



Sistemas de saneamiento y reutilización

Estrategias de Reutilización de Aguas Grises



Guía de estándares de
Sistemas Sanitarios Sustentables
Para áreas protegidas y zonas rurales

Guía de Soluciones Sanitarias Sustentables

Ejecutada en el marco del proyecto Bien Público “Estándares de soluciones sanitarias sustentables para servicios turísticos en áreas silvestres protegidas y zonas rurales”.

Proyecto apoyado por CORFO a través de la línea de “Bienes Públicos para la Competitividad 2018”.

Subsidia



Mandante



Ejecuta



Co-ejecuta



Organismos interesados



Esta guía tiene como objetivo ilustrar soluciones sanitarias sustentables de servicios básicos, que pueden ser implementadas en localidades rurales extremas, aisladas o escasamente pobladas de nuestro país, donde no es posible construir soluciones convencionales para la provisión de agua potable y la evacuación de las aguas servidas. Además, propone la captación de agua desde fuentes que no están consideradas de manera recurrente, a pesar de las condiciones a las cuales están sometidas las localidades rurales como consecuencia de la escasez hídrica.

En este proyecto, el Ministerio de Salud, a través de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción de la Subsecretaría de Salud Pública, ha participado como co-ejecutor, con el objetivo de proporcionar información y aportar experiencia sobre los patrones sanitarios que deben considerarse para validar, desde tal perspectiva, estas alternativas de soluciones, y de esta manera incorporarlas en los procesos de actualización normativa de agua potable y aguas servidas que se están realizando en la actualidad.

Con todo lo anterior, se busca contribuir a mejorar la calidad de vida de la población rural de nuestro país, otorgando alternativas de soluciones sanitarias que se ajusten a las necesidades de los territorios y con estándares sanitarios que permiten proteger la salud de las personas y de su entorno.

Ministerio de Salud



Hay técnicas para aprovechar las aguas grises tratadas y poder considerar sus caudales como parte de mi abastecimiento.



1. ¿Qué es un sistema de reutilización de aguas grises?

2. ¿Por qué reutilizar aguas grises?

3. ¿Qué son las aguas grises?

4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.1. Triple impacto

4.2. Proyecto sanitario y normativa

4.3 Calcula tu producción y tu consumo

5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1 Componentes del sistema

5.1.1. Sistema de recolección por separado

5.1.2. Sistema de almacenamiento

5.1.3. Sistema de tratamiento

5.1.4. Sistema de distribución

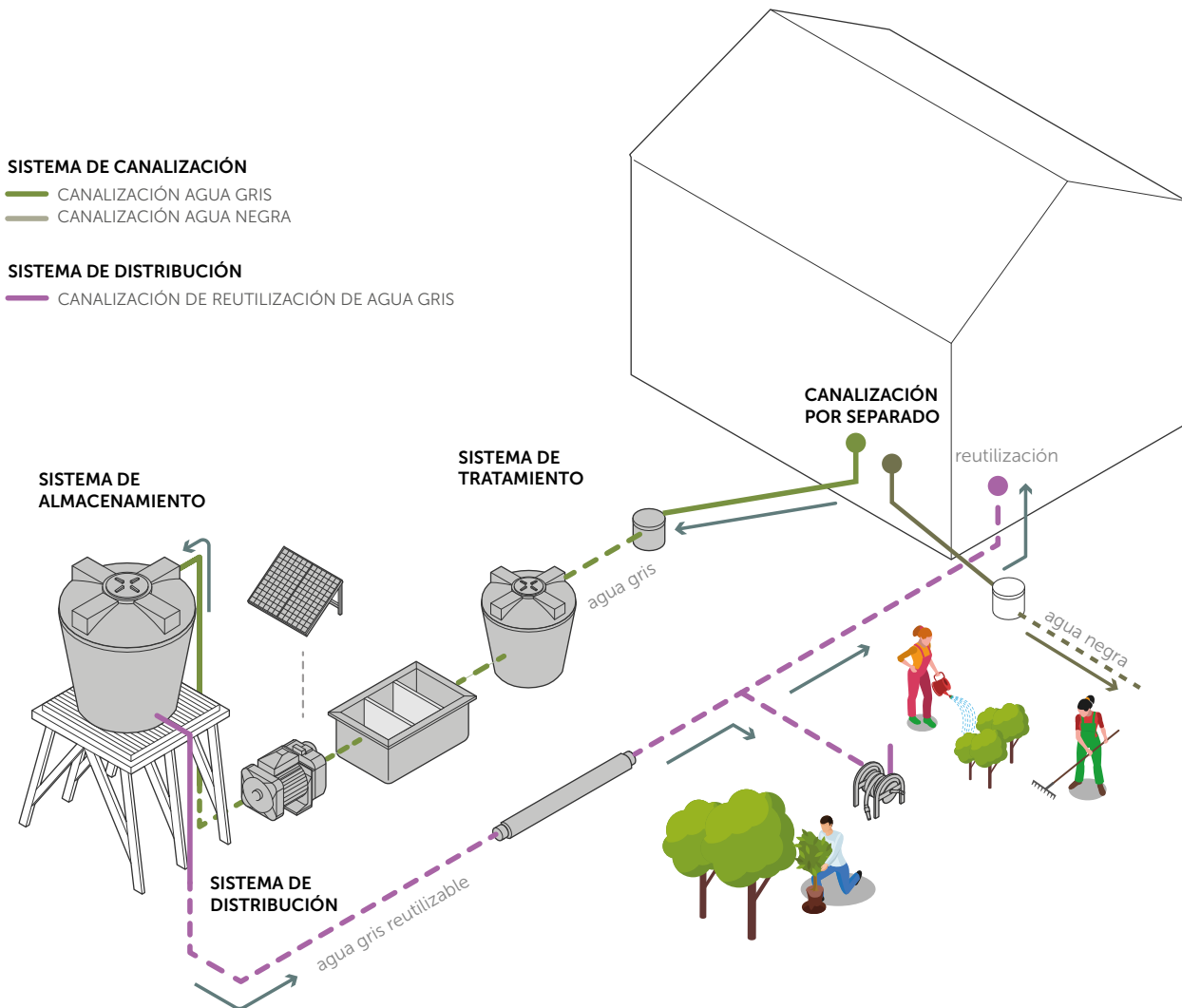
5.2 Operación y mantenimiento

1

**Qué es un sistema
de reutilización de
aguas grises**

1. Qué es un sistema de reutilización de aguas grises

Un Sistema de reutilización de aguas grises permite separar la fracción de las aguas servidas que no contiene materia fecal, como aquella que proviene de lavamanos, duchas, lavaplatos y lavadoras de ropa, para depurarla y desinfectarla y posteriormente reutilizarla en ciertos usos como recarga de inodoros, riego de jardines o áreas verdes ornamentales.



1. Qué es un sistema de reutilización de aguas grises

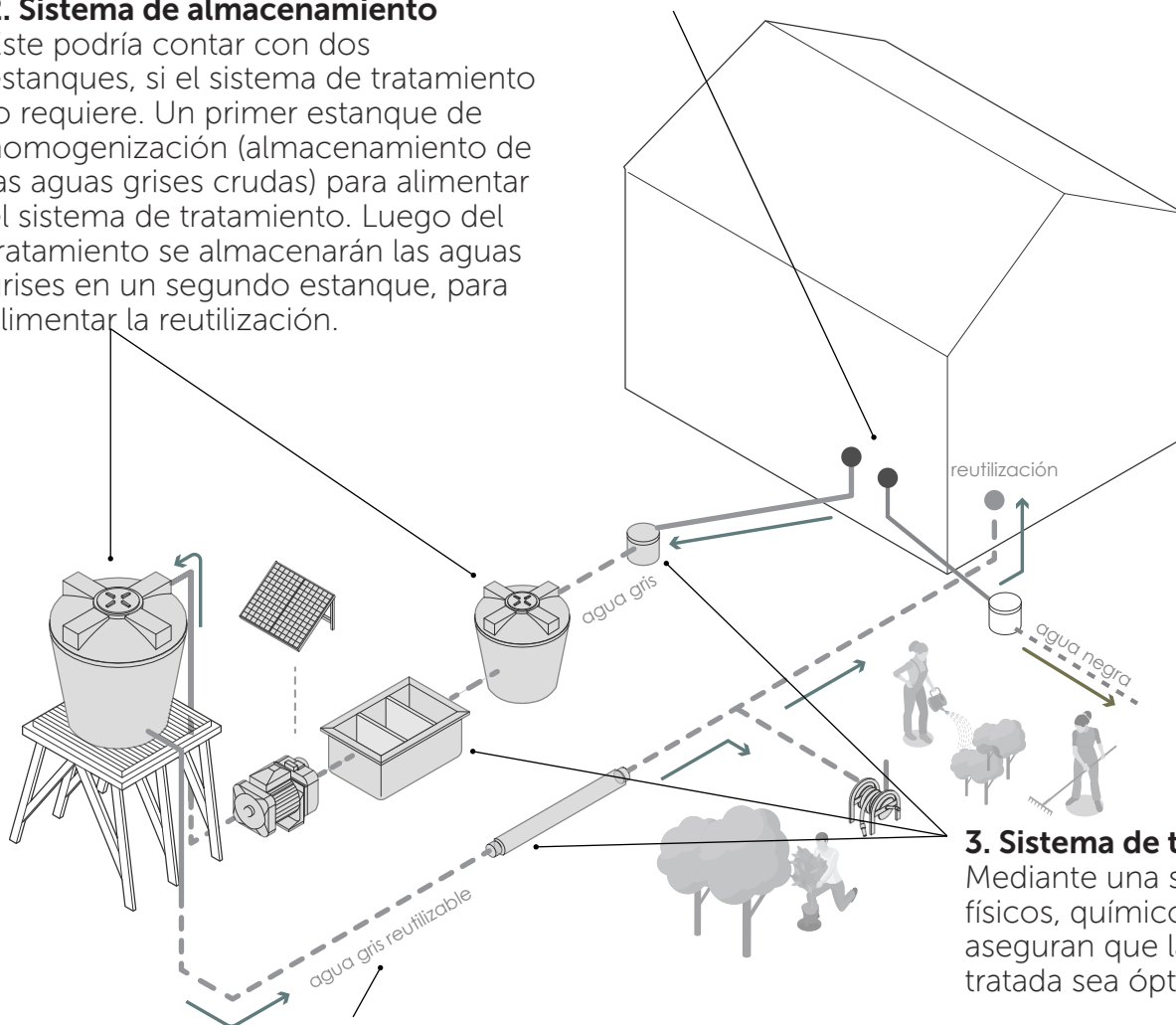
El sistema se compone de:

2. Sistema de almacenamiento

Éste podría contar con dos estanques, si el sistema de tratamiento lo requiere. Un primer estanque de homogenización (almacenamiento de las aguas grises crudas) para alimentar el sistema de tratamiento. Luego del tratamiento se almacenarán las aguas grises en un segundo estanque, para alimentar la reutilización.

1. Sistema de recolección por separado

A través de tuberías que conduzcan sólo el agua gris de los artefactos hacia el sistema de tratamiento.



3. Sistema de tratamiento

Mediante una serie de procesos físicos, químicos o biológicos aseguran que la calidad del agua gris tratada sea óptima para ciertos usos.

4. Sistema de distribución

Que permita llevar el agua gris hasta el punto de reutilización de agua, pasando por una serie de procesos.

1. Qué es un sistema de reutilización de aguas grises



Puedo reutilizar mis aguas grises para reemplazar el agua potable?

La reutilización de aguas grises puede servir como fuente de agua en aquellos usos que no necesariamente requieren agua de calidad potable, como recarga de inodoros, riego de jardines, áreas verdes u otros (excepto hortalizas de consumo crudo).

La calidad del agua tratada debe cumplir con lo que establecerá la normativa, y todo sistema de reutilización de aguas grises debe contar con aprobación de proyecto y autorización de funcionamiento por parte de la autoridad sanitaria.

2

¿Por qué reutilizar aguas grises?

Reutilizar aguas grises es una oportunidad tanto en zonas de escasez hídrica, como en aquellas en que hay una sobre-explotación de los sistemas hidrológicos.

2. ¿Por qué reutilizar aguas grises?

En el actual contexto de crisis hídrica, no tiene sentido mezclar las aguas grises con las aguas negras. Las aguas grises, adecuadamente tratadas, son suficientemente limpias como para darles otros usos.

Reutilizar el agua a nivel local es una práctica sustentable y una medida para darle otro uso al recurso hídrico, que es limitado y valioso.

Darle un nuevo uso a las aguas grises puede:



Disminuir el consumo de agua potable en hasta un 30%, dependiendo del sitio y el diseño del sistema.



Disminuir costos asociados a producción de agua potable y a tratamiento de aguas residuales.



Generar una fuente alternativa de agua para riego y otros usos, permitiendo reservar el agua potable para consumo humano.



Devolver nutrientes presentes en las aguas grises (fósforo, potasio, nitrógeno y otros) al suelo.



Reducir las necesidades de energía y químicos usados para tratar las aguas residuales.



Educar y generar conciencia sobre nuestras fuentes de suministro de agua, ayudándonos a entender de dónde viene el agua que consumimos y a dónde va.

2. ¿Por qué reutilizar aguas grises?

Incorporar la reutilización de aguas grises como parte estructural de un proyecto sanitario sustentable desde el inicio, nos permite acotar nuestras proyecciones de requerimiento de agua potable, planificar de forma más eficiente los sistemas de saneamiento y planificar el diseño y construcción de infraestructura apropiada desde el comienzo.

Existen beneficios importantes de incorporar el diseño del sistema, antes de que la infraestructura esté construida. Re diseñar un proyecto sanitario que fue pensado de manera tradicional también es posible, pero exigirá hacer ciertas modificaciones a la infraestructura existente.



3

¿Qué son las aguas grises?

Las aguas grises, factibles de reutilizar, son sólo una parte de las aguas servidas totales.

3. ¿Qué son las aguas grises?



Las aguas grises son aguas servidas provenientes de las tinajas, duchas, lavamanos, lavaplatos, máquinas lavavajillas lavaderos y lavadoras de ropa.

Las aguas grises pueden contener jabón, cabello, suciedad o bacterias, y **son aquellas que nunca han estado en contacto con aguas negras**, es decir, aguas servidas que contienen material fecal y que provienen de los inodoros.

3. ¿Qué son las aguas grises?

El uso que se le haya dado al agua determina la calidad y características que tendrán las aguas grises.

Aguas de la cocina, no tendrán la mismas características que aguas del lavado de manos, y los hábitos de quienes ocupan el agua también incidirán en la calidad de estas.



Características Físicas

Las aguas grises pueden contener sólidos grandes y pequeños derivados de nuestras actividades domésticas y productivas (restos de alimentos, pelos, grasas solidificadas y otros).



Características Químicas

Las aguas grises contienen una proporción de los nutrientes eliminados por el ser humano y de los provenientes de alimentos cocinados y lavados. Los detergentes y agentes de limpieza utilizados también aportarán elementos a estas aguas. Estos elementos pueden nutrir a una población bacteriana que será parte fundamental del tratamiento.



Características Microbiológicas

Aunque en menor magnitud que las aguas servidas, las aguas grises contienen una carga bacteriológica importante, principalmente proveniente de las aguas de la cocina y del lavado de ropa de niños y personas enfermas, que hace necesario su tratamiento y desinfección para generar un efluente seguro.

3. ¿Qué son las aguas grises?

La aguas grises presentan aproximadamente solo el 10% del nitrógeno y el 20% del potasio, del total en aguas servidas domésticas y entre un 25% a 60% del fósforo dependiendo del uso de detergentes sin fosfato.

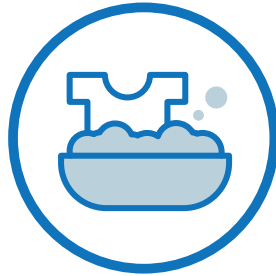
Parámetros	Unidades	Promedio	Mín.	Máx
Físicos				
C.E.	dS/m	-	0.33	1.48
SST	mg/l	77.0	20	1500
SDT	mg/l	-	420	1700
Turbiedad	UNT	100	20	200
Químicos				
DBO₅	mg/l	158.2	26	550
DQO	mg/l	515.8	77	1135
Fósforo (P)	mg/l	3.3	0.28	27.3
Nitrógeno Total	mg/l	10.2	1.7	50
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	10.7	0.6	50
Nitrato (NO₃)	mg/l	4.1	0	11.5
pH		7.0	5	8.7
Microbiológicos				
Coliformes Fecales	ufc/100ml	3*10 ⁶	10 ¹	10 ⁷
Coliformes Totales	ufc/100ml	-	10 ²	8.03*10 ⁷

Fuente: "Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile", María Verónica Franco Alvarado, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, 2007.

3. ¿Qué son las aguas grises?

Lavaplatos	<p>Altamente contaminada con partículas de comida, aceites y grasas. Cantidades variables de coliformes. Generalmente presenta mayor cantidad de sólidos suspendidos totales que las aguas servidas en promedio. Crecimiento de Microorganismos. Descomposición rápida. Mal olor. Contiene detergentes, blanqueadores. Espumas. Alta demanda de oxígeno Usualmente se considera como agua negra por su alta carga orgánica.</p>
Ducha, Tina y Lavamanos	<p>Generalmente corresponde al agua menos contaminada (aguas grises claras). Ducha y tina usualmente presentan coliformes fecales. Se puede prevenir la presencia de éstos con hábitos adecuados. Puede contener orina, que es estéril en personas sanas, no obstante algunas infecciones en la vejiga pueden hacer que exista presencia de microorganismos, el potencial de éstos para sobrevivir y causar infecciones es considerado remoto. Contiene pelos, piel seca y productos de limpieza como jabón, shampoo y pasta de dientes. Baja demanda de oxígeno.</p>
Lavadora	<p>Contiene coliformes fecales. Contiene detergentes (sodio, fósforo, boro, amonio, nitrógeno). Espumas. Alto PH. Alta salinidad. Alta cantidad de sólidos suspendidos (pelusas). Alta turbiedad.</p>
Piscinas	<p>Altas concentraciones de microorganismos Gran presencia de químicos (residuos químicos de productos para mantenimiento, aceites para el cuerpo, cosméticos, etc.) Polvos, pelos, pelusas. Generalmente no se consideran estas aguas para reutilización de agua grises, debido al gran volumen evacuado en poco tiempo.</p>

3. ¿Qué son las aguas grises?



Dependiendo de la cantidad de agua gris que requieras, y de los usos específicos que le darás al agua, deberás decidir la cantidad de agua que tratarás y los artefactos sanitarios que recolectarás.

Las aguas grises, dependiendo de la concentración de su carga contaminante, se clasificarán en aguas grises de alta, mediana y baja carga. Por lo general, esta clasificación está asociada al artefacto sanitario en el que son generadas las aguas grises.

Así entonces, las aguas de la cocina serán las más complejas de tratar y muchas veces puede ser conveniente no considerarlas para abaratar costos de tratamiento y simplificar la operación.



3. ¿Qué son las aguas grises?

A evitar



El uso de detergentes y jabones afectará significativamente la calidad del agua a tratar. Con algunos resguardos y cambios de hábitos en el uso del agua podemos facilitar el tratamiento de las aguas grises evitando el uso de:

Compuestos de sal y sodio

El exceso de sales en las aguas grises puede ser perjudicial para plantas de tratamiento como humedales artificiales y para el suelo, cuando estas son utilizadas en riego.

Boro o bórax

El boro es un micro componente vegetal, pero una vez que las plantas obtienen la cantidad de boro que necesitan, se convierte rápidamente en una microtoxina que puede dañar las plantas. El boro es un componente común en los detergentes ecológicos.

Desinfectantes a base de cloro

Los desinfectantes a base de cloro, cumplen un papel muy importante en la vida cotidiana por su capacidad para eliminar virus, bacterias y otros patógenos, sin embargo, cuando se usan aguas grises en riego, el cloro en el agua puede ser perjudicial para las plantas y los microorganismos del suelo.

3. ¿Qué son las aguas grises?

A evitar



Por otro lado, ciertos hábitos o malas prácticas en el uso de los artefactos sanitarios, puede desmejorar la calidad de las aguas grises crudas, haciendo más complejo su tratamiento. Es por esto que, en caso de implementar un sistema de reutilización de aguas grises, se deberá evitar:

Verter sustancias químicas por lavamanos y lavaplatos

Eliminar medicamentos por los artefactos sanitarios

Eliminar restos de comida por el lavaplatos

Lavar ropa de niños en el lavamanos

Orinar en la ducha

Eliminar cualquier tipo de residuos por lavamanos y lavatorios

Evitar lavar pañales o añadir material fecal en duchas y lavamanos

3. ¿Qué son las aguas grises?

Se recomienda usar



Detergentes y agentes de limpieza biodegradables.

Detergentes líquidos, ya que generan menos sólidos suspendidos en el agua.

Jabones a base de glicerina.

4

¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

Evalúa la factibilidad de implementar una reutilización de aguas grises en tu zona. Asegura un proyecto sostenible social, económica y ambientalmente.

4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.1. Triple impacto



Sustentabilidad Económica

La sustentabilidad económica de un proyecto se medirá en función del monto de la inversión, de los costos de su operación o mantenimiento en el tiempo y de los beneficios generados a lo largo de la vida del proyecto.

Un proyecto de reutilización de aguas grises se puede implementar de forma bastante sencilla y accesible. La inversión se justificará en tanto los usos que se le quiera dar al agua gris tratada sean significativos. Cuando existen inodoros con descarga de agua o necesidades de riego abundante, una importante porción de consumo de agua potable podría ahorrarse implementando estos sistemas (hasta 30%).

4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.1. Triple impacto



Sustentabilidad Social

La sustentabilidad social se logra a través de un proyecto que resulte valioso para todos sus participantes. Un proyecto así resultará en infraestructura bien mantenida y en un uso responsable del agua.

Las labores de operación y mantención son frecuentes e ineludibles. No asumir responsabilidades en la óptima mantención de los sistemas acarrea riesgos sanitarios.



Sustentabilidad Ambiental

La sustentabilidad ambiental se asegura a través de un proyecto poco invasivo, que no genere impactos negativos en su entorno.

La reutilización de aguas grises no sólo significa un ahorro para la economía del hogar, sino que además aporta a desestresar otras fuentes de agua disponibles y es considerada como una de las medidas fundamentales para enfrentar la crisis hídrica que atravesamos.

4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.2. Proyecto sanitario y normativa

Normativa

Como sistema de producción de agua para otros usos sanitarios y riego, la reutilización de aguas grises es un sistema viable desde el punto de vista normativo para abastecimiento complementario de agua.

El sistema de reutilización de aguas grises complementará el sistema de provisión de agua potable, permitiendo reemplazar el agua en usos en los que generalmente se utilizaba agua potable y mejorando de esta forma la disponibilidad de agua potable para el consumo humano, lo que significa un real beneficio sobre todo en zonas afectadas por la escasez hídrica.

Se calcula que la reutilización de aguas grises puede disminuir en hasta un 30% la dotación requerida por habitante al día.

El proyecto de reutilización de aguas grises deberá contener:

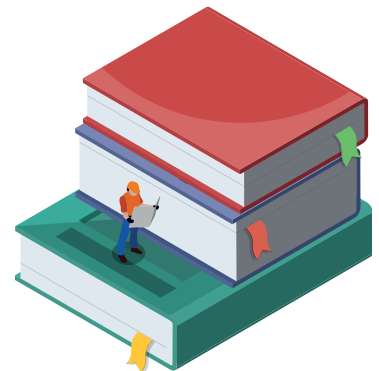
- Una memoria técnica, con los planos y descripción del sistema de tratamiento, desde la recolección hasta la reutilización.
- Memoria de cálculo, que especifique caudal de aguas grises recolectado, caudal de aguas grises reutilizado, según sean las alternativas de reuso.
- Manual de operación del sistema, según artículo 23º del reglamento.

LEY

- Ley N° 21.075, "Regula la Recolección, Reutilización y Disposición de Aguas Grises".

REGLAMENTOS Y DECRETOS

- Proyecto de Reglamento de las condiciones sanitarias mínimas para la reutilización de aguas grises del Ministerio de Salud.
- Decreto N° 47 de 1992 del Ministerio de Vivienda, Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones.



4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.3. Calcula tu producción y tu consumo

¿Cuántos litros de agua potable reutilizarás al año?

Para poder dimensionar el tamaño de tu sistema de reutilización de aguas grises y la magnitud de los estanques de almacenamiento, deberás calcular todos los usos que aportarán un caudal de agua a recuperar y también qué usos le darás al agua gris tratada.

Si la reutilización de aguas grises será para riego, necesitas conocer muy bien las especies vegetales a regar, necesidades de agua de riego del terreno y de las plantas (cantidad) y la frecuencia de riego.

Si la reutilización de aguas grises será en recarga de artefactos sanitarios, requieres saber la demanda de agua de tus servicios higiénicos diferenciando el uso doméstico del uso de actividades productivas, como por ejemplo servicios turísticos.



Usos Domésticos

De todos los usos de agua que se relacionan con quehaceres domésticos, ¿Qué usos aportarán un caudal de aguas grises a tu sistema?
¿Cuál será ese caudal?
¿Qué usos le darás a las aguas grises tratadas? ¿Qué caudal de aguas tratadas necesitas?



Usos para actividades productivas

Para los usos de tus actividades productivas deberás calcular lo mismo, distinguiendo entre servicios turísticos de alojamiento en los que tus usuarios pernoctan en el lugar y todo el resto de servicios para pasantes, en los que los usuarios pasan solo una porción del día contigo.

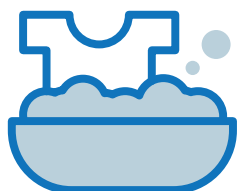
4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.3. Calcula tu producción y consumo

Usos de agua que pueden aportar un caudal a recuperar



Lavadero



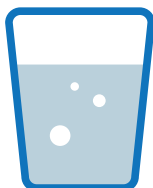
**27 / 40,5 litros
diarios por persona**

Lavamanos



**6 / 8,5 litros
diarios por persona**

Cocina



**9 / 13 litros
diarios por persona**

Ducha



**39 / 58 litros
diarios por persona**

**Datos de elaboración propia aportados por MINSAL, en referencia a estudio realizado por la OMS*

4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.3. Calcula tu producción y consumo

¿Cuántos litros de agua potable reutilizarás al año?

A partir de un ejemplo podemos revisar el cálculo para un sistema de reutilización de aguas grises. Digamos que en este lugar la dotación diaria es de 120 litros por habitante al día:

ARTEFACTO	CAUDAL	UNIDAD
Lavamanos	6	l/persona/d
Ducha	39	l/persona/d
Cocina	9	l/persona/d
Lavadero	27	l/persona/d
Inodoros con descarga	40	l/persona/d
TOTAL	120	l/persona/d

Caudal de aguas grises generado por 1 persona al día, en una vivienda

ARTEFACTO	CAUDAL	UNIDAD
Lavamanos	6	l/persona/d
Ducha	39	l/persona/d
Cocina	9	l/persona/d
Lavadero	27	l/persona/d
Inodoros con descarga	40	l/persona/d
TOTAL	80	l/persona/d

4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.3. Calcula tu producción y consumo

¿Cuál será el caudal de aguas grises **generado** por 5 personas al día, en una vivienda?

ARTEFACTO	CÁLCULO	CAUDAL	UNIDAD
Lavamanos	(5 pers x 6 lts)	28	l/d
Ducha	(5 pers x 39 lts)	193	l/d
Cocina	(5 pers x 9 lts)	44	l/d
Lavadero	(5 pers x 27 lts)	135	l/d
Inodoro con descarga	(5 pers x 40 lts)	200	l/d
TOTAL	(5 pers x 80 lts)	400	l/d

¿Cuál será el caudal de aguas grises **requerido** por 5 personas al día, en una vivienda?

Asumiremos que los usos proyectados para el caudal de aguas grises se acotan solamente a la recarga de inodoros. Los caudales destinados a riego, se utilizarán solamente en el caso de que existan caudales sobrantes, y no suman al caudal requerido total de aguas grises de la vivienda.

ARTEFACTO	CÁLCULO	CAUDAL	UNIDAD
Lavamanos	(5 pers x 6 lts)	28	l/d
Ducha	(5 pers x 39 lts)	193	l/d
Cocina	(5 pers x 9 lts)	44	l/d
Lavadero	(5 pers x 27 lts)	135	l/d
Inodoro con descarga	(5 pers x 40 lts)	200	l/d
TOTAL	(5 pers x 40 lts)	200	l/d

4. ¿Cómo evaluar un proyecto de reutilización de aguas grises?

4.3. Calcula tu producción y consumo

¿Es suficiente el caudal de aguas grises generado por 5 personas al día, en una vivienda?

Habiendo verificado el caudal requerido de aguas grises, para su uso proyectado (recarga de inodoros) nos damos cuenta que el caudal de aguas grises posible de generar en la vivienda (400 litros/día), excede con creces el caudal requerido (200 litros/día). En este **primer escenario**, el caudal restante de 200 litros/día podría ser destinado a riego.

Cabe tener en cuenta que, el requerimiento de aguas grises para reutilización, será la variable determinante para definir el caudal de aguas grises a recolectar y tratar. Así, en una vivienda, si el caudal de aguas grises requerido es menor que el caudal generado, podrá decidirse recolectar una menor cantidad de aguas grises y de mejor calidad, dependiendo del requerimiento.

Así, podríamos proyectar un **segundo escenario** en el que se decide dejar fuera del sistema de reutilización de aguas grises, las aguas provenientes de la cocina, por ser más complejas de tratar. En este segundo escenario, podemos verificar que el caudal de aguas grises que es posible generar en la vivienda (356 litros/día), sigue superando el caudal requerido (200 litros/día).

Caudal de aguas grises generado en un segundo escenario, excluyendo las aguas de la cocina

ARTEFACTO	CÁLCULO	CAUDAL	UNIDAD
Lavamanos	(5 pers x 6 lts)	28	l/d
Ducha	(5 pers x 39 lts)	193	l/d
Cocina	(5 pers x 9 lts)	44	l/d
Lavadero	(5 pers x 27 lts)	135	l/d
Inodoro con descarga	(5 pers x 40 lts)	200	l/d
TOTAL	(5 pers x 80 lts)	356	l/d

5

¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

Analiza los componentes del sistema, define el diseño y planifica la construcción.

5.1. Componentes del sistema

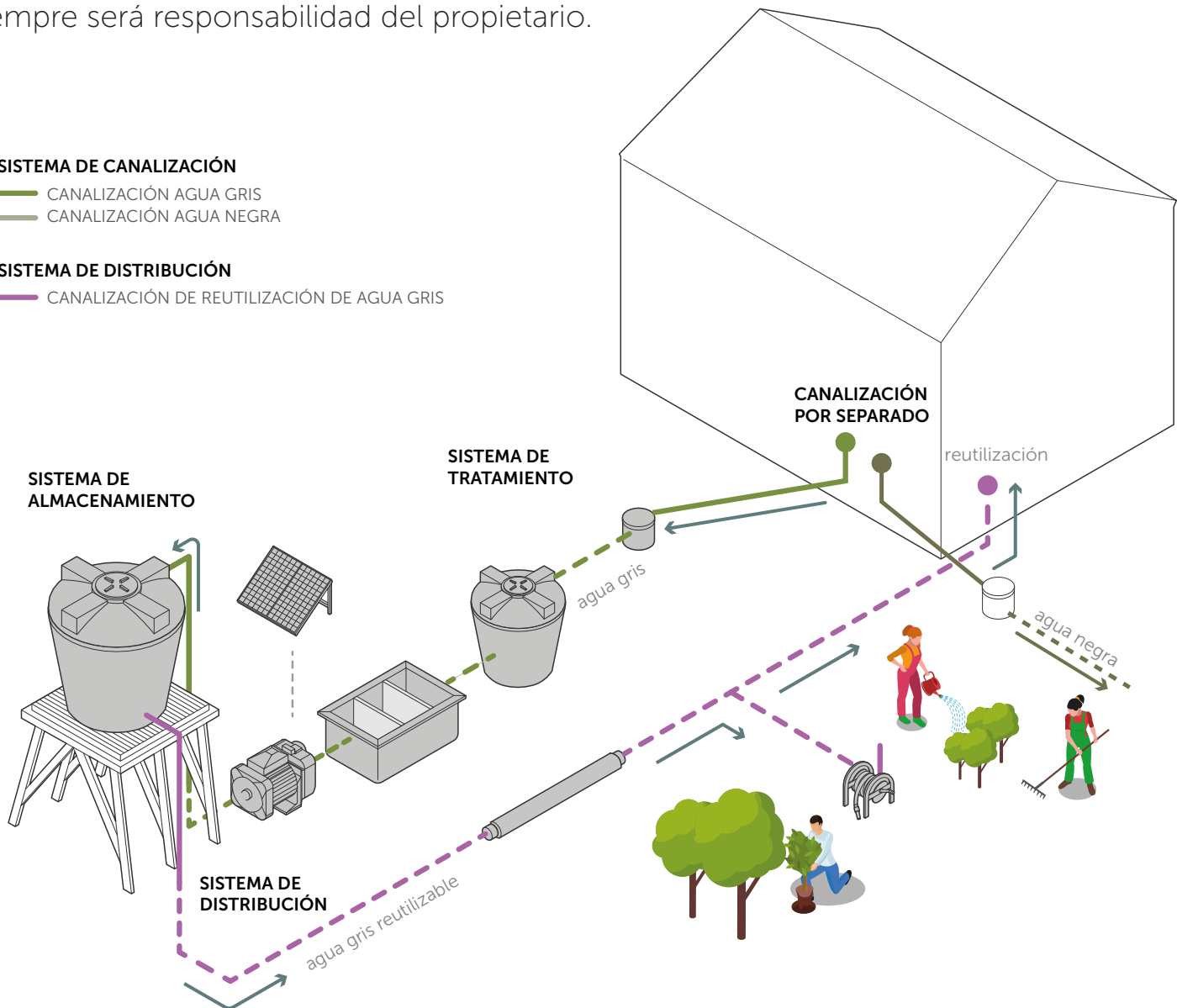
Un sistema de reutilización de aguas grises puede ser un sistema simple y de fácil construcción y operación. Recuerde que la operación y mantenimiento del sistema siempre será responsabilidad del propietario.

SISTEMA DE CANALIZACIÓN

- CANALIZACIÓN AGUA GRIS
- CANALIZACIÓN AGUA NEGRA

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

- CANALIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUA GRIS



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

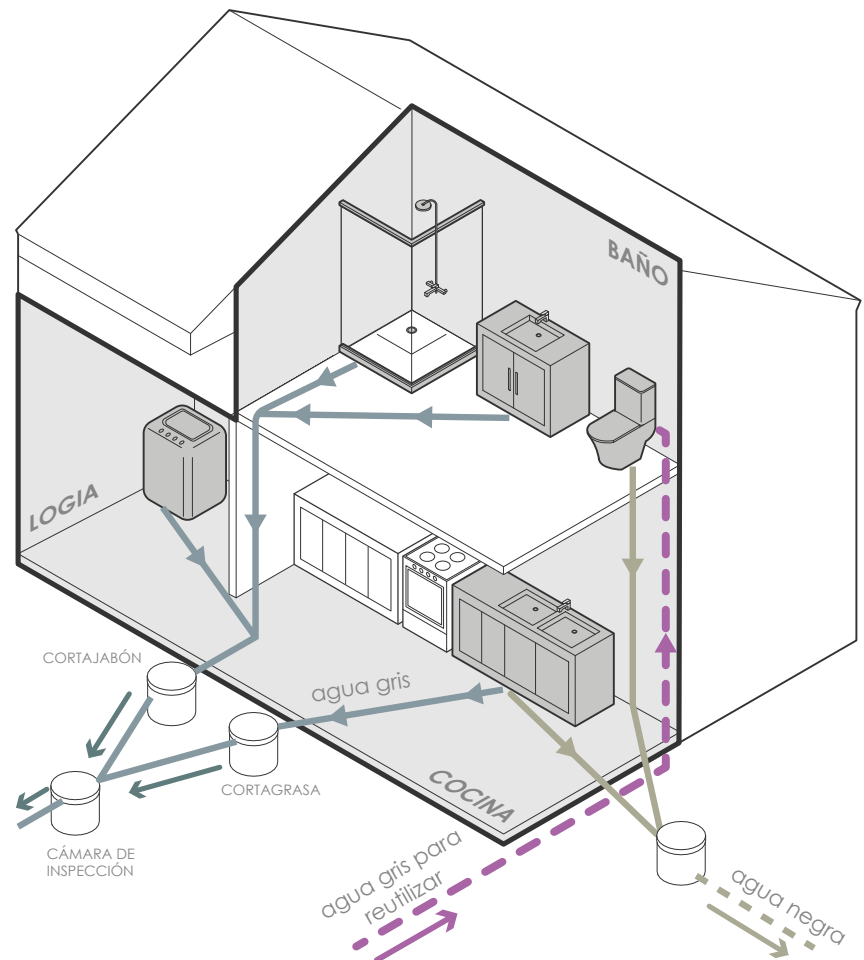
5.1.1. Sistema de Recolección por Separado

Un sistema de reutilización de aguas grises debe partir por implementar la recolección por separado de aguas grises y aguas negras.

Si utilizas un inodoro con descarga de agua, siempre deberás contar con un sistema de alcantarillado que canalice las aguas negras de forma completamente independiente y que disponga de un sistema de tratamiento y evacuación propios.

Agua de duchas, lavamanos, lavadora y lavaplatos se podría reutilizar, para esto debe recolectarse desde los artefactos de manera separada y conducirse al sistema de tratamiento, a través de tuberías moradas o de la forma que disponga la normativa.

Ambos sistemas de recolección deben quedar completamente separados.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.2. Sistema de almacenamiento

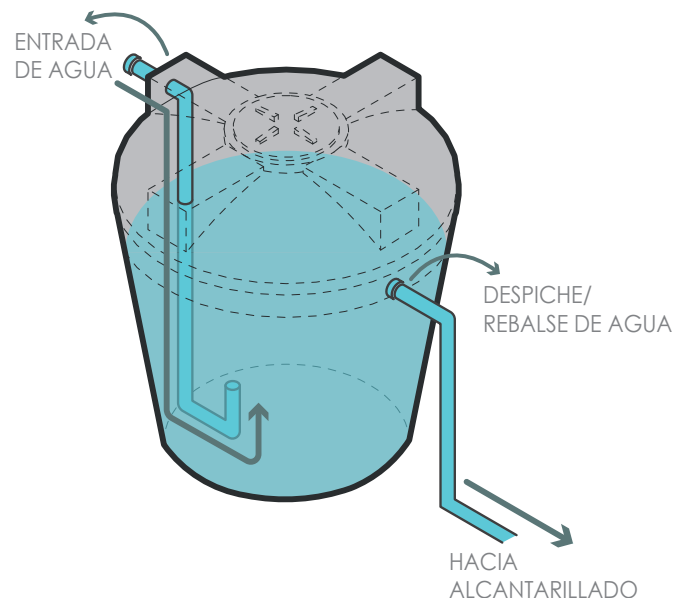
Estanque de homogenización

Un primer estanque de homogenización para el almacenamiento de las aguas grises crudas sólo se justifica cuando el sistema de tratamiento lo requiere. Este estanque cumple la función de acumular las aguas grises crudas para ir alimentando el sistema de forma homogénea y constante, o de la forma que el sistema requiera.

El tamaño dependerá del caudal de aguas grises a reutilizar, y de la capacidad de tratamiento de tu sistema, generalmente medida en litros por segundo.

En caso de que el caudal sea superior a lo proyectado, y el estanque se rebalse, dicho rebalse deberá canalizarse de forma segura hacia la red de alcantarillado.

NO deben almacenarse aguas grises crudas en un estanque en ningún otro caso, ya que estas aguas entrarían rápidamente en proceso de descomposición y constituirían un riesgo sanitario.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

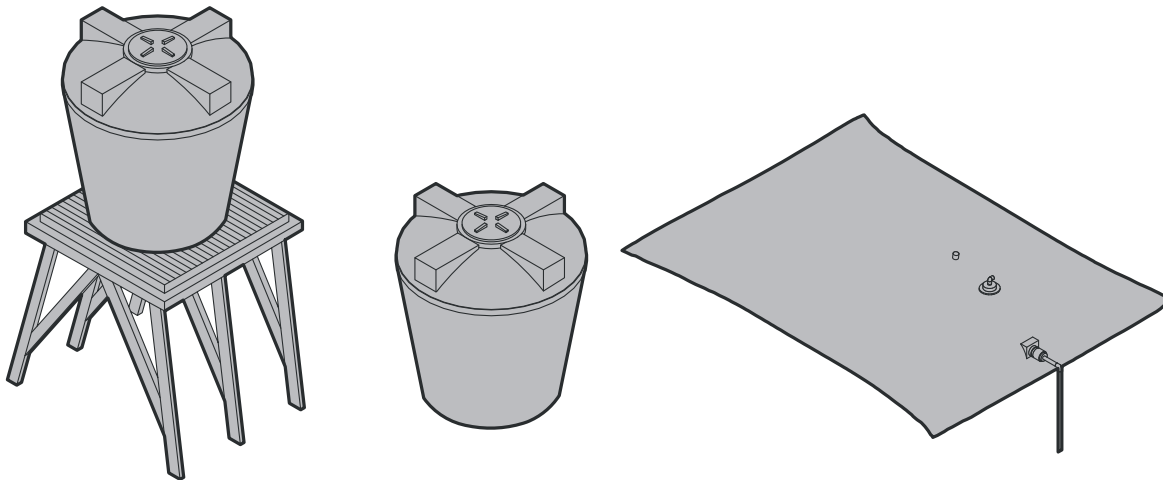
5.1.2. Sistema de almacenamiento

Estanque de agua tratada

El estanque de agua tratada está destinado a contener el agua que ya ha sido tratada y desinfectada. En estas condiciones, el agua podrá permanecer almacenada en este estanque un tiempo máximo de 48 horas. El caudal de aguas grises generado y el tiempo máximo de almacenamiento, definirán el volumen de este estanque.

El estanque de almacenamiento deberá:

- a. Estar provisto de tapa para evitar el ingreso de agentes extraños y suciedad.
- b. Estar provisto de ducto de ventilación con rejilla para evitar el ingreso de insectos y roedores. El ducto de ventilación siempre debe evacuar los gases por sobre el nivel de la techumbre, si el estanque está en un lugar cerrado. Y por sobre el nivel de la techumbre de edificios aledaños, si el estanque está en edificación soterrada.
- c. Estar provisto de rebosadero y desagüe de fondo.
- d. Su construcción y ubicación debe facilitar su limpieza profunda.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento

El tratamiento de las aguas grises, por lo general, está compuesto por una serie de etapas consecutivas que se inician con el tratamiento preliminar, para la eliminación de sólidos gruesos, arenas, aceites y grasas, seguido del tratamiento biológico o secundario, para la degradación de la materia orgánica contenida en ellas y finaliza con la desinfección, para la eliminación de los microorganismos patógenos.

1

Primera Fase o tratamiento preliminar: Filtrado, desengrasado y desarenado

En esta fase, a través de procesos de filtrado y/o de separación de elementos de distinta densidad, se logran separar aceites y grasas y arenas y lodos.

2

Segunda Fase o tratamiento secundario: Degradación biológica y decantación

En esta fase, se produce la descomposición de la materia orgánica, gracias a la acción de microorganismos que en presencia de oxígeno se alimentan de estas partículas. Luego, por el peso que ganan los microorganismos sedimentan como lodos.

3

Tercera Fase o desinfección

En esta fase se desinfecta el agua eliminando microorganismos patógenos.

Los distintos procesos deben abordarse de forma consecutiva contemplando el paso del agua de una fase a otra, generalmente por gravedad. Esto requerirá un mecanismo de desniveles o escalones.

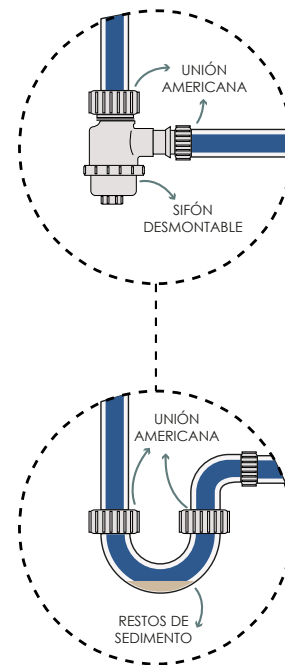
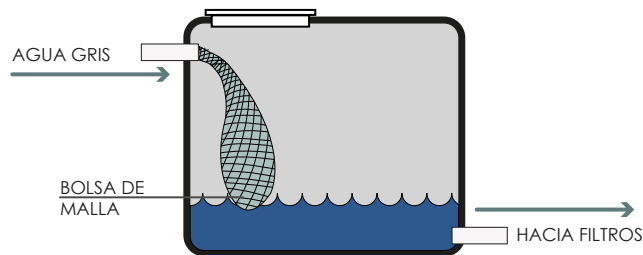
5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Tratamiento preliminar

Trampas, rejillas y mallas

Los primeros mecanismos útiles para desviar sólidos arrastrados junto a las aguas grises, son las trampas en las tuberías de canalización y las mallas o rejillas ubicadas al final de estas tuberías. Estos sistemas son muy efectivos para separar cabello, pelusas, arenas y lodos en una fase inicial. No obstante, requieren una mantención y limpieza prolija y constante para asegurar eficiencia en la remoción de sólidos y evitar obstrucción en el sistema de recolección.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

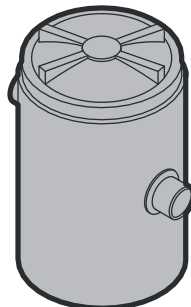
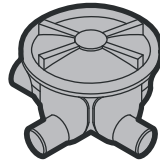
5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Tratamiento preliminar

Cámaras desgrasadora

Otro mecanismo de tratamiento preliminar son las cámaras desgrasadoras. Estas tienen como función separar grasas, aceites, espumas y jabones provenientes de cocinas y lavaderos que por tener diferente densidad a la del agua (más livianos), flotan en la superficie del líquido retenido en la cámara. Luego, con la frecuencia correspondiente, se debe retirar el material flotante, escurrir el exceso de agua y disponer con los residuos sólidos domésticos.

Estas pueden ser prefabricadas o auto construidas y junto a buenos hábitos de manejo en la cocina, son útiles para continuar purificando el agua y favorecer posteriormente un tratamiento más efectivo.



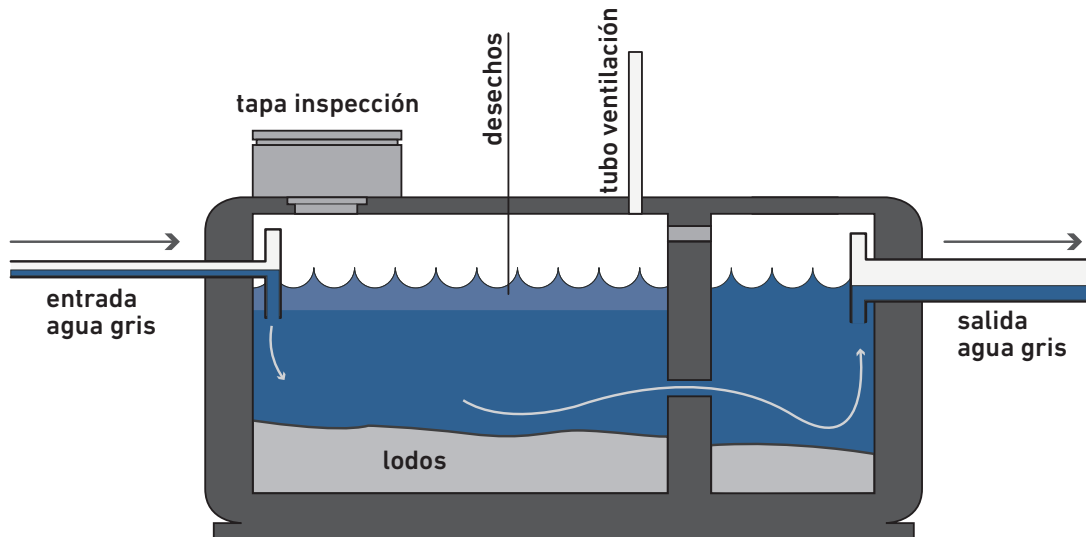
5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Tratamiento preliminar

Fosa séptica

Es posible usar una fosa séptica como pre-tratamiento. Así se asegura una mejor mantención de los sustratos usados durante el tratamiento de las aguas, evitando que estos se llenen de desechos, polvo y sedimentos. Estos son útiles sobre todo para evitar la entrada de residuos sólidos y saturación del lecho de sistemas de tratamiento como humedales artificiales o lechos filtrantes.



fosa séptica de doble cámara

5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Tratamiento secundario

Depuración con sustratos

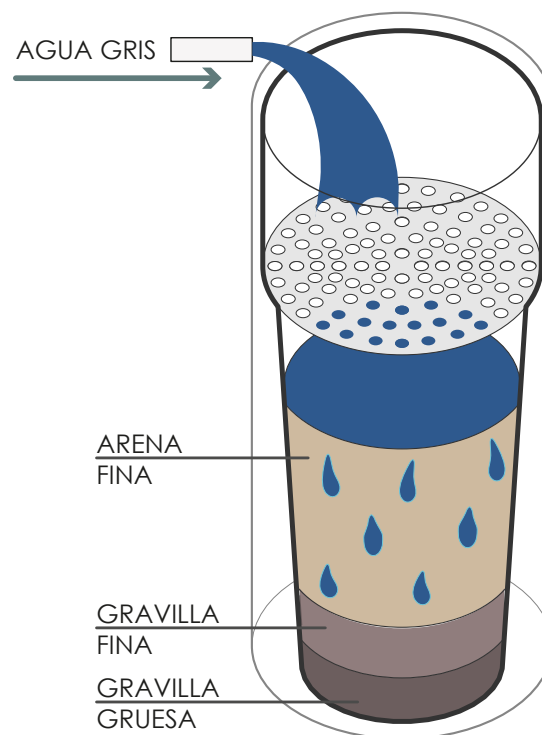
Distintos sustratos permiten la fijación de la de la población microbiana que interviene en la mayoría de los procesos de eliminación de contaminantes presentes en las aguas a tratar y a la vez hacen tratamiento de filtrado. Este tipo de depuración con sustratos también sirve de soporte cuando se usan plantas que aportan oxígeno favoreciendo el desarrollo de una población de micro organismos y la eliminación de nutrientes por absorción/extracción.

Grava, gravilla, arena, carbón activado, viruta, turba, piedra pómez, carbón antracita, zeolita son algunos de los sustratos que se ocupan como lecho filtrante.

Filtro multi-capas

Por lo general estos se ubican disponiendo los sustratos más gruesos en el fondo, y los más finos hacia la superficie.

Dependiendo del recipiente o la cámara que se ocupe, debe diseñarse un sistema eficiente de drenaje del agua.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

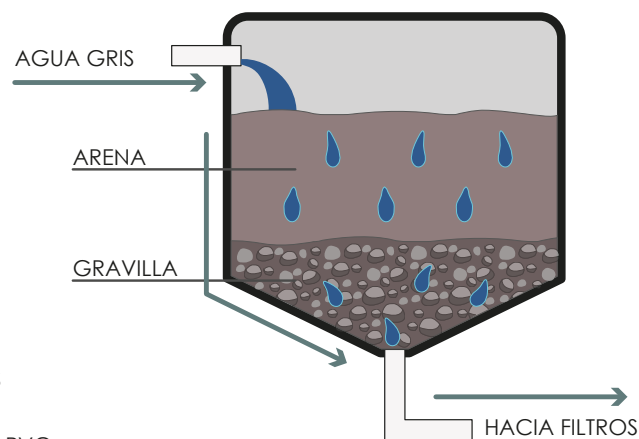
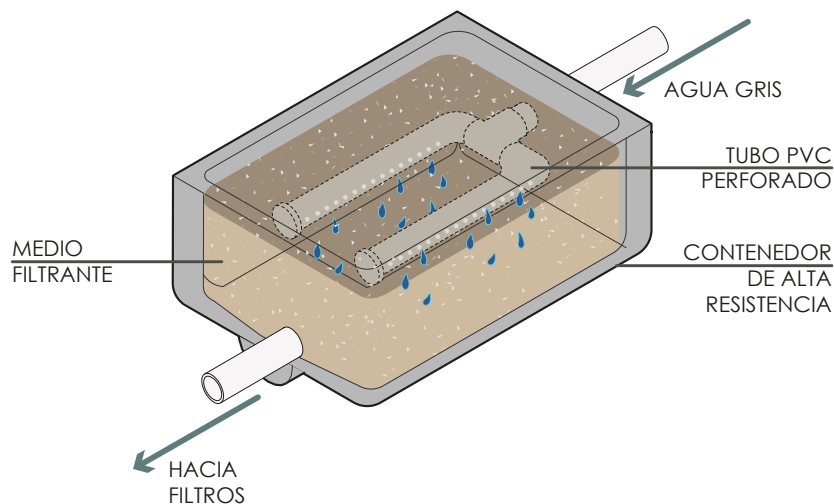
5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Tratamiento secundario

Depuración con sustratos

Distintas configuraciones y sistemas permiten usar la depuración con sustratos en diferentes estratos, usando la energía de la gravedad para el tratamiento de las aguas grises.

En este tipo de sistemas multicapas, muchas veces se reutilizan recipientes que sean de fácil acceso en el hogar como botellones de agua o similares



Para el ingreso del agua a nuestro lecho filtrante, muchas veces se ocupan cañerías perforadas de distribución para que la salida del agua ocurra de forma uniforme. Se recomienda poner con mínima pendiente esas tuberías perforadas.

Estos sistemas pueden ser una buena alternativa para el tratamiento de las aguas grises más livianas de una vivienda (lavamanos y duchas)

5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

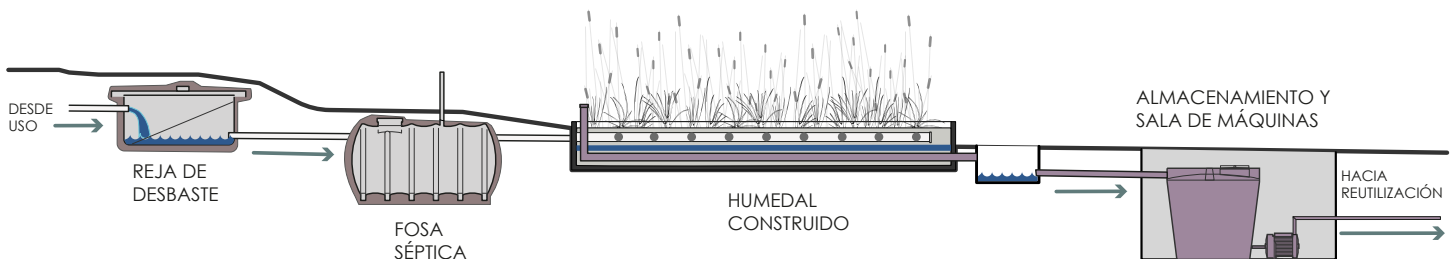
5.1.3. Sistema de tratamiento - Tratamiento secundario

Humedal artificial

Los humedales artificiales son sistemas específicamente diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante el uso de plantas superiores (macrófitas) que permiten replicar y optimizar los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren en los ecosistemas de humedales naturales.

Los humedales artificiales utilizan especies vegetales y microorganismos para su funcionamiento y no requieren de la adición de reactivos químicos. Su eficiencia es exponencial en el tiempo, esto significa que, una vez establecidas y adaptadas al medio, las especies vegetales serán capaces de crecer y desarrollarse por sí solas.

Un humedal puede ser considerado un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises siempre que no reciba aguas negras.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Tratamiento secundario

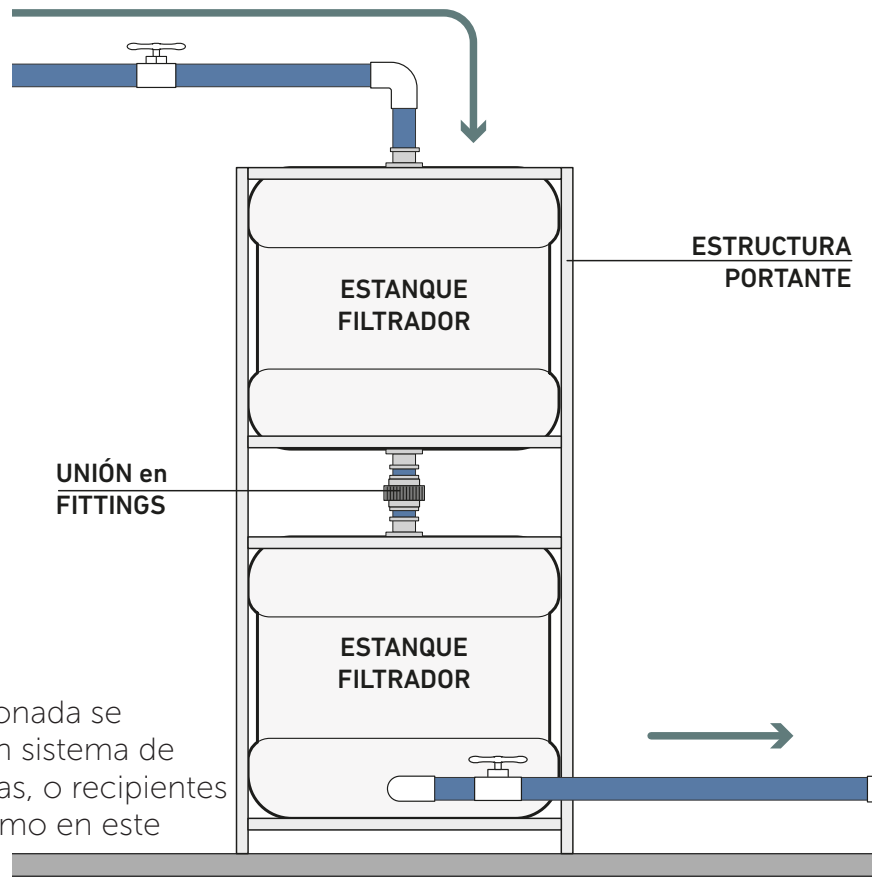
Gravedad

Filtro escalonado

Están compuestos por varias cámaras o recipientes interconectados con distintos lechos filtrantes, que van haciendo una depuración consecutiva del agua.

Se debe considerar la pendiente, para facilitar el paso del agua en cada una de sus fases y el tiempo de residencia del agua a tratar.

Esta filtración escalonada se puede lograr con un sistema de piscinas consecutivas, o recipientes interconectados como en este ejemplo.



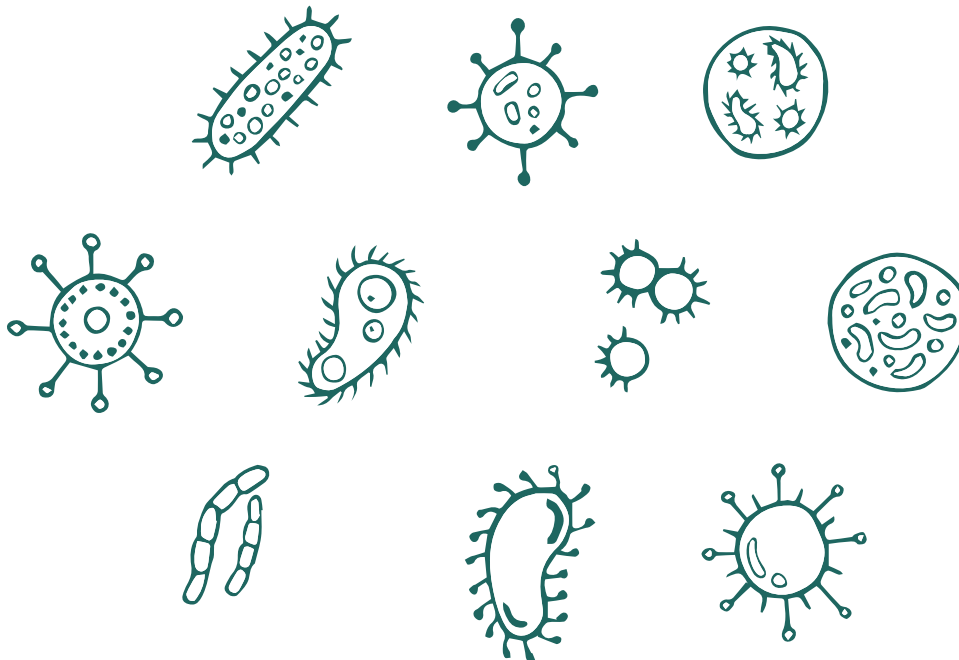
5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Desinfección

La desinfección es el último proceso y uno de los más importantes para el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Su función es eliminar microorganismos patógenos que puedan estar presentes en el agua.

Para métodos de desinfección en áreas rurales y zonas remotas, es recomendable elegir aquellos que sean más rápidos y efectivos, que no afecten el color, olor o sabor del agua y que sean fáciles de aplicar y monitorear. Además es importante que el desinfectante deje una acción residual en el agua, para que el efecto perdure. Será determinante también la disponibilidad de energía eléctrica y del agente desinfectante para evaluar los distintos mecanismos de desinfección.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

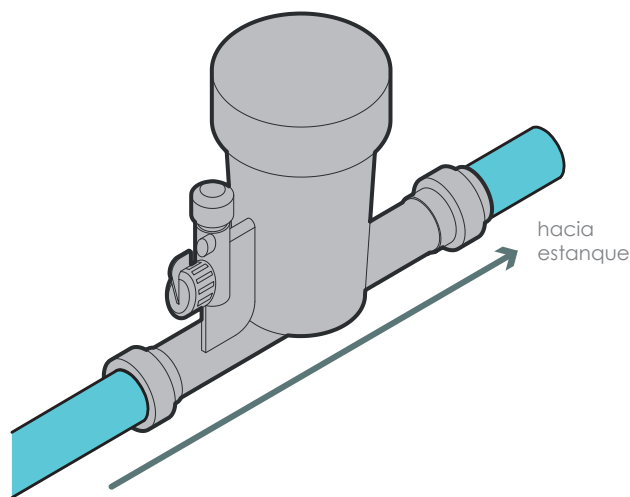
5.1.3. Sistema de tratamiento - Desinfección

Desinfección con cloro

El cloro es uno de los métodos de desinfección más usados en áreas rurales y zonas remotas. Un equipo dosificador o alimentador de cloro será necesario como mecanismo de cloración. Luego de la adición del cloro es importante considerar un estanque o cámara de contacto con un determinado tiempo de residencia de a lo menos 30 minutos, para que el cloro pueda actuar sobre los microorganismos patógenos.

La disponibilidad de energía eléctrica y del agente desinfectante serán datos relevantes a la hora de elegir un sistema dosificador.

El detalle muestra un equipo dosificador por erosión de tabletas de hipoclorito de calcio de alta concentración (HTH), las que se pueden obtener fácilmente de distribuidores locales. Los equipos son muy fáciles de manipular y de mantener, son económicos y duraderos y no requieren energía eléctrica. Los dosificadores de erosión disuelven gradualmente las tabletas de hipoclorito a una tasa predeterminada mientras fluye una corriente de agua alrededor de ellas. Las tabletas se van reponiendo y la solución de cloro concentrado que se prepara en la cámara va cayendo al estanque. Este sistema de desinfección puede utilizarse en sistemas de aguas grises de bajo flujo.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.3. Sistema de tratamiento - Desinfección

Desinfección UV

La desinfección con luz ultravioleta (UV) es considerado un método rápido y eficiente para la inactivación de microorganismos patógenos. A través de procesos físicos, la luz ultravioleta actúa como germicida eliminando bacterias, virus y protozoos. Este sistema es más efectivo en afectar la supervivencia de protozoos y no genera residuos, sin embargo es necesario garantizar una dosis suficiente para evitar la reparación del daño celular en los microorganismos. Además, requiere mantener la turbiedad del agua en niveles mínimos para asegurar el buen funcionamiento del sistema.

Las lámparas presentes en estos equipos deben ser sustituidas anualmente, y se debe disponer de energía eléctrica.

La mantención de este sistema de desinfección es de mayor costo que la desinfección con cloro. Además, no deja efecto residual en el agua, por lo que se debe cuidar la calidad del agua tratada para evitar contaminación posterior a la desinfección.



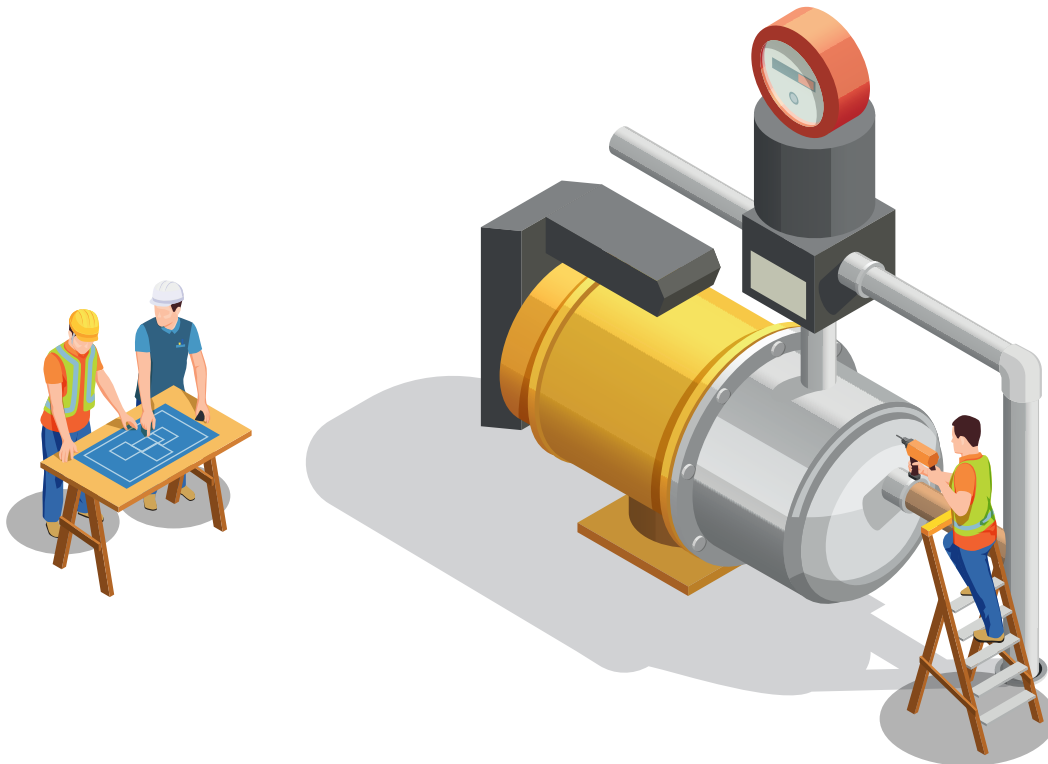
5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.4. Sistema de distribución

Un sistema de reutilización de aguas grises puede o no requerir de una máquina generadora de energía para darle presión al agua.

Si el sistema prescinde de una máquina generadora de energía, será porque los puntos de recuperación de agua están en un lugar más alto que los puntos de uso del agua reutilizada, y porque el sistema de tratamiento se basa únicamente en la gravedad para hacer pasar el agua por las diferentes fases. Esto puede ocurrir cuando el agua se ocupa en riego o en otros usos fuera de la vivienda.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

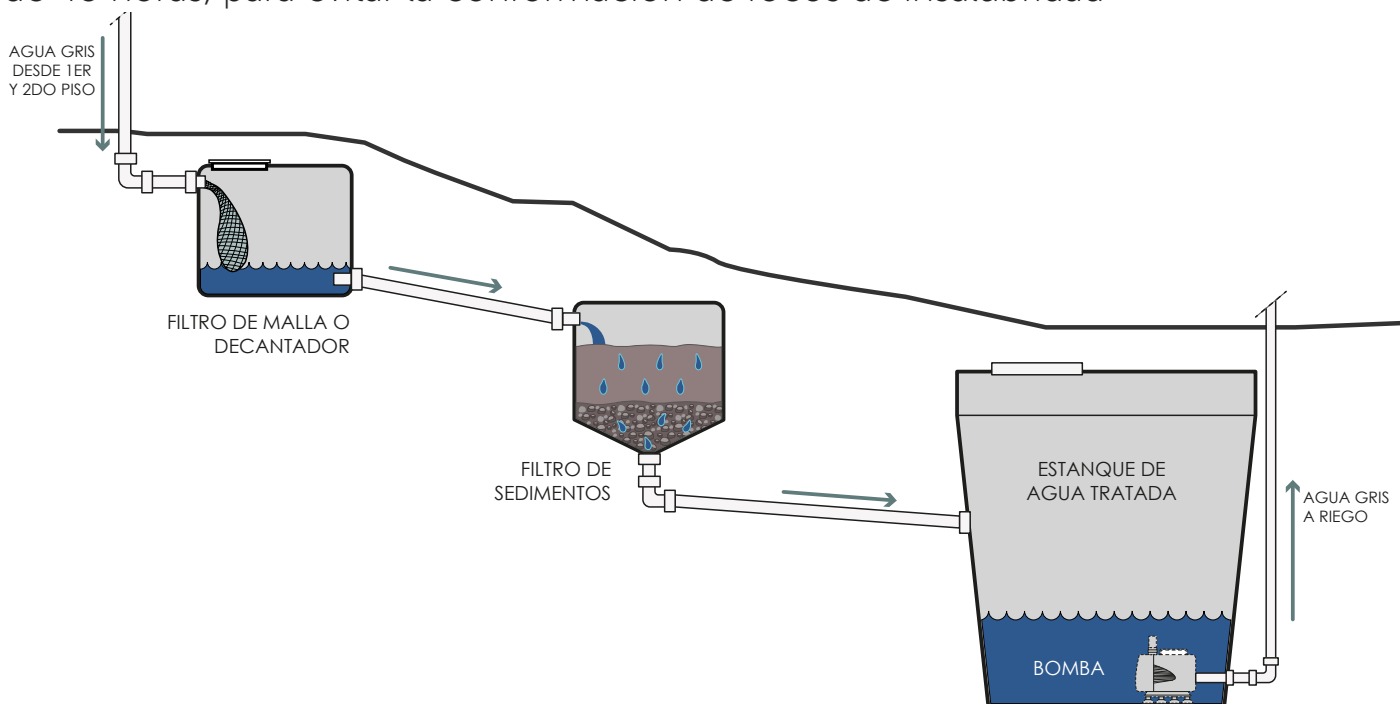
5.1. Componentes del sistema

5.1.4. Sistema de distribución

Para cualquier otro caso se necesitará una maquina generadora de energía (o más de una) o electrobomba. En la mayoría de los casos se usará la gravedad para la recolección del agua gris desde todos los puntos de recuperación de agua. Después de eso algunos sistemas ocupan una electrobomba para hacer circular el agua por las distintas fases de tratamiento, y otros solamente usan la gravedad.

Finalizado el tratamiento algunos sistemas hacen uso de una electrobomba sumergible para elevar el agua hacia un estanque de almacenamiento final en altura. Otros sistemas implementan un estanque de almacenamiento final enterrado, y utilizan la electrobomba para distribuir el agua hacia los puntos de consumo de agua reutilizada cada vez que esta es requerida.

Siempre se debe tener la precaución de no almacenar aguas grises tratadas por más de 48 horas, para evitar la conformación de focos de insalubridad



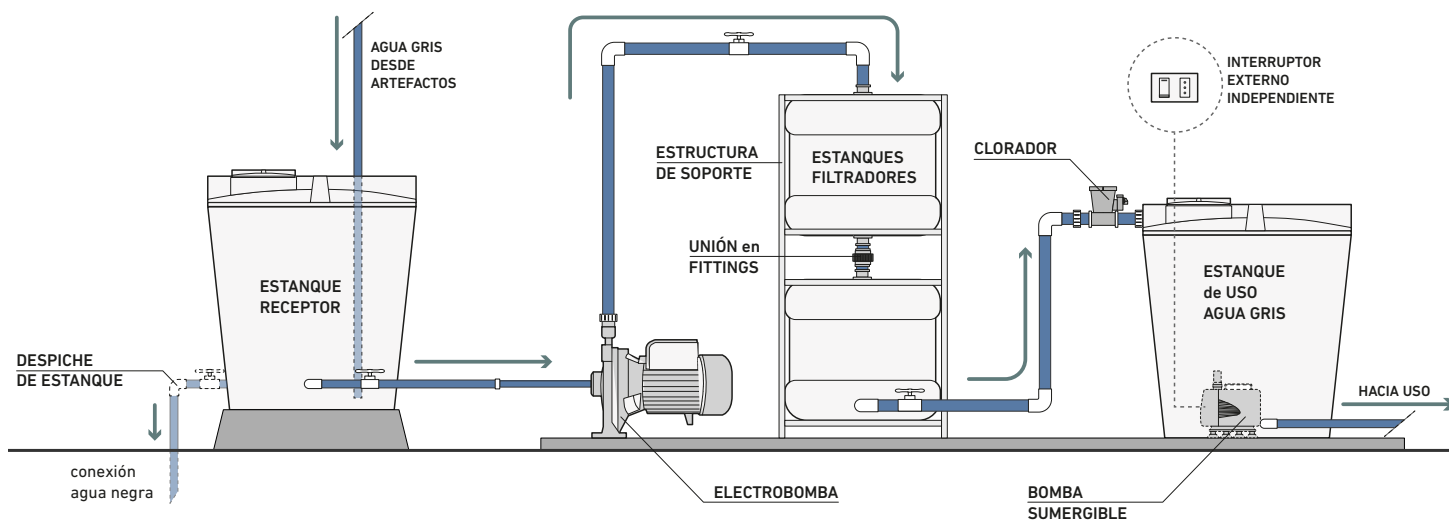
5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.1. Componentes del sistema

5.1.4. Sistema de distribución

Hay diversas opciones de configuración para un sistema de distribución y dependerán tanto de las características y ubicación de los puntos de recuperación, como de las características y ubicación de los puntos de consumo de agua reutilizada.

Los sistemas de distribución por impulsión involucran costos de energía y de mantenimiento de equipos, cuestión que debe tenerse en cuenta a la hora de planificar la man-
tención y operación del sistema.



5. ¿Cómo diseñar un sistema de reutilización de aguas grises?

5.2. Operación y mantenimiento

La mantención en general es sencilla y los materiales y piezas de reemplazo son de fácil obtención en mercados locales. Una adecuada mantención es vital para lograr un tratamiento eficiente de las aguas grises y para que todos los componentes duren muchos años de servicio ininterrumpido.

Algunas de las faenas de operación consistirán en:

Las trampas de cañerías, las mallas y las cámaras desgrasadoras se deben limpiar periódicamente eliminando sedimento, partículas de mayor tamaño, grasas y jabones. Los residuos sólidos extraídos desde la o las unidades del tratamiento preliminar, deben ser eliminados con los residuos sólidos domiciliarios.

Los cartuchos y/o componentes de los filtros se deben lavar periódicamente, y reponerse cuando ya han cumplido su vida útil.

Las fosas sépticas se deben vaciar y limpiar periódicamente para poder eliminar el lodo cuando la acumulación de lodo orgánico excede el 30% del volumen líquido de la fosa. Si no se realiza una limpieza existe la posibilidad de que el agua que sale de la fosa contenga una alta cantidad de sólidos en suspensión, alterando el funcionamiento de los filtros y tratamientos consecutivos.

Los sistemas de desinfección requerirán reposición de insumos (como cloro) o recambio de lámparas y componentes (como lámparas UV).

Las tuberías de distribución y recogida de aguas pueden requerir un lavado a presión para eliminar el fango que se haya acumulado en las tuberías o para limpiar los agujeros que podrían haberse obstruido.

Las máquinas y sistemas eléctricos deben mantenerse para garantizar su óptimo