



APLICABILIDAD DEL REGLAMENTO SOBRE EL REÚSO DE AGUAS GRISES EN CHILE

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN POLÍTICAS PÚBLICAS**

**Alumno: Ximena Soto Cáceres
Profesor Guía: Francisco J. Pino**

Santiago, diciembre de 2022



1. Presentación del Problema

En los últimos años, diferentes organizaciones e instituciones especializadas han advertido que el agua dulce y los recursos hídricos en general, están escaseando debido, principalmente, al crecimiento de la población, al desarrollo económico y social, y a los efectos del cambio climático.

En este escenario, Naciones Unidas estableció como uno de los pilares de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) cuyo fin es garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Chile, al igual que otros países de la región, también enfrenta esta dificultad que avanza bajo el contexto de cambio climático. Aunque a nivel global puede considerarse como un país privilegiado en materia de recursos hídricos, el escenario varía significativamente a lo largo del país. Las sequías son cada vez más frecuentes e intensas en la zona central, lugar donde se concentra la mayor densidad demográfica y los principales rubros económicos. La agricultura y la minería son actividades de uso intensivo de los recursos hídricos, y se llevan a cabo precisamente en regiones donde escasea el agua. Chile figura entre los 20 países con mayor riesgo hídrico en el mundo, de acuerdo al Instituto de Recursos Mundiales (WRI). Según el indicador de 2019, Chile se encuentra a una posición de ingresar a la categoría de riesgo extremo, compuesto por países de Medio Oriente, India, Pakistán y Botswana (Morales, 2021).

Bajo las circunstancias descritas anteriormente, las aguas residuales se han tornado una fuente alternativa de agua, cambiando el modelo de la gestión de aguas residuales de una economía lineal “tratamiento y eliminación” a una economía circular de “reutilización, reciclado y recuperación del recurso”. En este sentido, organismos internacionales promueven que las aguas residuales ya no se consideren como un problema que necesite solución, sino como parte de la solución a los retos que enfrentan las sociedades hoy en día y por esto surge la necesidad a nivel mundial de promover su reciclado y reutilización de manera segura e innovadora (Unesco WWAP, 2017).

Las aguas grises se definen como un tipo de agua residual, caracterizada por su origen residencial, proveniente principalmente del baño, duchas, lavaderos y lavatorios, excluyendo las aguas servidas que contienen excretas o aguas negras. Las aguas grises tienen una carga contaminante inferior a las aguas servidas domésticas que contienen aguas negras, por lo tanto, su tratamiento de depuración es más simple. La depuración de las aguas grises permite que puedan ser regeneradas para reutilizarse como agua de riego de jardines o en el llenado de estanques de inodoros, lo que conlleva beneficios desde un punto de vista medio ambiental, al mismo tiempo que supone un ahorro en el consumo de agua potable. No obstante, factores de índole sanitario, debido al riesgo que implica usar agua que no es potable dentro de las viviendas, económico y regulatorio, son algunas de las barreras que limitan la reutilización de aguas grises en Chile.

En el año 2018, después de cuatro años de tramitación, se dictó la ley N° 21.075, del Ministerio de Obras Públicas, que “Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises”, en adelante, indistintamente, la Ley, tanto en el área urbana como en la rural, para uso urbano, recreativo, ornamental, industrial y ambiental, con el fin de establecer medidas para enfrentar la crisis hídrica, dando un uso eficiente del agua en cada cuenca. Quedó establecido en la Ley que el Ministerio de Salud debe dictar el reglamento en que se debe detallar los requisitos de los sistemas de reutilización para cada uso autorizado, las calidades específicas del efluente tratado y las exigencias de control de su funcionamiento, entre otros temas. Pero, lamentablemente, dicho texto reglamentario aún no ha sido dictado.



Una primera versión de dicho reglamento fue presentada el 15 de enero de 2018, mediante el Decreto N°5, pero éste fue devuelto con observaciones por la Contraloría General de la República (CGR). Posteriormente, el 12 de mayo de 2021, mediante Resolución Exenta 404 del Ministerio de Salud (MINSAL), una nueva versión del “Reglamento sobre Condiciones Sanitarias Básicas para la Reutilización de Aguas Grises”, en adelante, el Reglamento, se sometió a consulta pública; sin embargo, su publicación aún se encuentra pendiente y está condicionada por la toma de razón por parte del ente contralor¹.

El presente trabajo busca responder si es factible aplicar el reúso de aguas grises en Chile, de acuerdo con las exigencias del futuro Reglamento, en términos administrativos, económicos, y de monitoreo y control. También busca verificar si los estándares exigidos otorgan seguridad sanitaria a la población y al medioambiente. Para ello, se revisan documentos académicos, técnicos preparados para la discusión parlamentaria, otros de instituciones públicas, como el Ministerio de Obras Públicas (MOP), la Dirección General de Aguas (DGA), de instituciones internacionales, como las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre las aguas grises, entre otros. El estudio contiene un análisis comparativo de las exigencias de otros países que actualmente tienen implementado el reúso de las aguas grises, respecto del uso y la calidad del agua tratada, entre otros aspectos.

¹ El 12 de agosto de 2022 se ingresó a la CGR una tercera versión del Reglamento (Decreto 40 de 20 abril de 2022 del MINSAL), el cual no fue sometido a consulta pública, y con fecha 05 de diciembre de 2022 fue retirado por dicho Ministerio para someter a un nuevo estudio la materia que trata.



2. Caracterización del Problema y sus Tensiones

Reúso de aguas grises como gestión eficiente del agua

Disponibilidad de recursos hídricos

De acuerdo con estudios realizados por la DGA, el cambio climático ha afectado severamente la disponibilidad de recursos hídricos en el país. Los resultados de las actualizaciones del Balance Hídrico Nacional de 2018 y 2019, muestran, para las macrozonas norte y centro, una clara tendencia a la baja en las precipitaciones y una disminución progresiva de los caudales en los ríos. En conjunto, las alzas en temperaturas e isoterma cero, están produciendo deshielos prematuros y precipitaciones líquidas sobre la reserva nival, que generan mayores escorrentías y disminuyen las reservas de agua en cordillera, principalmente de glaciares. En los últimos años se ha observado una disminución sostenida y creciente en la disponibilidad de recursos hídricos, de entre un 20% y 50% en las macrozonas sur y norte-centro, respectivamente, la que se proyecta sigan en déficit en los próximos 30 años (Mesa Nacional del Agua, 2020).

Uso del agua dulce

El consumo de agua en Chile ha aumentado en los últimos años, producto del crecimiento demográfico y económico del país. Las extracciones de agua ascienden a 4.900 m³ /s, equivalentes a 166 mil millones de m³ /año (DGA, 2017). De éstos, el 7% corresponde a extracciones consuntivas de agua. El sector agrícola es el mayor usuario de agua consuntiva en Chile con un 72%, seguido por el agua potable, consumo industrial y uso minero, con el 12%, 7% y 4%, respectivamente (el 5% restante está asociado al sector pecuario y al uso consuntivo en generación eléctrica). Hacia el futuro se proyecta que la demanda de agua siga creciendo. En este sentido, estudios de la DGA (2017) proyectan un aumento de 4,5% en la demanda consuntiva al 2030, y de 9,7% al 2040 (Mesa Nacional del Agua, 2020).

El reúso de las aguas grises se ha tornado una opción para combatir la escasez de agua, como ocurre en zonas semidesérticas o con acuíferos pobres, o donde existe sobreexplotación del recurso. En estos casos, el agua de mejor calidad se reserva para agua potable y las aguas grises pueden suplir otras demandas, por ejemplo, para ciertos procesos industriales, riego, descarga de WC y lavado de ropa, dependiendo de la tecnología utilizada en su tratamiento. Otra razón para aprovechar estas aguas es cuando el recurso hídrico es muy costoso, sea vinculado a su escasez, como en el norte de Chile, ya que la alternativa es desalar agua, o porque la tarifa de agua es alta. Además, el reúso de agua permite reducir la demanda de agua cruda, así como el tratamiento de aguas servidas, evitando sobrecargar los sistemas de alcantarillado, dilatando la inversión por expansión de éste. Finalmente, cabe considerar que las aguas grises poseen un relativo bajo nivel de nutrientes y patógenos, por lo que pueden ser tratadas utilizando tecnologías simples (Ahumada, 2017; OMS, 2006).

Para dimensionar el potencial aporte del reúso de las aguas grises, de acuerdo con datos entregados por la OMS (2006), el 68% del total de las aguas servidas de un domicilio, corresponde a aguas grises, incluyendo las aguas usadas en la cocina. El valor citado sería de un 61% sin considerar estas últimas. Estos datos fueron estimados en base a una familia de 4 personas con una dotación aproximada de 180 litros/persona/día. En cuanto al ahorro, la reutilización de aguas grises para el llenado del inodoro y el riego de jardines tiene un potencial estimado para reducir el consumo de agua doméstica en hasta un 50% según (Maimon et al., 2010 citado en Baeza, 2017).



Aspectos necesarios para alcanzar una economía circular respecto del agua

De acuerdo con un estudio de la UNESCO (2017) para alcanzar una economía circular respecto del agua (reutilización, reciclado y recuperación), se necesita crear un ambiente propicio para el cambio, lo que requiere desarrollar los siguientes aspectos, y bien podrían representar tensiones para poder implementar el reúso de las aguas grises en Chile:

- Marco jurídico y normativo adecuado;
- Recuperación de costos y mecanismos de financiamiento apropiados;
- Reducir al mínimo los riesgos para las personas y el medio ambiente;
- Creación de conocimientos y capacidades;
- Conciencia pública y aceptación social.

Marco jurídico en desarrollo

En Chile, durante los años 1999 y 2015, diversos organismos, bajo diferentes gobiernos, implementaron políticas y estrategias para el aprovechamiento eficiente del recurso hídrico (Mesa del Agua, 2020), sin embargo, fue la Política Nacional de Recursos Hídricos de 2015 la que hizo mención al reúso de las aguas grises, impulsando cambios regulatorios y presupuesto para ello. Como se dijo, en febrero de 2018 se publicó la ley N° 21.075, que “Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises”. Cuatro años más tarde aún no tiene su correspondiente Reglamento aprobado, lo que significa una barrera que impide darle operatividad. Durante el 2021, se sometió a consulta pública una segunda versión de él, y es el que se analiza en el presente documento.

En diciembre de 2020 se publicó el proyecto de Decreto N° 10 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que modifica el Decreto Supremo N°47, de Vivienda y Urbanismo, de 1992, “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones” (OGUC), en lo relativo a establecer los trámites y requisitos de los permisos de loteo y edificación que incorporen sistemas de reutilización de aguas grises. La OGUC establece que deberán contar con un sistema de reutilización de aguas grises, las edificaciones cuya superficie edificada sea igual o superior a 5.000 m², exceptuando el caso de las viviendas, donde esto será optativo. Además, las edificaciones que cumplan con lo siguiente, también deberán contar con un sistema de reutilización de aguas grises:

Tabla N°1: Carga de ocupación sobre la cual se debe implementar un sistema de reutilización de aguas grises

| Tipo de edificaciones | Zona urbana o rural | |
|---|--|---|
| | Regiones Arica y Parinacota a Valparaíso | Regiones Metropolitana a Magallanes y Antártica Chilena |
| Hospedaje y servicios | 100 | 250 |
| Educación | 500 | 1000 |
| Comercio | 250 | 500 |
| Terminales (terrestres, ferroviarios, portuario, aeroportuario) | 500 | 500 |

Fuente: Elaboración propia en base al Decreto N°10 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Probablemente, a futuro haya que incorporar cambios al Decreto N°50 del Ministerio de Obras Públicas, de 2002, que “Aprueba el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y de Alcantarillado” (RIDAA), con el fin de reglamentar los aspectos técnicos de la reutilización de aguas grises en los artefactos sanitarios.



Financiamiento y recuperación de costos

Un desafío importante para el éxito en la implementación del Reglamento dice relación con el financiamiento requerido para implementar estos sistemas de reutilización de aguas grises, es una cuestión clave que limita la demanda e incorporación de las tecnologías de tratamiento, ya que su costo de capital inicial resulta ser alto en relación al costo del agua y la alternativa de continuar utilizando agua de fuente natural. Además, debe considerarse los correspondientes costos de operación y de mantención de la infraestructura (Baeza, 2017).

La Ley estableció incorporar una modificación al Decreto con Fuerza de Ley N° 70, Ministerio de Obras Públicas, de 1988, que contiene la “Ley de Tarifas de los Servicios Sanitarios”, tal que se considere el menor costo que exista en cada etapa producto de la recolección, tratamiento y disposición separada de las aguas grises, para lo cual los procesos de fijación de tarifas deberán determinar un factor de descuento que dé cuenta del menor uso de las redes y sistemas de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas.

La medida anterior podría ser insuficiente frente a los costos involucrados: costo del sistema de tratamiento, de operación y mantenimiento (productos químicos, electricidad, monitoreo y mantenimiento periódico), y de adaptación de las instalaciones para separar las aguas, en el caso de infraestructura ya construida. Por otro lado, el reúso de aguas grises permite reducir entre un 30% y 50 % el consumo de agua potable (Homsí, 2010), sin embargo, los costos del agua para el hogar son tan bajos² que el tiempo de recuperación de la instalación de un sistema de aguas grises puede ser de más de 20 años. (Allen, 2013).

Es importante la participación de los usuarios residenciales en el reúso de aguas grises, para quienes hacerlo es facultativo, debido a que representan el 85%, en promedio, del consumo de agua potable producida por las empresas sanitarias³ (SISS, 2022).

Reducción de riesgos a la salud pública y el medio ambiente

Las aguas grises contienen contaminantes microbiológicos (bacterias como los coliformes fecales, parásitos, virus, etc.) y químicos (jabones, detergentes, grasas, materia orgánica, etc.), provenientes del lavado del cuerpo y de la ropa, que deben ser controlados previo a su utilización, porque de lo contrario podrían presentarse brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, agua y vectores, así como la contaminación y la pérdida de biodiversidad. Es decir, se requieren normas sanitarias que garanticen el control de los riesgos asociados a estas aguas residuales, para proteger la salud pública, el agua subterránea y superficial, la tierra y la vegetación (Cruz, 2017; OMS, 2006).

Para enfrentar estos riesgos, la Ley estableció que el MINSAL debe indicar en el Reglamento las condiciones sanitarias que deben cumplir los sistemas de reutilización de aguas grises, como la calidad del efluente tratado y su respectivo monitoreo.

Creación de conocimientos y capacidades

De acuerdo con la UNESCO (2017), los datos y la información sobre generación, tratamiento y uso de aguas residuales son esenciales para los tomadores de decisiones, con el fin de elaborar planes de acción nacionales y locales destinados a la protección del medio ambiente, y al uso seguro y productivo

² Las tarifas por metro cúbico de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas vigentes en diciembre de 2021 fueron desde 0,97 USD en SMAPA y 1,22 USD en Aguas Andinas, hasta 2,90 en Aguas Chañar y 3,04 en Aguas Patagonia, de acuerdo con el “Informe de gestión del sector sanitario 2021” de la SISS.

³ Las empresas sanitarias prestan servicios dentro del territorio operacional concesionado y de acuerdo con la información entregada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (2021), el 82% de la población en Chile se encuentra dentro del territorio operacional concesionado, por lo tanto, urbano.



de las aguas residuales. Es esencial disponer de los niveles adecuados de capacidad humana con el fin de mejorar la gestión de las aguas residuales, esto incluye, la capacidad organizativa e institucional en el sector de la gestión de las aguas.

A la fecha, el país no cuenta con experiencias consolidadas en materia de reutilización de aguas grises tratadas. Ello sin perjuicio de existir experiencias piloto puntuales de distintas dimensiones (Mesa del Agua, 2022). Se trata, principalmente, de instituciones educacionales sustentables que reúsan el agua para riego, algunas financiadas por el Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, otras por Fundación Chile, Fundación Un Alto en el Desierto, Club de Rotarios, entre otros patrocinadores.

Por otro lado, la institucionalidad vigente para la gestión del agua en Chile presenta una serie de problemáticas tales como: i) falta de consolidación e integración de la información generada por las instituciones involucradas en la gestión del agua; ii) inadecuada delimitación y coordinación de funciones entre organismos; iii) ausencia de una autoridad política superior que coordine las funciones e instituciones del Estado en materia hídrica; y, iv) falta de coordinación de los actores responsables de la gestión del agua a nivel local, en una misma unidad geográfica; entre otras (Mesa del Agua, 2020).

Conciencia pública y aceptación social

El uso de aguas residuales se enfrenta a menudo a un fuerte recelo por parte del público debido a la falta de conciencia y confianza en lo referente a los riesgos para la salud humana. La sensibilización y la educación son las principales herramientas para superar las barreras sociales y culturales de los consumidores (Unesco WWAP, 2017). Este punto fue considerado en la Ley, en su artículo 11: “Las autoridades competentes podrán elaborar programas educativos y de capacitación sobre el sistema de reutilización de aguas grises, así como diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización en la materia”. A la fecha no se tiene antecedentes de estos programas.



3. Metodología

El presente AFE buscar responder a la interrogante de si es factible implementar el reúso de aguas grises en Chile, de acuerdo con las exigencias del futuro Reglamento, en términos administrativos, económicos y de monitoreo del efluente generado, y verificar, además, si los estándares exigidos brindan seguridad sanitaria a la población y al medioambiente.

Para lograr este objetivo, se revisaron documentos académicos, asesorías técnicas parlamentarias asociadas a la discusión de la Ley, informes preparados por organismos públicos como el MOP, la DGA y también por organismos internacionales como la OMS y la UNESCO, finalmente, se revisaron documentos referentes a experiencias internacionales en el reúso de aguas grises.

Una primera parte de este trabajo pretende describir brevemente la Ley y su futuro Reglamento e identificar dificultades y/o bondades de sus exigencias.

Algunas dificultades que se presentan en el presente análisis es que el Reglamento estudiado no necesariamente será el que se publique definitivamente. También, cabe mencionar que este es un análisis ex ante, debido a que, actualmente, no se dispone de experiencia o estadística, salvo casos puntuales de reúso de aguas grises en el país.

Posteriormente, se identifica y analiza el marco regulatorio internacional más relevante relacionado con el manejo de las aguas grises, de modo tal de poder comparar los criterios y principios considerados en el futuro Reglamento. Para luego concluir sobre la simpleza o no de la implementación de éste.

Los países con los que se hace la comparación son, principalmente, Australia y Estados Unidos, por ser considerados líderes⁴ en políticas de aguas grises (Allen, 2013; Homsí, 2010; OMS, 2006). La comparación se acota a la definición de aguas grises, usos permitidos, calidad de efluente y monitoreo.

Dentro de las limitaciones de la revisión internacional se encuentra el acotar el análisis a pocos países, existiendo el riesgo de omitir experiencias que puedan asemejarse a nuestro país.

⁴ La regulación de las aguas grises surgió en 1989 en Santa Bárbara, California, extendiéndose seguidamente a otras cuatro comunidades y luego a todo el estado en el año 1992. En el 2010 existían cerca de dos millones de sistemas de aguas grises en California (Homsí, 2010).



4. Análisis y Experiencia Comparada

Consideraciones generales de la Ley

La Ley reconoce la reutilización de aguas grises tratadas tanto en las áreas urbanas como rurales, e indica que ésta puede implementarse en inmuebles domiciliarios individuales o colectivos (condominios, edificios, etc), y en sistemas de interés público. En los sistemas domiciliarios, el reúso debe realizarse al interior del inmueble en que se producen y tratan las aguas grises.

Los sistemas de interés público sólo podrán ser de iniciativa municipal, del Servicio de Vivienda y Urbanización o de administración del Estado, destinados a satisfacer un interés de esta especie como el riego de áreas verdes, parques o centros deportivos públicos, sistemas que se destinen a la protección, preservación y/o conservación de Áreas Protegidas, o que beneficien a un establecimiento educacional público. La gestión de dichos sistemas será licitada para la contratación de operadores competentes, de forma directa o, a través de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Los sistemas de reutilización de aguas grises requerirán aprobación del proyecto y autorización de funcionamiento de la SEREMI de Salud. Por su parte, la fiscalización corresponderá a la SISS y a la autoridad sanitaria, en el marco de sus competencias.

La reutilización se permite para los siguientes usos:

1. Urbanos: riego de jardines, descarga de aparatos sanitarios.
2. Recreativos: riego de áreas verdes, campos deportivos con libre acceso al público.
3. Ornamentales: riego de áreas verdes sin acceso al público.
4. Industriales: aguas de procesos industriales a excepción de la industria alimentaria, y fines de refrigeración no evaporativos.
5. Ambientales: riego de especies reforestadas, mantención de humedales y otros usos que contribuyan a la conservación y sustentabilidad ambiental.

Las aguas grises se prohíben para usos que pongan en riesgo la salud de las personas, como: consumo humano, agua potable y riego de hortalizas de consumo crudo, a ras de suelo, o para alimentar animales, entre otros.

Consideraciones generales del Reglamento

El Reglamento fija las condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises. A continuación, se mencionan algunos de los aspectos considerados relevantes:

Definición de aguas grises: aguas servidas domésticas residuales provenientes de las tinas de baño, duchas, lavaderos, lavatorios y otros, excluyendo las aguas negras.

Entre sus disposiciones administrativas, se encuentran los requisitos para solicitar la aprobación de un proyecto y autorización de funcionamiento del sistema de reutilización de aguas grises, éstos son: memoria técnica y planos, volumen de aguas grises generado, capacidad de infiltración del suelo en caso de riego, manual de operación, entre otros. Se debe publicar la resolución de autorización en el diario a excepción de pequeños volúmenes tratados, los cuales no fueron definidos. Cabe mencionar que los proyectos que contemplen plantas de tratamiento deben ser realizados por ingenieros civiles.

El responsable del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento es el propietario del inmueble o administrador del sistema de reutilización.



Respecto a las consideraciones de diseño, se exige:

- Conexión con el sistema de alcantarillado para evacuar las aguas grises en caso de emergencias o mantenimiento del sistema.
- Absoluta independencia del servicio de agua potable y de recolección de aguas lluvia.
- Prohibición de almacenar aguas grises sin tratamiento.
- Planta de tratamiento y dispositivos del sistema de reutilización protegidos del acceso de personas ajenas a la operación y de animales domésticos.
- Tuberías de aguas grises, con y sin tratamiento, deben ser de color morado y siempre estar bajo las tuberías de agua potable.

En relación al almacenamiento de aguas grises, solicita:

- Estanques con tapa y protegidos, para evitar el ingreso de insectos y roedores.
- Contar con suministro de agua potable para labores de limpieza y para completar volumen requerido para el uso previsto.
- Tiempo máximo de almacenamiento de aguas grises tratadas: 48 horas.
- Limpieza anual de los estanques de almacenamiento.

Respecto de los requisitos de operación, se indica:

- Todo sistema debe contar con su manual de operaciones.
- Capacitación de personal (excepto viviendas individuales).
- Prohibición del vertido de sustancias peligrosas a los artefactos sanitarios que generan aguas grises para reúso.
- En actividades de riego, evitar sobresaturación del terreno, estancamiento de aguas y escurrimientos fuera del área regada.
- Manejo de lodos de acuerdo a normativa vigente.

Se define la calidad de las aguas grises tratadas solo para tres de los usos definidos: urbanos, recreativos y ornamentales (ver Tabla N°2). El Reglamento indica que, para los usos industriales y ambientales la autoridad sanitaria fijará las condiciones que deberá cumplir el sistema de reutilización.

Tabla N°2: Calidad del efluente tratado de aguas grises según su uso

| Parámetro | Unidad | Urbano | Límite Máximo | | |
|----------------------|------------|---------------------|-------------------|----------------------|------------|
| | | | Recreativo | | Ornamental |
| | | | Riego Superficial | Riego Subsuperficial | |
| DBO5 | mg/l | 10 | 30 | 240 | 70 |
| SST | mg/l | 10 | 30 | 140 | 70 |
| CF | UFC/100 ml | 10 | 200 | 1000 | 1000 |
| Cloro libre residual | UNT | $0,5 \leq X \leq 2$ | $0,5 \leq X < 2$ | - | - |
| Turbiedad | mg/l | 5 | 10 | - | 30 |

SST: Sólidos suspendidos totales; DBO5: Demanda biológica de oxígeno; CF: Coliformes fecales

Fuente: Elaboración propia en base al proyecto de Reglamento

Respecto del monitoreo y autocontrol, el tipo de muestra se determinará de acuerdo al volumen diario de aguas grises tratadas generadas, conforme se indica en la siguiente tabla:



Tabla N°3: Frecuencia y tipo de muestreo para monitoreo de autocontrol

| Caudal de descarga (m ³ /día) | Tipo de muestra | Frecuencia |
|---|-----------------|------------|
| <= 14 | Puntual | Trimestral |
| <14 | Compuesta | Mensual |

Fuente: proyecto de Reglamento

En viviendas individuales se deberá realizar control de cloro libre residual con frecuencia semanal. Las demás instalaciones que les corresponda controlar cloro libre residual, deberán realizar mediciones diarias. El muestreo deberá ser realizado por laboratorios de ensayo con acreditación nacional o internacional en la norma ISO/IEC 17025.

Análisis comparado

A nivel internacional, existe una diversidad de enfoques en la regulación de aguas grises, que van desde leyes con pocas restricciones hasta normas que las prohíben en todas las circunstancias. Hay países donde no existen políticas claras sobre aguas grises y su uso puede estar indirectamente regulado por códigos de construcción, gasfitería o salud (Allen, 2010). En cambio, en otros países, incluyendo 29 estados de Estados Unidos, Australia, Japón, Alemania, Chipre, Arabia Saudita Omán y Jordán el reúso de las aguas grises está regulado por ley (Shomera, s.f.).

Australia, como parte de su política nacional, ha desarrollado las Directrices Nacionales para el Reciclaje del Agua, las cuales se complementan con normas asociadas a los servicios de agua. Los gobiernos estatales son los responsables de establecer los requisitos para la reutilización segura de las aguas residuales. Y los gobiernos locales son los encargados de las aprobaciones de instalación y operación de los sistemas de reutilización de aguas residuales. Este proceso de aprobaciones generalmente es administrado por los funcionarios de salud y/o medioambiente de cada gobierno local (Stevens, 2021). Estados Unidos, en cambio, no tiene una política nacional de aguas grises, dejando la regulación de este recurso a los estados (Allen, 2013), los cuales han escogido, principalmente, los códigos de gasfitería para regular las aguas grises (ver Anexo N°1). Generalmente, los sistemas domiciliarios in situ son legales si cumplen con lineamientos generales de salud y seguridad establecidos en su respectiva norma, no requiriendo permiso para su instalación en algunos casos, como sucede en los estados de Arizona, Nuevo México, Washington, Oregon y California, elaborados con un enfoque escalonado explicado más adelante (Stevens, 2021).

En general, se advierte que la recolección separada de las aguas grises se establece en términos facultativos, como es el caso de Australia, algunos estados de Estados Unidos y países de Europa, siendo excepcionalmente obligatoria en Japón, en edificios de superficie mayor a 30.000 m² y 5.000 m², en Tokio y Fukuoka, respectivamente (Lazarova, 2013; Stevens, 2021). El marco regulatorio chileno incluye la obligatoriedad de sistemas de reutilización según se describió más arriba.

A nivel residencial se advierte consenso en Australia y Estados Unidos que el destino predilecto para usar las aguas grises que son tratadas in situ es del tipo urbano y las restricciones aplican para actividades que pongan en riesgo la salud de la población. Por otra parte, las exigencias al tratamiento varían conforme al uso asignado al agua gris reciclada y su mayor o menor contacto con las personas (Stevens, 2021).

Diferente postura tiene Israel que prohíbe usar aguas grises en casas y edificios de departamentos, autorizando solamente su uso para regar jardines públicos y descargar inodoros en edificios públicos e industrias que cumplan con las pautas exigidas por el Ministerio de Salud el 2008 (Israel – Ministry of Health, s.f.). Singapur en cambio, dispone de cinco plantas que tratan las aguas grises de la ciudad,



y aunque su uso es principalmente industrial, puede ser utilizado para uso doméstico en situaciones de emergencia, incluyendo el consumo humano (Morales, 2022).

Australia y algunos estados de Estados Unidos⁵ exitosos en el fomento de reutilización de las aguas grises usan modelos basados en la “gestión del riesgo” o enfoque escalonado. Estos modelos distinguen los sistemas de tratamiento de aguas grises según la fuente, los volúmenes de generación y los usos permitidos, combinado con un conjunto de buenas prácticas. Cuanto mayor sea el nivel de tratamiento, mayor es la calidad del efluente y, por consiguiente, se tiene más opciones de reúso. Los estados que han legislado con enfoque escalonado, consideran válidos tres sistemas para el reúso de aguas grises en domicilios individuales (Stevens, 2021):

- Almacenamiento manual en un balde (para riego, no requiere tratamiento ni autorización);
- Dispositivos de separación de aguas grises (para riego subsuperficial, no requiere planta de tratamiento ni desinfección);
- Sistemas de tratamiento de aguas grises.

Sin embargo, también hay estados que no permiten el reúso de aguas grises sin tratamiento en domicilios, como Tasmania.

El Reglamento no hace referencia al volumen de aguas grises generado y exige una única calidad del efluente para el uso urbano, independientemente si se usará para riego o para llenado del estanque del inodoro (ver tabla N°2).

Con respecto a la definición de aguas grises, la OMS (2006) excluye las aguas generadas en la cocina y el lavavajillas debido al alto contenido de bacterias y materia orgánica. En el caso de Australia, cada estado evalúa su consideración. En Estados Unidos, los estados que cuentan con legislaciones en el reúso de aguas grises in situ a nivel residencial con enfoque escalonado, excluyen aquellas aguas provenientes de los lavaplatos y lavavajillas (Stevens, 2021). Nuestro Reglamento no hace mención al agua proveniente de la cocina, pero podría estar considerada en “otros”.

En relación a la calidad del efluente requerido, los límites establecidos en el Reglamento son similares a los recomendados por la OMS (2006) y por la United States Environmental Protection Agency (EPA, 2012), como se puede ver en Anexo N°2.

Respecto a los costos de implementación, un estudio de costo - beneficio hecho en Los Angeles, California, estimó que los sistemas de tratamiento para volúmenes pequeños de 1,2 a 1,6 m³/d pueden costar entre 6.000 a 13.000 USD, y los costos de operación y mantenimiento alcanzan los 200 – 900 USD al año (Yu, 2015). El estudio sugiere que el reúso es económicamente conveniente en domicilios colectivos en comparación con los domicilios individuales, debido a los altos costos de tratamiento. Otras valorizaciones se encuentran en Anexo N°3.

El estudio anterior, concluye que el reciclaje de aguas grises in situ puede reducir la demanda de agua potable en un 27 % y un 38 % en domicilios individuales y colectivos, respectivamente. Sugiriendo que con una participación del 10% de las viviendas podría reducirse la demanda de agua potable de la ciudad en 2%, conllevando a una reducción de consumo de energía asociada al tratamiento.

En cuanto a las formas de financiamiento, el gobierno de Australia ha otorgado reembolsos domésticos de hasta 500 AUD para nuevos proyectos de aguas grises. La literatura sugiere analizar formas de financiamiento utilizadas en sectores con restricciones similares, por ejemplo, brindar

⁵ Arizona, California, Nuevo México, Oregón y Washington (Stevens, 2021)



financiamiento de bajo o nulo interés para la compra e instalación del sistema de reutilización, o usar el modelo de aporte de terceros, entre otros (Yu, 2015; Allen, 2010).

5. Conclusiones

Actualmente, en Chile casi la totalidad de las aguas grises generadas se tratan en las plantas de tratamiento de aguas servidas de las ciudades, y tampoco se dispone de experiencia consolidada en el reúso de aguas grises tratadas, salvo algunos casos más bien a pequeña escala en algunos colegios y municipios a título de proyectos piloto. Esta situación se espera que cambie cuando se haga efectiva la publicación del Reglamento que lo regula.

Una dificultad para la implementación del reúso de aguas grises es que requiere de infraestructura que actualmente no existe en los inmuebles, y que es necesario financiar e implementar. Por ello, se prevé que la ley serviría más bien para zonas en construcción que en el sistema que actualmente dispone la ciudad, o para zonas rurales donde sea más sencilla la intervención de cañerías para estos fines. Aunque el reúso de aguas grises tratadas permite disminuir el consumo de agua potable y conlleva a un ahorro de dinero a las familias que opten por estos sistemas, de todas maneras, puede ser costoso readecuar las actuales instalaciones domiciliarias junto con el gasto adicional de operación y mantención, frente a la alternativa de continuar utilizando agua de fuente natural. Por ello se prevé necesario formas de financiamiento atractivas para los usuarios.

Algunas limitantes que se observan de Ley y Reglamento son:

- La Ley establece que las aguas grises tratadas pueden ser utilizadas con fines: urbanos, recreativos, ornamentales, industriales, y ambientales. Sin embargo, prohíbe su uso para la producción de agua potable. Medida que tuvo que implementar Singapur en situaciones extremas, las cuales podrían presentarse en el norte de nuestro país.
- Los sistemas de interés público deben ser de propiedad o administración municipal, del Servicio de Vivienda y Urbanización o de cualquier otro órgano de la administración del Estado. Éstos pueden recibir el aporte de aguas grises de otros inmuebles para su tratamiento y reutilización. Sin embargo, con la restricción de propiedad y/o administración, no pueden acceder al reúso con aporte de otros inmuebles todos aquellos parques particulares tales como los cementerios privados, canchas particulares, entre otros, lo cual podría ser ineficiente con el recurso.
- La propuesta de Reglamento debiera establecer claramente los estándares a considerar para los usos industriales y ambientales, dado que sólo indica la calidad exigida para uso urbano, recreativo y ornamental. Es importante tener esas definiciones para que quienes tengan interés en implementar este tipo de sistemas, puedan hacerlo sin incertidumbres al respecto.
- El Reglamento exige una calidad única para el uso urbano, independientemente del destino del agua. Cuanto mayor sea el nivel de tratamiento, mayor es la calidad del efluente y, por consiguiente, más opciones de reúso se tiene. Los distintos usos urbanos: riego y recarga de inodoro, requieren calidades distintas. Esto es recogido por las legislaciones internacionales, sin embargo, el proyecto de Reglamento no lo hace.
- Hay aspectos del Reglamento que pueden hacer compleja la implementación del reúso de aguas grises en domicilios individuales, como que el sistema de tratamiento incluya una planta que debe ser diseñada por ingenieros civiles, y luego de autorizada por la SEREMI de Salud, debe publicarse en el diario, descartando formas más simples de reúso aplicadas en otros países como el almacenamiento en baldes, o los dispositivos de separación de agua que se utilizan



para el riego. Además, el monitoreo mediante laboratorios certificados puede ser difícil, más aún si se trata de domicilios ubicados en zonas rurales.

Respecto al marco normativo, probablemente se deba actualizar el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y de Alcantarillado (RIDAA – D.S. MOP N°50 /2002) dado que no hace referencia a la reutilización de las aguas grises.

Será necesario evaluar los siguientes aspectos ambientales y sanitarios una vez implementados los sistemas de reúso:

- El reúso de aguas grises puede provocar que el alcantarillado reciba aguas domiciliarias altamente concentradas, lo que producirá que la calidad del caudal afluente a las plantas de tratamiento de aguas servidas sea diferente a aquellas para las cuales fueron diseñadas.
- Potencial contaminación de cursos de aguas subterráneos y/o acuíferos, derivados de la percolación de las aguas grises tratadas.
- Posibles efectos ambientales debido a generación de olores y proliferación de vectores.
- La instalación y operación de estos sistemas pueden conllevar un riesgo alto para la salud pública si los usuarios no están capacitados para una adecuada operación.

Se concluye que el éxito en la implementación del Reglamento para usar las aguas grises tratadas se relaciona con diferentes aspectos: técnicos, regulatorios, económicos y culturales.



Anexo N°1: Normativas y directrices de Estados Unidos y Australia

Tabla N°4: Principales marcos regulatorios o directrices de gestión de aguas grises en estados de Estados Unidos con enfoque escalonado

| Estado | Marco Normativo General | Directrices / Guías |
|--------------|---|--|
| Arizona | R18-9-701 ADEQ Administration Code Annotated Arizona Greywater Law Arizona Administrative Code R18-9-7 Direct Reuse of Reclaimed Water (2001) | Greywater Guidelines, Water CASA |
| California | California Plumbing Code (Chapter 16A Nonpotable Water Reuse Systems, 2010) | |
| Nuevo México | New Mexico Gray Water Reuse Rules Sections 809 and 810 of 20.7.3 NMAC (Section 1. Section 74-6-2 NMSA 1978 as amended) (2003) | New Mexico Gray Water Guide |
| Oregón | Oregon Administrative Rules CH 340 Division 53 Graywater reuse and disposal systems | |
| Washington | Chapter 90.46 RCW - Reclaimed Water Use Chapter 246-274 WAC - Greywater Reuse for Subsurface Irrigation, 2012 | Tier One Greywater System Checklist and Irrigation Area Estimation Tool, 2017 Guidance for Performance, Application, Design and Operation & Maintenance of Tier Two and Three Greywater Subsurface Irrigation Systems (Chapter 246-274 WAC), 2012 |

Fuente: Stevens, 2021

Tabla N°5: Principales marcos regulatorios o directrices de gestión de aguas grises in situ según territorio australiano

| Estado | Marco Normativo General | Directrices / Guías |
|------------------------------------|--|---|
| Australian Capital Territory (ACT) | All On-site Wastewater Management Public Health Act 1997 | Greywater Use: Guidelines for residential properties in Canberra 2007 |
| New South Wales (NSW) | All On-site Wastewater Management Local Government Act 1993 – Local Government (General) Amendment (Domestic Greywater Diversion) Regulation 2006 Environment and Health Protection Guidelines for On-site Sewage Management for Single Households, 1998 | Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines, 2005 Greywater Reuse in Sewered Single Household Residential Premises, 2008 |



| Estado | Marco Normativo General | Directrices / Guías |
|-------------------------|---|---|
| Queensland (QLD) | All On-site Wastewater Management The Plumbing and Drainage Act 2018 Plumbing and Wastewater Code, 2019 | |
| Northern Territory (NT) | All On-site Wastewater Management Public Health (General Sanitation) Regulations, 1997 Code of Practice for on-site wastewater Management, 2014 | Draft guidelines wastewater work design approval for recycled water systems, 2014. Guidance for Completion of Wastewater Works Design Approval Applications (WWDA), 2018 |
| Western Australia (WA) | All On-site Wastewater Management Health Act 1911 Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia, 2010 | Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water in Western Australia |
| South Australia (SA) | All On-site Wastewater Management South Australian Public Health Act 2011 On-site Wastewater Systems Code, 2013 | |
| Victoria (VIC) | All On-site Wastewater Management Environment Protection Act 1970 Land Capability Assessment Framework, 2014 Code of Practice – Onsite Wastewater Management, 2016 | |
| Tasmania (TAS) | All On-site Wastewater Management Plumbing Regulations 2004 Building Act 2016, Director’s Guidelines for On-site Wastewater Management Systems | Guide to Domestic Greywater Reuse, 2017 |

Fuente: Stevens, 2021



Anexo N° 2: Calidades de las aguas grises tratadas según NSF/ANSI y la OMS.

En el caso de Estados Unidos, en términos generales se ha adoptado la NSF/ANSI Standard 350 Onsite Residential and Commercial Water Reuse Treatment Systems y la NSF/ANSI Standard 350-1 Onsite Residential and Commercial Graywater Treatment Systems for Subsurface Discharge.

El estándar NSF/ANSI 350 es para sistemas de tratamiento de aguas grises residenciales con una capacidad de tratamiento nominal de hasta 1.500 gpd (5.7 m³/d). Los parámetros exigidos en la Norma 350 (Tabla N°6) se aplican de manera consistente a todos los sistemas de tratamiento, sean viviendas individuales (clase R) o colectivas e instalaciones comerciales (clase C), independientemente de su tamaño, aplicación o calidad del agua generada.

Tabla N°6: Resumen de los criterios para los efluentes – Estándar NSF/ANSI 350

| Parameter | Class R | | Class C | |
|---|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | Test Average | Single sample maximum | Test Average | Single sample maximum |
| CBOD5 (mg/l) | 10 | 25 | 10 | 25 |
| TSS (mg/l) | 10 | 30 | 10 | 30 |
| Turbidity (NTU) | 5 | 10 | 2 | 5 |
| E. coli 2 (MPN/100ml) | 14 | 240 | 2.2 | 200 |
| PH (SU) | 6.0-9.0 | NA 1 | 6.0-9.0 | NA |
| Storage vessel disinfection (mg/l) 3 | ≥0.5-≤2.5 | NA | ≥0.5-≤2.5 | NA |
| Color | MR 4 | NA | MR | NA |
| Odor | Nonoffensive | NA | Nonoffensive | NA |
| Oily film and foam | Nondetectable | Nondetectable | Nondetectable | Nondetectable |
| Energy consumption | MR | NA | MR | NA |

1 NA: Not applicable, 2 Calculated as geometric mean, 3 As total chlorine; other disinfectants can be used; 4 MR: Measured reported only

Fuente: Elaboración propia en base a EPA (2012) Guidelines for Water Reuse

Los sistemas de tratamiento de aguas grises que buscan certificación a través de la Norma 350-1 de ANSI/NSF para la descarga subterránea, deben cumplir con los parámetros exigidos en la tabla siguiente:

Tabla N°7: Resumen de los criterios para las descargas subterráneas – Estándar NSF/ANSI 350-1

| Parameter | Test Average |
|--------------------|----------------|
| CBOD5 (mg/l) | 25 |
| TSS (mg/l) | 30 |
| PH (SU) | 6.0-9.0 |
| Color | MR 1 |
| Odor | Non offensive |
| Oily film and foam | Non detectable |
| Energy consumption | MR |

1 MR: Measured reported only

Fuente: Elaboración propia en base a EPA (2012) Guidelines for water reuse



Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) son:

Tabla N°8: Límites permitidos para el reúso de aguas grises de acuerdo con el tipo de uso

| Test | Permitted limit | | |
|--------------------------------------|--|---|--------------------|
| | a) Irrigation of ornamentals, fruit trees and fodder crops | b) Irrigation of vegetables likely to be eaten uncooked | c) Toilet flushing |
| Biological oxygen demand BOD5 (mg/l) | ≤240 | ≤20 | ≤10 |
| Samples number | Sample/month | Two sample/month | Sample/month |
| Total suspended solids TSS (mg/l) | ≤140 | ≤20 | ≤10 |
| Samples number | Sample/month | Two sample/month | Sample/week |
| Faecal Coliforms (cfu/100 ml) | ≤1000 | ≤200 | ≤10 |
| Samples number | Two sample/month | Sample/two week | Sample/week |

Fuente: Elaboración propia en base a OMS (2006) Overview of graywater management: health considerations



Anexo N° 3: Costos de sistemas de reutilización de aguas grises de uso urbano.

| Tratamientos Uso Urbano | Australia y Estados Unidos* | Chile | Costos del sistema de acuerdo a distintos autores |
|---|--|--------------|--|
| Balde (no requiere tratamiento ni autorización) | Permitido | No permitido | Nulo |
| Dispositivos de separación aguas grises (riego subsuperficial, no requiere planta de tratamiento ni desinfección) | Permitido | No permitido | USD 100 a USD500 ⁱ |
| Sistema de tratamiento de aguas grises | Permitido | Permitido | <p>Sistema de tratamiento físico químico (estanques, filtros, bombas y tuberías) USD 1000 –USD 5000ⁱ</p> <p>Sistema de tratamiento biológico aeróbico (estanques, filtros, bombas, tuberías y bioreactores) USD 10.000ⁱ</p> <p>Sistema de tratamiento biológico (Remoción SST, DBO5 y turbiedad) Capacidad 1,2 a 1,6 m3/d USD 6.000 a USD 13.000ⁱⁱ</p> <p>Escuelas (Chile) (estanques, filtros, bombas, tuberías, sin mano de obra) \$1.200.000 a \$3.500.000ⁱⁱⁱ</p> <p>Casas (Chile) reúso de agua de lavadora (estanque hasta 1 m3, biofiltro y materiales sin mano de obra) \$950.000ⁱⁱⁱ</p> |

Fuente: Elaboración propia

* Estados con manejo de riesgos.

i: Costos informados en (Baeza, 2017).

ii: Costos informados en (Yu, 2015).

iii: Costos informados en (Quezada, 2022), reportados por la Fundación Un Alto en el Desierto.



6. Bibliografía

1. Ahumada, Gerardo y Néstor Rojas (2017), "¿Por qué aprovechar las aguas grises?", AIDIS Chile, Vol (54): pg 5-7. [click](#)
2. Allen, Lucy et al (2010), Overview of greywater reuse: the potential of greywater systems to aid sustainable water management. Pacific Institute, vol. 654, no 1, p. 19-21. [click](#)
3. Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas - AQUA ESPAÑA (2016), Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. [click](#)
4. Australian Government - AUS. Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council & Australian Health Ministers' Conference. National guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks. Canberra, Australia. 2006. 415p. ISBN 1-921173-06-8. [click](#)
5. Australia, NSW Government, Department of Water & Energy (2008), Guidelines for greywater reuse in sewerred, single household residential premises. [click](#)
6. Australian Capital Territory (2007), Greywater use: guidelines for residential properties in Canberra. [click](#)
7. Baeza, Eduardo (2017), Experiencia comparada en materia de aguas grises (recolección, tratamiento y disposición). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile /BCN. [click](#)
8. Corvalán, Francisco (2018), "Aguas grises y la agitada discusión de su reglamento", La Tercera Digital, 27 de noviembre. [click](#)
9. Cruz, Paola (2017), "En la ruta hacia la regulación de aguas grises en Chile", AIDIS Chile, Vol.(54): pg 8-11. [click](#)
10. Decreto 90 de 2001, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. [click](#)
11. Dirección General de Aguas (2017), "Actualización del Balance Hídrico Nacional". [click](#)
12. Environmental Protection Agency – EPA (2012), Guidelines for Water Reuse. USA. [click](#)
13. Fbr - Association for Rainwater Harvesting and Water Utilisation. Greywater recycling and reuse. [click](#)
14. Harris, Pedro (2014), La reutilización del agua gris en el derecho comparado, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile /BCN. [click](#)
15. Homsí, Jacobo (2010), Actualización para reutilización de aguas grises del "Reglamento general de alcantarillados particulares, fosas sépticas, cámaras filtrantes, cámaras de contacto, cámaras absorbentes y letrinas domiciliarias", Decreto Supremo N° 236 de 1926 del Ministerio de Higiene, Asistencia, Previsión Social y Trabajo. [click](#)
16. Israel - Ministry of Health (s.f.), GreyWater, recuperado el 21 de octubre de 2022. [click](#)



-
17. Jefferson, B. et al (2000), Technologies for domestic wastewater recycling. Urban water, vol. (1), no 4, pg: 285-292. [click](#)
 18. Lazarova, Valentina y Takashi Asano (2013), Milestone in Water Reuse. IWA publishing. [click](#)
 19. Ley 21.075 de 2018, Ministerio de Obras Públicas, "Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises". 15 de febrero de 2018. [click](#)
 20. Lillo, Christian (2017), "Visión de la SISS: ajustes reglamentarios para abordar proyectos de uso de aguas grises", AIDIS Chile, Vol.(54): pg 12-14. [click](#)
 21. Maimon, Adi y Amit Gross (2018), Greywater: Limitations and perspective. Current opinion in environmental science & health, Vol.(2): pg 1-6. [click](#)
 22. Mesa Nacional del Agua (2022), Informe Final Mesa Nacional del Agua. Ministerio de Obras Públicas. [click](#)
 23. Mesa Nacional del Agua (2020), Mesa Nacional del Agua - Primer Informe. Ministerio de Obras Públicas. [click](#)
 24. Ministerio del Interior y Seguridad Pública (2015), "Política Nacional para los Recursos Hídricos". [click](#)
 25. Morales, Pablo (2021), Escasez hídrica en Chile y las proyecciones del recurso, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile /BCN. [click](#)
 26. Morales, Pablo (2022), El sistema de tratamiento de aguas grises en Singapur, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile /BCN. [click](#)
 27. NSW Department of Health (2005), Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines. [click](#)
 28. Naciones Unidas, "Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos". [click](#)
 29. Organización Mundial de la Salud - OMS (2006), Overview of greywater management health considerations. [click](#)
 30. Organización Mundial de la Salud - OMS (2013), Guías para el uso seguro de las aguas residuales, excretas y aguas grises. [click](#)
 31. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas – WWAP (2017). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Aguas residuales: El recurso desaprovechado. [click](#)
 32. Quezada, Evelyn (2022), "Aguas grises: La pugna por abrir la llave del reciclaje hídrico", Fundación Pro Bono, 25 de abril. [click](#)
 33. Resolución 404 Exenta de 2021, Difunde consulta pública sobre proyectos de reutilización de aguas grises, Ministerio de Salud, 28 abril 2021. [click](#)



-
34. Singapore's National Water Agency - PUB (2014), Technical guide for greywater recycling system. [click](#)
 35. Shomera.org (s.f.), Greywater Recycling Around the World, recuperado el 21 de octubre de 2022. [click](#)
 36. Stevens, Evelyn (2021), "Implementación del reglamento sobre condiciones sanitarias para la reutilización de aguas grises. Reúso residencial - análisis desde la experiencia comparada". [click](#)
 37. Superintendencia de Servicios Sanitarios (2021), "Informe de gestión del sector sanitario". [click](#)
 38. Superintendencia de Servicios Sanitarios (2022), "Consumo Agua Potable – Detalle Boletín Consumos Agosto 2022". [click](#)
 39. Toro, Daniela (2022), "Sequía reabre urgencia por reutilizar aguas grises en Chile y la necesidad de que ley cuente con un reglamento", Emol, 16 de abril. [click](#)
 40. UNESCO (2020), "Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático". [click](#)
 41. Yu, Zita et al (2015), Cost–benefit analysis of onsite residential graywater recycling: a case study on the city of Los Angeles, Journal-American Water Works Association, vol. (107), no 9, pg: E436-E444. [click](#)