decreto Supremo N° 47, del año 1992.

TABLA 2. Normas relativas a gestión de recursos hídricos y reúso

País	Normativa	Aspecto que regula
Brasil	- Política Nacional de Aguas (Ley Federal N° 9.433/1997)	- Planes de manejo de aguas a nivel de estados y cuencas. - Las municipalidades están facultadas para regular el manejo de las aguas a nivel local.
Colombia	- Ley 99 del año 1993. - Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1073 del año 2015. - Ley N° 373, del año 1997.	- Reglas que rigen el aprovechamiento y uso sostenible del recurso hídrico. - Reutilización de aguas residuales como alternativa a la disposición final de aguas residuales. Define parámetros de calidad para los distintos usos propuestos (industrial y agrícola).
Guatemala	- Decreto 68-86. - Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo 236-2006). - Acuerdo Gubernativo 236 – 2006, 204 – 2008 y 335-2016; Acuerdo Ministerial 225 – 2016.	- Mantenimiento de la cantidad del agua para el uso humano y otras actividades, resguardo de no deterioro ambiental y fiscalización de sistemas de disposición de aguas servidas. - Parámetros de calidad para reúso de aguas residuales en riego agrícola, reúso para cultivos comestibles, acuicola, pastos y recreativo. - Gestión integrada del recurso hídrico y conservación basada en el manejo integrado de cuencas. - Plan de gestión de aguas residuales y disposición de lodos.
México	- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997. - Ley de Aguas Nacionales, 1992.	- Límites máximos permitidos de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población.
Perú	- Ley N° 29338, de Recursos Hídricos y su Reglamento. - Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.	- Reúso de aguas residuales tratadas con resguardo de la salud humana y el medio ambiente. - Estándares de calidad ambiental para el agua y usos.
Uruguay	- Decreto N° 14/020.	- Plan Nacional de Saneamiento que define explícitamente a las aguas grises.

Fuente: elaboración propia.

Debido a la situación hídrica actual, en Brasil, México y Perú se están tramitando normativas en materia de aguas grises. En el caso de Brasil se trata de un proyecto de ley¹⁶ que busca establecer normas obligatorias para la conservación, uso racional y reúso de aguas, entre las que se encuentra la obligación de que las aguas grises deberán ser capturadas y dirigidas mediante instalaciones propias a un reservorio, cuyo objetivo será suministrar agua a las descargas de urinarios y retretes. También se encuentran en proceso de aprobación proyectos que establecen las bases legales de reúso de aguas, sus estándares, edificaciones que las incorporan e incentivos¹⁷.

16 Proyecto de ley N° 4,109/2012.

17 Proyectos N°3.401/2015 y 1.641/2019; Proyectos N°2.457/2011 y 13/2015; Proyectos N° 324/2015 y 753/2015 y Proyectos N° 4.964/2001 y 1.310/2011.

En México, se permite a los municipios explotar, usar o aprovechar las aguas residuales que se les hubieren asignado hasta antes de su descarga a cuerpos receptores, para fines de servicio público, sea con contacto directo (por ejemplo, llenado de lagos y canales artificiales recreativos, fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines); sea con contacto indirecto u ocasional (ejemplo, riego de jardines y camellones en autopistas y avenidas, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas). Además, se está tramitando la última reforma a la Ley de Aguas Nacionales¹⁸ y al cierre de este capítulo, no hay fecha de discusión y votación de ella.

En Perú, el titular de un derecho de uso de agua puede reutilizar el agua residual que genere para el mismo uso para el que fue otorgado el derecho sin requerir autorización alguna. Si bien la normativa no establece ninguna restricción para los tipos de uso de las aguas, se exigen condiciones mínimas en parámetros de calidad asociados al cuidado del medioambiente y a la salud humana. Además, se ha promovido el cuidado de las fuentes naturales de agua, la reutilización y ahorro del recurso a nivel doméstico así como su obligatoriedad de almacenar agua para reúso en ciertas actividades¹⁹, pero aún está pendiente su evaluación.

b) Control de calidad de las aguas

En todos los países analizados se define una autoridad a cargo del licenciamiento de los proyectos de tratamiento de aguas (sean estas aguas grises o negras). En el caso de Perú, la competencia está entregada principalmente a la autoridad de aguas, que es la encargada de otorgar las autorizaciones para el reúso de las aguas residuales, así como la encargada de supervisar, a través de la evaluación de los informes de supervisión y verificación en campo, que dichas actividades se realicen en cumplimiento de las condiciones establecidas en la respectiva autorización. Sin perjuicio de aquello, la autoridad sanitaria está a cargo de definir y supervisar las características sanitarias de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, además del manejo, reúso y vertimiento de aguas residuales domésticas. Por su parte, en Brasil, Colombia y Guatemala la autoridad competente para dicha materia es únicamente la autoridad medioambiental, y en México, tanto la autoridad de aguas²⁰ como las municipalidades. Solo en Chile esto es responsabilidad de la autoridad sanitaria.

En general, las jurisdicciones no regulan la situación de los proyectos actualmente existentes de reciclaje de aguas grises y su eventual licenciamiento en caso de entrada en vigencia de una medida específica. En el contexto

18 https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5583492&fecha=06/01/2020.

19 Proyecto de Ley N° 4239/2018-CR.

20 La única autoridad de aguas en México corresponde a Conagua. Sus responsabilidades son la de gestión de agua en diferentes dimensiones como: asignación y distribución de agua, cobro de derechos de agua por la extracción y por descarga, planificación, construcción y operación de obras hidráulicas (<https://www.gob.mx/conagua>).

de la reciente entrada en vigencia de la normativa que exigió la obtención de la aprobación de los estudios ambientales antes de dar inicio a las actividades productivas, únicamente en Perú se estableció que los proyectos en operación a dicha fecha debían someterse a un procedimiento administrativo correctivo para obtener la aprobación de estudios ambientales, por lo que esta regulación abrió la posibilidad de adecuar los proyectos de reúsos de aguas grises.

c) Participación ciudadana

Dado que no existen iniciativas legales específicas en materia de aguas grises en la región, solo se pudo identificar participación ciudadana asociada a materias generales de agua y en algunos casos, surgen iniciativas de proyectos locales en materia de aguas grises. En Brasil y Perú se permite la contribución de la ciudadanía en el debate de los proyectos de ley por medio de consultas públicas o específicas a expertos o comunidades determinadas, lo que permitiría dicha participación en la discusión de los proyectos en trámite relacionados con el reciclaje de aguas grises. En México y Uruguay solamente se reconoce la necesidad de que la sociedad civil participe de la planificación en materia de aguas, tanto en los planes nacionales como en los sectoriales.

Normalmente en México no se convoca a la ciudadanía para la reforma a leyes secundarias mediante algún mecanismo de participación; sin embargo, previo a la presentación de la iniciativa a la Cámara de Diputados de la nueva propuesta de Ley de Aguas Nacionales se realizaron foros regionales en cada uno de los estados de la República. Es importante señalar que esta iniciativa fue presentada en abril del año 2020 y aún no se ha publicado dicha legislación. Además, para propiciar la participación, la Ley de Aguas define a la cuenca y a los acuíferos como las unidades territoriales básicas para la gestión integrada del agua. Asimismo, esta reconoce a 26 consejos de cuenca y a sus órganos auxiliares como instancias de coordinación y concertación, y a los Comités Hidráulicos de los Distritos de Riego como órganos colegiados de concertación para la gestión del agua y la infraestructura. En este ámbito es Conagua (Comisión Nacional del Agua), como órgano descentralizado, el principal actor que promueve tanto la educación en materia de uso sustentable del agua como el ente regulador de diversos aspectos de los recursos hídricos. Conagua regularmente asiste a foros con distintos países, estados, municipios, colegios escuelas, entre otros organismos, con el propósito de informarse, capacitarse y llevar a cabo procesos de elaboración de normas para brindarle a la población un mejor manejo en las aguas.

En Perú, el régimen de participación ciudadana en el proceso de elaboración de la normativa está regulado por la Ley N° 26.300, de los Derechos de Participación y Control Ciudadanos. Esta exige que la presentación de iniciativas legislativas pase por consultas ciudadanas. En ese sentido, las

normas en su mayoría son presentadas como proyectos antes de su publicación oficial y se otorga un plazo para que los ciudadanos puedan remitir sus comentarios u observaciones. Asimismo, se contempla un proceso de participación ciudadana para cada proyecto en particular durante la evaluación de su estudio ambiental. Así, si dicho proyecto contempla el reciclaje o reúso de aguas grises, la población de las inmediaciones podrá realizar las consultas y observaciones respectivas. En este país se hace referencia a tres proyectos de aguas grises realizados por particulares bajo el alero de la Superintendencia Nacional de Servicios de Sanidad, la cual lanzó el Concurso Nacional Escolar “Buenas prácticas para el ahorro de agua potable”, que tuvo como objeto el reciclaje del agua de lavamanos de algunos colegios para su posterior uso en plantas o huertas ubicadas en el mismo establecimiento.

En Uruguay, si bien no existe actualmente una regulación específica sobre aguas grises, aquella en materia de aguas (Art. 47 Constitución, Ley N° 18.610) establece y promueve en su articulado la participación de la sociedad civil en todo lo referente a la planificación, gestión y control de la Política Nacional de Aguas (Art. 8° letra j). De hecho, el artículo 19 establece que “los usuarios y la sociedad civil tienen derecho a participar de manera efectiva y real en la formulación, implementación y evaluación de los planes y de las políticas que se establezcan”. Los artículos 23 y 25 de la norma indicada disponen la creación de Consejos Nacionales y Regionales para el manejo sustentable de los recursos, los que estarán integrados por representantes de Gobierno, usuarios y sociedad civil, cada uno de ellos con igual representación.

En este ámbito y tal como se menciona más adelante, las experiencias internacionales en la región apuntan al tratamiento de los temas de aguas (entre ellos, aguas grises) y de la participación ciudadana a nivel a local y/o de la gestión de cuencas.

5.2. Análisis del marco legal nacional relativo a la reutilización de aguas grises

a) Descripción de la normativa y gobernanza en materia de aguas grises

La Constitución Política de la República de Chile no contempla expresamente una regulación sobre aguas grises, más allá de establecer una garantía constitucional de protección al medioambiente (art. 19, N° 8), pero en el año 2018 se publicó en Chile la Ley N° 21.075, que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Sin embargo, esta no ha entrado en vigencia, pues el Ministerio de Salud no ha dictado su reglamento, que se hará cargo, entre otros aspectos, de las condiciones que deberán cumplir los sistemas de reutilización de aguas grises. Si bien el cumplimiento de la ley es de carácter voluntario, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones establece que deberán contar con un sistema de reutilización de aguas grises las edificaciones cuya superficie sea igual o superior a

5.000 metros cuadrados (exceptuando las destinadas a vivienda, que será optativa); entre las regiones de Arica y Parinacota y de Valparaíso las edificaciones destinadas a hospedaje y servicios cuya carga de ocupación sea superior a 100 personas; en educación, cuya carga de ocupación sea superior a 500 personas; y en comercio, cuya carga sea superior a 250 personas. Además, entre las regiones Metropolitana de Santiago y de Magallanes y la Antártica Chilena las edificaciones destinadas a hospedaje y servicios cuya carga de ocupación sea superior a 250 personas; educación, cuya carga de ocupación sea superior a 1.000 personas; y comercio, cuya carga sea superior a 500 personas. Asimismo, las edificaciones destinadas a terminales de transporte de pasajeros terrestre, ferroviario, portuario y aeroportuario, cuya sala de espera sea superior a 500 personas, sin importar su ubicación o región de emplazamiento. A su vez, la normativa ambiental no contempla normas particulares para los sistemas de tratamiento y/o reutilización de aguas grises, sin perjuicio que ciertos proyectos que son evaluados contemplan compromisos voluntarios y/o dentro de sus medidas de compensación, reparación o mitigación e iniciativas de recirculación.

En cuanto a la normativa ambiental y más específicamente, a la evaluación ambiental de proyectos, no existen normas particulares para los sistemas de tratamiento y/o reutilización de aguas grises. La Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente establece en su artículo 10° qué tipo de proyectos o actividades deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) previo a su ejecución. Dicha norma es complementada por el Reglamento del SEIA, que en su artículo 3° establece con mayor detalle las tipologías de proyectos y los umbrales de evaluación ambiental. En materia de los sistemas de tratamiento y/o reutilización de aguas grises, la causal de sometimiento al SEIA que podría aplicárseles es la contenida en la letra o) del referido artículo 10° de la LBG M referente a proyectos de saneamiento ambiental.

Para la diferenciación entre los tipos de sistemas de reciclaje de agua grises en zonas urbanas o rurales, es el reglamento de la Ley N° 21.075 el instrumento para establecer las diferentes consideraciones. Es relevante señalar que los instrumentos de planificación territorial no podrán impedir la instalación de estos sistemas (sean estos urbanos o rurales) por expresa disposición de la ley.

En relación con la gobernanza, son las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud las que deberán aprobar y autorizar los proyectos de reutilización de aguas grises, así como fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del reglamento y del Código Sanitario en estas materias. Por su parte, se contempla la posibilidad que otros organismos como la Superintendencia del Medio Ambiente, la Superintendencia de Servicios Sanitarios o al Ministerio de Vivienda y Urbanismo puedan tener injerencia cuando corresponda. Por su parte, las empresas sanitarias tendrían solo injerencia

en los sistemas de reciclaje de aguas domiciliarias. No obstante, tanto en la ley como en el reglamento no se especifica una entidad, organismo o institucionalidad de apoyo para la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises, lo cual puede transformarse en una importante barrera para su ejecución en el largo plazo.

b) Tipos de sistemas de reutilización de aguas grises en el marco de la ley

El artículo 2° letra m de la ley define lo que se entiende por un sistema de reutilización de aguas grises como un “conjunto de instalaciones destinadas a la recolección, tratamiento, almacenamiento y conducción de las aguas grises para su uso en la alternativa de reutilización que se proyecte. Incluye, además, instalaciones para el uso del efluente tratado, el cual debe cumplir con la calidad para el uso previsto definida en la reglamentación”. En la norma se incorporaron los sistemas de interés público, definidos como “aquellos que satisfacen un interés de esta especie por servir al riego de áreas verdes, parques o centros deportivos públicos, admitidos por el instrumento de planificación territorial aplicable y en su caso, por el proyecto de urbanización. Asimismo, deben ser de propiedad o administración municipal, del Servicio de Vivienda y Urbanización o de cualquier otro órgano de la Administración del Estado”. Dentro de la primera categoría, la ley distingue dos sistemas:

- De reutilización de aguas grises domiciliarios: aquellos en que se aprovechan estas aguas al interior del inmueble en que se producen y tratan para los fines que se autorizan.
- De reutilización de aguas grises domiciliarios colectivos: aquellos en que se aprovechan estas aguas que se producen y tratan al interior de un edificio o conjunto de edificaciones que conforman un condominio o comunidad.

Dentro de la segunda categoría, la norma distingue: (i) los que son riego de áreas verdes, (ii) establecimientos educacionales públicos y (iii) protección, preservación o conservación de áreas protegidas.

Estos mecanismos o sistemas se regulan a través de los proyectos que deben ser presentados ante la autoridad sanitaria, para luego definir en los artículos siguientes cuáles son los destinos autorizados y que son definidos en el artículo 8° de la ley y artículo 30 del reglamento, respectivamente.

En relación con las capacidades técnicas, la propuesta de reglamento establece determinadas directrices para quienes implementan los sistemas de reutilización de aguas grises. Por ejemplo, en el artículo 3° del título I se hace referencia a que el propietario del sistema de tratamiento debe hacerse cargo de cumplir con las disposiciones señaladas en el reglamento. Por otro lado, en el artículo 6° letra f del título I se hace referencia a que los contenidos de capacitación de operadores del sistema son un punto

importante y sujetos a la aprobación del proyecto. Además, en el artículo 5° del título I de la propuesta de reglamento se indica que la construcción depende de un/a ingeniero/a civil o de algún profesional experto en el área, lo que es una gran barrera de entrada si no se tiene apoyo de alguna entidad local.

c) Usos permitidos de las aguas grises tratadas y estándares de calidad

La ley, y específicamente su reglamento, deberá contemplar los estándares que deberán cumplir los sistemas, la frecuencia del análisis de las aguas y la forma en que deberá entregarse esta información, distinguiendo cada tipo de sistema definido. Todos estos deberán ser aprobados y autorizados por la autoridad regional de salud (Secretarías Regionales Ministeriales de Salud), que también tendrá facultades de fiscalización de su cumplimiento. Asimismo, el reglamento deberá establecer el destino que podrán darse a las aguas grises tratadas, los que podrán ser: (i) urbanos, para el riego de jardines o descarga de aparatos sanitarios; (ii) recreativos, tales como áreas verdes públicas, campos deportivos u otros con libre acceso al público; (iii) ornamentales, para el riego de áreas verdes y jardines sin acceso al público; (iv) industriales, para procesos industriales no destinados a productos alimenticios y fines de refrigeración no evaporativos, y (v) ambientales, lo que incluye riego de especies reforestadas, mantención de humedales y usos que contribuyan a la conservación y sustentabilidad ambiental. La ley establece la prohibición de reutilizar las aguas grises tratadas para ciertos usos, tales como consumo humano, procesos productivos de la industria alimenticia, uso en establecimientos de salud en general, uso en piletas, piscinas y balnearios. Por último, la ley plantea que se deberá contemplar el menor costo en cada etapa producto de la recolección, tratamiento y disposición separada de las aguas grises.

Para aquellos sistemas que están actualmente en funcionamiento, la ley no contempla un proceso de regularización de los sistemas existentes, previo a la entrada en vigencia de la ley. Por otra parte, la norma no consagra subsidios, fondos o instrumentos que fomenten el desarrollo de estos proyectos, sin perjuicio de la existencia de ciertos fondos concursables (como, por ejemplo, aquel administrado por el Ministerio del Medio Ambiente).

Sobre los estándares de calidad, la propuesta de reglamento estipula en el artículo 29 cuáles son los parámetros que deberá cumplir para cada uso previsto y de acuerdo al nivel de exposición de las personas a las aguas grises tratadas. El artículo 33 del reglamento es el encargado de entregar los estándares y parámetros permitidos de niveles de DBO5, Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes Fecales, Turbiedad y Cloro libre residual, según los destinos señalados en el artículo 30 (urbano, recreativo, ornamental). Para las aguas grises tratadas en procesos industriales o en usos ambientales, la normativa indica que será la autoridad sanitaria la que fije las condiciones que deberá cumplir el sistema de reutilización.

6. Propuestas de política pública

Aunque la Ley N° 21.075 es una iniciativa sustancial para regularizar los sistemas de tratamiento y reúso de aguas grises, a la vez que viene a ser un incentivo para potenciar una gestión más sostenible de los recursos hídricos, cabe subrayar que aún existen muchas brechas y obstáculos que imposibilitan su aplicación en zonas rurales donde existen las mayores necesidades del recurso. Particularmente, algunas dificultades en la aplicación de la ley en zonas rurales hacen necesario una definición más adecuada de varios aspectos que en el escenario actual restringen más que potencian la reutilización de aguas grises. En este sentido, el reglamento de la ley es una oportunidad para perfeccionar su aplicación y permitir una implementación más efectiva.

La realidad del diagnóstico en torno al reúso de aguas grises y la aplicación de la norma permitió levantar varios aspectos clave que necesariamente deben ir en línea con una propuesta de política pública en torno al reúso y reutilización de aguas grises. Esta propuesta está orientada a perfeccionar la aplicación efectiva de esta ley y a la vez potenciar la masificación de sistemas de reúso de manera transversal en zonas urbanas y rurales, con el objetivo de reducir las presiones sobre los recursos hídricos, sobre todo ante escenarios futuros de escasez de agua y sequía.

6.1. Propuestas focalizadas en mejorar aspectos regulatorios relativos a la reutilización de aguas grises en Chile con énfasis en zonas rurales

Contar hoy en día con una ley específica que regule el reúso de aguas grises en Chile es un hito de relevancia y ubica a nuestro país a la cabeza en materia legislativa al respecto. En el contexto de cambio climático y sus efectos a lo largo de Chile, la implementación de la Ley N° 21.075 es una necesidad real para cientos de comunidades. En este sentido, urge la promulgación del reglamento que permita dar vida a la norma y defina el marco de acción en torno al tratamiento y reúso de este recurso, sobre todo en comunidades alejadas de centros urbanos. La implementación de la ley permitirá reducir el consumo de agua potable para usos que no requieren de tal calidad y también se proponen ajustes tarifarios a quienes implementen estos métodos. En su estado actual, las condiciones de la propuesta de reglamento facilitan la entrada de estos sistemas con mayor fuerza en zonas urbanas. A la luz del análisis de la normativa nacional e internacional se propone:

a) Promover la incorporación de ajustes en el proyecto de reglamento con alcances en función de la realidad urbana o rural de los territorios

En este sentido, son precisamente las comunidades presentes en zonas rurales las convocadas a implementar estos sistemas de tratamiento y reúso de aguas grises, dado el impacto de la megasequía en la zona norte y centro del país. Sin embargo, el proyecto de reglamento no se hace cargo de la

ausencia de alcantarillado en muchas zonas rurales. Tampoco se proyectan sistemas de bajo costo ni normas transitorias, o marchas blancas que permitan a los sistemas actualmente operativos ajustarse a los requerimientos legales emanados de la ley. En este último punto, el proyecto de reglamento no menciona la interacción jurídica con otras leyes, como la norma de riego o la de servicios sanitarios. Existe una clara deficiencia en la redacción del proyecto de reglamento, debido a que no será posible determinar de forma previa y con certeza los requisitos legales y regulatorios en la implementación de sistemas de tratamiento y reúso de aguas grises, especialmente cuando sea necesario interpretar otros cuerpos legales aplicables a los mismos.

b) Generar nuevas definiciones de sistemas de pequeña escala y domiciliarios, así como rurales en la reglamentación

El reglamento no distingue entre los sistemas de reutilización de aguas grises a pequeña escala o domiciliario y aquellos a nivel industrial, ni tampoco atiende las particularidades específicas de los proyectos ubicados en zonas rurales (pese a que el artículo 3º de la ley le ordena considerar dicha circunstancia). Un ejemplo de esto es que para muchas comunidades rurales resulta impracticable en términos de costos realizar estudios de factibilidad previa, cumplir con los parámetros y frecuencia de muestreo del agua tratada. En este aspecto, por lo tanto, se propone la generación de nuevas definiciones de los alcances de los sistemas de tratamiento, flexibilización de frecuencia de monitoreo e incentivos específicos que hagan factible su implementación en zonas rurales. Alternativamente, se sugiere generar alianzas estratégicas con fundaciones, ONG, centros de investigación y universidades que tengan las capacidades de capital humano y técnicas para el apoyo del muestreo y análisis de la calidad del agua.

c) Determinar la titularidad de dominio sobre las aguas tratadas

Si bien este aspecto puede redundar en una discusión mayor, no es menos relevante tenerlo a la vista del análisis actual. La normativa sectorial que rige los servicios sanitarios no define de forma expresa el titular del dominio de las aguas servidas una vez que han sido tratadas, de manera que esa titularidad ha de ser determinada en el futuro. Además, dada la existencia de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales, definir los límites de cada tipo de sistema de tratamiento y reúso (aguas grises y negras) permitirá promover de forma integral estas iniciativas, evitando posibles intersecciones y entorpecimiento en sus respectivos avances.

d) Establecer un esquema tarifario que incentive la implementación en zonas rurales

Desde el punto de vista económico, el beneficio que se generaría por la disminución en la tarifa que indica la ley es significativo para las zonas urbanas. Sin embargo, no generaría ningún incentivo para comunidades rurales que no cuenten con un sistema de alcantarillado concesionado y que se abastecen a través de camiones aljibe o de los APR. En este caso, el

APR solo entrega agua, pero no se hace cargo del tratamiento, eliminando la posibilidad de acceso a beneficios directos. Así el foco de la reglamentación y los incentivos para la implementación de la ley deberían residir en la calidad del agua tratada y no en su origen.

6.2. Propuestas enfocadas en mejorar la institucionalidad y gobernanza de los sistemas de reutilización de aguas grises

El proyecto de reglamento contempla la participación de tres grandes actores: el Estado, las empresas sanitarias y los particulares. La clave en el éxito de esta ley se encuentra en lograr una adecuada coordinación entre estos tres grandes actores. Esta relación debería basarse en un objetivo centrado en la promoción de la innovación social intersectorial a escala regional, es decir, en un trabajo sinérgico en el cual trabajan el sector privado, público y particulares en soluciones nuevas al problema de la escasez hídrica de manera efectiva, eficiente y sustentable en cada territorio.

De esta manera, en vez de definir las competencias, atribuciones y poderes que deberían existir entre los diferentes actores asociados al reúso de aguas grises o proponer crear un nuevo organismo que centralice los procesos de implementación de sistemas de reutilización de estas aguas en zonas rurales, proponemos que el trabajo de los actores públicos y privados se enfoque en aspectos clave que deberían ser considerados para adoptar o generar sus procedimientos. Si bien la reutilización de aguas grises debe tener en cuenta aspectos relativos a aproximaciones tecnológicas y ambientales, también se trata de una estrategia que tiene implicancias sociales y por consiguiente, su aproximación no puede soslayar esta dimensión. Más aún, la heterogeneidad de las diferentes comunidades en términos de recursos hídricos y realidades económicas es un aspecto que debe necesariamente ser considerado.

De este modo, la reutilización de aguas grises en Chile debería ser considerada como: (i) un problema social, y no como una problemática exclusivamente ambiental, sanitaria o económica, sino que una iniciativa que requiere de una mirada multidimensional para su superación; (ii) abierta, ya que los interesados pueden provenir de distintas esferas y poseer distintos tamaños, y por lo tanto, no se requiere de ideas originales, sino que de aquellas capaces de responder a las necesidades existentes; (iii) replicable y escalable, pues la generación de aguas grises se genera en distintos ámbitos, por lo que su reutilización no se restringe solo a una situación particular; (iv) territorial, para evitar la homogenización de soluciones o requerimientos, con el fin de que cada particular o interesado pueda impulsar proyectos respondiendo a la realidad de cada lugar; (v) sustentable, pues busca un mejoramiento de las condiciones de vida presente, sin perjudicar los recursos para las generaciones venideras; y (vi) justa, en términos de las desigualdades sociales, porque persigue superar la inequitativa distribución de los recursos hídricos.

6.3. Propuestas dirigidas a mejorar la aplicabilidad en términos técnicos de los sistemas de reutilización en zonas rurales

Otro grupo de propuestas debe estar dirigido a introducir mejoras en aspectos técnicos que permitan la aplicabilidad y transversalidad de los sistemas de reutilización de aguas grises. Su objetivo es facilitar y descomprimir la implementación manteniendo su aplicabilidad en áreas urbanas, pero a la vez ampliándola a zonas rurales con mayores presiones sobre los escasos recursos hídricos disponibles. En este sentido, se plantean las siguientes estrategias:

a) Ampliar y precisar las definiciones de estándares técnicos de diseño y configuración de sistemas de reutilización de aguas grises a las complejidades y realidad de zonas rurales

Las realidades de las zonas rurales de Chile dificultan que muchos de estos sistemas se ejecuten con los estándares establecidos en la Ley N° 21.075. En este escenario se plantea la necesidad de que el reglamento considere las problemáticas de saneamiento que presentan las zonas rurales y se propongan procesos alternativos que, por un lado, resguarden aspectos sanitarios del reúso de aguas grises, pero también muestren adaptabilidad a condiciones no urbanas. En este contexto, varios artículos de esta ley están sujetos a interpretación, lo que genera incertezas en cuanto a la certificación de los sistemas de tratamiento. Para reducir estos problemas interpretativos, el reglamento debe necesariamente y obligatoriamente considerar directrices claras y amplias de los aspectos técnicos que propicien el reúso de agua gris en todo el territorio nacional y no solo en zonas determinadas, para no generar desigualdad entre zonas rurales y urbanas en torno al reúso de aguas grises, tal como ocurre con el saneamiento y acceso al agua potable.

Adicionalmente, se sigue avanzando y perfeccionando el desarrollo de normas técnicas y lineamientos que apoyen y complementen la aplicación de esta ley, manteniendo los estándares sanitarios y de calidad requeridos para la población. El desarrollo de estas normas técnicas es un aspecto que debe considerarse y representa una opción de perfeccionamiento para el reglamento que permitirá precisar los criterios y estándares técnicos requeridos para la implementación de estos sistemas.

b) Establecer sistemas simples de consulta para la solicitud de autorización y definiciones técnicas para la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises

La implementación de sistemas de reutilización de aguas grises requiere de capacidades técnicas muchas veces ausentes en zonas rurales. Ante la necesidad de materializar de manera segura su ejecución, es necesario considerar instancias de consulta simple ante la estacionalidad encargada de los sistemas. Lo anterior servirá de apoyo para la toma de decisiones de implementación y para la precisión de los estándares técnicos necesarios para la certificación y aprobación de los sistemas de tratamiento ante la autoridad pertinente, de lo contrario se corre el riesgo de que los sistemas no sean

aprobados y se incurra en costos que no podrán ser amortizados. Por otro lado, la disponibilidad de estos sistemas de consulta ayudará a la interpretación de estándares técnicos complejos, normas técnicas y lineamientos. Idealmente se sugiere que estas instancias se encuentren centralizadas en un organismo que también fiscalice los sistemas, de manera de no disgregar los criterios, interpretaciones y directrices de las normas y reglamentos asociados a los sistemas de reutilización de aguas grises.

c) Definir parámetros técnicos claros para el ingreso de sistemas de reutilización de aguas al sistema de evaluación de impacto ambiental

La Ley N° 21.075 no establece limitaciones para los tipos y características técnicas de los sistemas de tratamiento de aguas grises, lo cual representa un beneficio para su implementación. No obstante estas ventajas, al entregar tanta amplitud a los procesos de tratamiento hacen más difuso los parámetros técnicos que determinan que el método ingrese al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). En ese sentido, se propone superar estas ambigüedades mejorando la redacción de la ley y estableciendo las relaciones con instrumentos claves del SEIA. El equilibrio entre la flexibilidad y rigidez que tiene el SEIA para los usuarios es una ventaja deseable; sin embargo, en el caso de sistemas de reutilización de aguas grises parece necesario establecer parámetros técnicos claros que determinen su ingreso o no.

6.4. Propuestas para potenciar la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises en comunidades rurales

Las realidades de las zonas rurales hacen más compleja la implementación de estos sistemas, por ende, se deben establecer políticas públicas que favorezcan su implementación en estas áreas manteniendo el resguardo de los estándares técnicos y de salud de la población. La Ley N° 21.075 no debería ser un obstáculo para el reúso en comunidades rurales, sino que un incentivo. En este sentido se proponen las siguientes acciones:

a) Establecer estímulos formales para la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises

Las problemáticas de las áreas rurales en términos de saneamiento y abastecimiento de agua potable son bastante complejas y condicionan la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises. Basado en los beneficios que tiene este reciclaje para la gestión sostenible del recurso hídrico ante escenarios futuros de escasez hídrica, se hace necesario incentivar su ejecución en la población rural. En este sentido, también se ha detectado que existe una correlación casi perfecta entre la escasez hídrica y la pobreza (Fundación Amulen, 2019), lo que genera otra limitación. De hecho, datos recientes muestran que la implementación de métodos de reutilización de aguas grises no es rentable económicamente en el mediano plazo, siendo los costos de capital muy altos para propiciar un retorno importante por ahorro de agua (datos no publicados). Aun así, los sistemas pueden

generar beneficios sociales y ambientales que mejoran la sustentabilidad de los recursos hídricos en dimensiones no cuantificables.

Luego, se sugiere establecer subsidios permanentes del Estado que amorticen los costos de capital de esta implementación en áreas rurales. Sin estos incentivos y con las limitaciones de rentabilidad de los proyectos de reutilización de aguas grises se proyecta muy compleja su masificación en zonas rurales con escasez hídrica, problemas de abastecimiento y saneamiento y de pobreza. La presencia de estos incentivos potenciará el reúso hídrico y mejorará la calidad de vida de zonas rurales severamente afectadas por la sequía.

b) Generar instancias de apoyo técnico y capacitación multisectorial que propicie la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises

El limitado apoyo técnico en zonas rurales se traduce en que muchas iniciativas de reúso de aguas grises son atomizadas y tienen poca continuidad en el tiempo. Además, el involucramiento de entidades técnicas de apoyo, tal como las sanitarias, está limitado a las zonas urbanas por disposiciones legales, algo que implica que muchas capacidades potenciales no sean traspasadas a las comunidades rurales y se limite su desarrollo en diversos ámbitos relativos a los recursos hídricos.

Para abordar lo anterior se sugiere fortalecer las capacidades técnicas de las comunidades rurales de manera adicional a la institucionalidad, para así poder catalizar e incentivar el desarrollo de proyectos de reutilización de aguas grises. Para ello, la habilitación de entidades técnicas multisectoriales de apoyo, tales como fundaciones, empresas, ONG, universidades, centros de investigación, entre otros, contribuiría a apoyar el desarrollo de proyectos de este tipo, y permitiría reducir las limitaciones técnicas que desincentivan la implementación de estos sistemas. La formalización de estas entidades como facilitadores servirá como aliciente para estas zonas de manera de lograr sinergias efectivas en torno al reúso de aguas grises.

7. Conclusiones

La reutilización de aguas grises representa una gran oportunidad para responder activamente a la escasez de recursos hídricos que se proyecta hacia el futuro en Chile, y que impactará considerablemente a las comunidades y particularmente a las áreas rurales debido a su mayor fragilidad y vulnerabilidad. Esta investigación se enfocó en la potencial aplicación de la ley N° 21.075 en estas zonas y cómo se pueden establecer mejoras para lograr su implementación efectiva, eficiente y sustentable.

En este contexto y tras efectuar una recopilación, levantamiento y revisión de información disponible se pudo establecer que los principales problemas para la reutilización de aguas grises en Chile están asociados a: i) las incertezas que presentan los instrumentos legislativos y que generan obstáculos

para la implementación de la Ley N° 21.075, ii) la escasa comprensión de las realidades rurales, que hacen que aplicar la ley sea complejo, iii) la ausencia de una institucionalidad de apoyo que permita potenciar iniciativas de reúso de aguas grises; iv) la deficiencia de capacidades técnicas en las comunidades rurales, que se traduce en desincentivos para el levantamiento de proyectos de reutilización; v) la escasa coordinación entre actores clave, como el Estado, sanitarias y particulares; vi) la definición difusa de estándares técnicos y cómo llegar a aplicarlos en zonas rurales carentes de infraestructura de saneamiento; vii) la escasa validación formal de entidades técnicas de apoyo para el desarrollo de proyectos de reutilización, y viii) la ausencia de incentivos que potencien el desarrollo de proyectos de este tipo.

Si estos obstáculos permanecen se vislumbra muy poco factible la implementación efectiva de sistemas de reutilización de aguas grises en comunidades rurales, las que paradójicamente tienen una necesidad mayor de una gestión adecuada de los escasos recursos hídricos que disponen.

Los resultados de esta investigación proporcionan las siguientes conclusiones y propuestas alineadas con las problemáticas detectadas:

1. Se requiere una mayor precisión de la Ley N° 21.075 para reducir las apreciaciones e interpretaciones subjetivas. En ese sentido, el reglamento es una herramienta indispensable para que la norma se aplique transversalmente.
2. Se debe mejorar la redacción del proyecto de reglamento para determinar de forma previa y con certeza los requisitos legales y regulatorios en la implementación de sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises. También es necesaria la interacción con otras leyes y/o normativas para reducir las incertezas en interpretación de la ley.
3. Se debe definir la titularidad de dominio de las aguas tratadas y establecer una diferenciación entre los sistemas de tratamiento de pequeña escala y los de mayor escala.
4. La interacción entre el Estado, las sanitarias y los particulares debe potenciarse para propiciar una sinergia efectiva. Resulta clave para el éxito de la ley la coordinación entre estos tres actores.
5. La definición de estándares técnicos claros resulta fundamental para el desarrollo de proyectos de tratamiento y reutilización de aguas grises. Es necesario establecer normas técnicas complementarias que apoyen a la ley y establezcan lineamientos técnicos claros para su implementación en áreas rurales.
6. Resulta crítico dotar a las comunidades de capacidades técnicas de apoyo a través de asociaciones multisectoriales con entidades técnicas validadas por el Estado para incentivar el desarrollo del proyecto en el marco de la ley. Contar con sistemas simples de consulta para la solicitud de autorización y definiciones técnicas será un gran apoyo para las comunidades rurales.

7. Los altos costos de capital de los sistemas de reutilización de aguas grises en relación con el ahorro de agua se pueden transformar en un obstáculo insuperable para muchas comunidades rurales, lo que a la larga se traducirá en la imposibilidad de implementación de sistemas de reutilización. Por esta razón, es imperativo contar con incentivos formales y permanentes del Estado que apoyen el desarrollo de estos proyectos.

Las propuestas y recomendaciones emanadas de esta investigación buscan propiciar una implementación efectiva de la Ley N° 21.075 y evitar que se transforme en un instrumento que profundice la desigualdad existente entre las zonas rurales y urbanas, tal como ocurre con la infraestructura de saneamiento y el abastecimiento de agua potable. Es interés de los autores potenciar el reúso de agua de manera transversal manteniendo los estándares técnicos y de salud, pero precisando y flexibilizando aspectos que potenciaran la aplicación igualitaria de ley. El reúso de aguas grises para las comunidades rurales puede ser un gran salvavidas, pero para que esto ocurra es necesario que se puedan implementar estos sistemas.

La construcción de la propuesta de reglamento para la Ley 21.075 ha sido un proceso interdisciplinario conducido por expertos en diversas materias, incorporando las dimensiones técnica, legal, de salud humana y del ecosistema así como la dimensión económica. Sin embargo, a lo largo de la presente investigación los autores han visto la necesidad de enriquecer la reflexión en torno al reúso de aguas grises y la construcción del reglamento con una nueva dimensión: sociocultural. La heterogeneidad de realidades territoriales y disponibilidad del recurso hídrico a lo largo del país se entremezcla con la realidad sociocultural, la pobreza, las oportunidades, el nivel educativo y la identidad de cada asentamiento. Lo anterior, sumado a los costos y barreras legales identificadas, terminan por obstaculizar la construcción de proyectos de esta naturaleza en zonas rurales y/o de escasos recursos, las que paradójicamente presentan la mayor necesidad de agua.

Referencias

- Al-Wabel, M. I.** (2011). Simple system for handling and reuse of gray water resulted from ablution in Mosques of Riyadh City, Saudi Arabia. *International Conference on Environment Science and Engineering*, volumen 8, IACSIT Press, Singapur.
- Albalawneh, A. y Chang, T-K.** (2015). *Review of the greywater and proposed greywater recycling scheme for agricultural irrigation reuses*. *International Journal of Research—Granthaalayah*, 3(12), pp. 16–35.
- Allen, L., Christian-Smith, J. y Palaniappan, M.** (2010). Pacific Institute, 654, pp. 19–21.
- Arab Water Council.** (2012). Arab strategy for water security in the Arab region to meet the challenges and future needs for sustainable development 2010–2030. El Cairo.

- Boyjoo, Y., Pareek, V. K. y Ang, M.** (2013). *A review of greywater characteristics and treatment processes*. *Water Science and Technology*, 67(7), 1403-1424.
- Bravo, M. B.** (2011). Contexto legal: reutilización de aguas grises, SustentaBIT. 11a ed. Santiago, Chile: *Cámara Chilena de la Construcción*, pp. 34–38. Disponible en: <https://biblioteca.cchc.cl/datafiles/23333-2.pdf>. (Accedido: 10 de junio de 2020).
- Carvacho, B.** (2018). Reutilización de aguas grises: ahorra y cuida al planeta, Publímtero Chile. Disponible en: <https://www.publimetro.cl/cl/casas/2018/11/23/reutilizacion-aguas-grises-ahorra-cuida-al-planeta.html> (Accedido: 10 de junio de 2020).
- Cortolima** (s.f.) Disponible en: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_amoya/diagnostico/1211.pdf (Accedido: 11 de junio de 2020).
- Costa Rica.** (2007). Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Disponible en: <http://www.regenciaquimica.ucr.ac.cr/sites/default/files/33601-s-minae.pdf> (Accedido: 11 de junio de 2020).
- FAO.** (2016). Aquastat Main Database - Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en> (Accedido: 14 de octubre de 2020).
- Franco, M.** (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Fundación Amulén.** (2019). Pobres de Agua: Radiografía del agua rural en Chile. Disponible en: http://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf (Accedido: 15 de Julio de 2020).
- Galeano Díaz, A.** (2017). Optimización del recurso hídrico en nuevas construcciones para vivienda a través de la reutilización de aguas grises. Universidad Nacional de Colombia.
- Gross, A., Maimon, A., Alfiya, Y. y Friedler, E.** (2015). *Greywater reuse*. CRC Press.
- JECES** (Japan Education Center of Environmental Sanitation) (sin fecha) Johkasou Technology: Wastewater Treatment with Johkasou. Disponible en: <https://www.jeces.or.jp/en/technology/index.html#Develop> (Accedido: 21 de octubre de 2020).
- Lajaunie, M. L., Scheierling, S., Zuleta, J., Chinarro, L. y Vazquez, V.** (2011). *Chile-Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos* (Nº. 63392, pp. 1-84). The World Bank.
- Maeda, M., Nakada, K., Kawamoto, K., y Ikeda, M.** (1996). *Area-wide use of reclaimed water in Tokyo, Japan*. *Water Science and Technology*, 33(10-11), 51-57.
- Maiga, Y., Moyenga, D., Ushijima, K., Sou, M. y Maiga, A.** (2014). *Greywater characteristics in rural areas of the Sahelian region for reuse purposes: the case of Burkina Faso*. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, 27(1), 39-54.

- Maimon, A., Friedler, E. y Gross, A.** (2014). *Parameters affecting greywater quality and its safety for reuse*. *Science of the Total Environment*, 487, 20-25.
- McIlwaine, S. y Redwood, M.** (2010). *The use of greywater for irrigation of home gardens in the Middle East: Technical, social and policy issues*. *Waterlines*, 90-107.
- Ministerio de Desarrollo Económico.** (2000). Resolución N°. 1096 de 17 de noviembre de 2000. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Bogotá.
- Ministerio de Salud de Chile.** (2018). Proyecto de reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/02/Reglamento-Aguas-Gris.pdf> (Accedido: 10 abril de 2020).
- Ministerio de Obras Públicas (MOP).** (2017). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. Santiago, Chile. Disponible en: <https://dga.mop.gob.cl/Estudios/04 Resumen Ejecutivo/Resumen Ejecutivo.pdf>.
- Minister of Health.** (2010). *Canadian Guidelines for Domestic Reclaimed Water for Use in Toilet and Urinal Flushing*. Ottawa. Disponible en: www.healthcanada.gc.ca (Accedido: 11 de junio de 2020).
- Moreno, E.** (2006). Biofiltro una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades. *Water and Sanitation Program*, 11-14.
- Nolde, E.** (2005). Greywater recycling systems in Germany—results, experiences and guidelines. *Water Science and Technology*, 51(10), 203-210.
- NovaTec Consultants Inc.** (2004). Greywater Reuse Report. Disponible en: [https://www.crd.bc.ca/docs/default-source/water-pdf/november-2004---greywater-reuse-study-report-cover-page-\(novatec-consultants-inc-\).pdf?sfvrsn=0](https://www.crd.bc.ca/docs/default-source/water-pdf/november-2004---greywater-reuse-study-report-cover-page-(novatec-consultants-inc-).pdf?sfvrsn=0) (Accedido: 03 de Enero de 2021).
- NRMHC-EPHC-AHMC, N.** (2006). Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks (Phase 1). *National Water Quality Management Strategy*, Canberra, Australia.
- ONU-Agua.** (2010). Agua y Ciudades Hechos y Cifras. Zaragoza. Disponible en: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/swm_cities_zaragoza_2010/pdf/facts_and_figures_long_final_spa.pdf (Accedido: 03 de Enero de 2021).
- ONU-Agua.** (2017). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales, el recurso desaprovechado, UNESCO, Francia.
- ONU.** (2019). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos 2019 “No dejar a nadie atrás”. Technical report, UNESCO, Francia.
- Oteng-Peprah, M., Acheampong, M. A. y deVries, N. K.** (2018). Greywater characteristics, treatment systems, reuse strategies and user perception—a review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(8), 255.

- Rodríguez, C., Sánchez, R., Lozano-Parra, J., Rebolledo, N., Schneider, N., Serrano, J. y Leiva, E.** (2020). Water Balance Assessment in Schools and Households of Rural Areas of Coquimbo Region, North-Central Chile: Potential for Greywater Reuse. *Water*, 12(10), 2915.
- Santibáñez Quezada, F.** (2017). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. Agricultura Chilena: Reflexiones y Desafíos al 2030. Santiago, Chile: Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, pp. 147–178.
- Secretaría de Salud Honduras.** (1996). Acuerdo No 58-96 - Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/hon175670.pdf> (Accedido: 11 de junio de 2020).
- Sydney Water.** (2019). Water Conservation Report 2018-2019. Sydney. Disponible en: https://www.sydneywater.com.au/web/groups/publicwebcontent/documents/document/zgrf/mdq3/~edisp/dd_047419.pdf.
- USGS.** (2015). Total Water Use in the United States. Disponible en: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/total-water-use-united-states?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects (Accedido: 11 de junio de 2020).
- URSEA.** (2019). Agua y saneamiento, Texto Compilado de Normativas de URSEA. Uruguay. Disponible en: www.ursea.gub.uy (Accedido: 11 de junio de 2020).
- Ushijima, K., Ito, K., Ito, R. y Funamizu, N.** (2013). Greywater treatment by slanted soil system. *Ecological Engineering*, 50, 62-68.
- Villarroel Novoa, C.** (2011). Asociaciones Comunitarias De Agua Potable Rural En Chile: Diagnóstico y Desafíos. Disponible en: https://www.cooamel.cl/documentos/agua_potable/Asociaciones-comunitarias-de-agua-potable-rural-en-chile.pdf (Accedido: 3 de enero de 2021).
- World Bank.** (2019). World Databank—World Development Indicators. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> (Accedido: 14 de octubre de 2020).
- Yoshikawa, N., Shimizu, T., Amano K. y Nakajima, J.** (2019). Evaluation of Greywater Reclamation and Reuse System in a Japanese University Building. *Journal of the Asia-Japan Research Institute of Ritsumeikan University*, 1, 44-55.

CÓMO CITAR ESTE CAPÍTULO:

Leiva, E., Sánchez, R., Serrano, J., Schneider, N., Alvial, C., Rodríguez, C. (2021). Reutilización de aguas grises en Chile: propuesta de implementación en comunidades rurales como alternativa de mitigación para la escasez hídrica. En: Centro de Políticas Públicas UC (ed), *Propuestas para Chile. Concurso de Políticas Públicas 2020*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 173-209.

