

Estado actual,
barreras, propuestas
de ajuste y
oportunidades en el

reúso de aguas residuales tratadas

DOCUMENTO
COMPILATORIO



1



Documento compilatorio de diferentes fuentes sobre el estado actual, barreras (técnicas, regulatorias y operacionales), propuestas de ajuste a los instrumentos (técnicos y normativos) y oportunidades priorizadas para favorecer el reúso de aguas residuales tratadas para entregar a la autoridad ambiental.

Diciembre de 2020

Contenido

	PG.
Glosario de siglas	08
Lista de tablas	09
Lista de figuras	10
Lista de gráficas	10
Introducción	11

1

Estado actual del reúso

	PG.
1.1 La posición internacional respecto al aprovechamiento de los recursos	14
1.2 La economía circular y el reúso de agua	15
1.3 La normativa vigente en Colombia- Resolución 1207 de 2014	16
1.4 Otros instrumentos y normativa nacional relacionada	19
1.5 Evaluaciones iniciales a la norma	19
1.6 Reúso de aguas residuales tratadas en Colombia en la práctica	22

2

Ejemplos de reúso de agua residual tratada

2.1. Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector agrícola	PG.		
2.1.1 Estudio AGROSAVIA - Ecopetrol	25		
2.1.2 Caso de reúso agrícola en Israel	26		
2.1.3 Caso Mendoza, Argentina	26		
2.1.4 Caso San Luis de Potosí, México	27		
2.1.5 EDAR Atotonilco (Estación de depuración de aguas residuales)	27		
2.1.6 Proyecto QGC en Australia	27		
2.1.7 Reúso agrícola de agua producida tratada	28		
2.2 Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector industrial	28		
2.2.1 Proyecto Cemex- Bavaria	28		
2.2.2 Veolia Water technologies en Namibia	28		
2.2.3 Proyecto de reúso en Suráfrica para industria papelera y petrolera	29		
2.3 Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector minero-energético	29		
2.3.1 Agua municipal reusada en industria petrolera mexicana	29		
			PG.
		2.3.2 Instalación de recuperación de agua La Enlozada	30
		2.4 Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el ámbito urbano	30
		2.4.1 Agua residual tratada de Backus usada en zonas verdes de Ate, Perú	30
		2.4.2 Agua residual tratada de Nestlé usada en zonas verdes de Lima, Perú	30
		2.5 Otros ejemplos e investigaciones	31
		2.5.1 Un ejemplo de agua para consumo directo humano	31
		2.5.2 Universidad del Valle e Instituto Cinara	31
		2.5.3 Proyecto PTAR Tuluá	31

3

Barreras

3.1	Normativas	PG.	
3.1.1	Sobre los usos establecidos para el reúso de aguas residuales tratadas	34	
3.1.2	Sobre los criterios de calidad exigidos en la norma para el reúso de aguas residuales tratadas	34	
3.1.3	Sobre vacíos de información para la concesión de reúso de aguas residuales tratadas	35	
3.2	Operativas	35	
3.2.1	Sobre el trámite administrativo requerido: concesiones de agua y permisos de vertimiento	35	
3.2.2	Sobre los incentivos para el reúso de las aguas residuales tratadas	37	
3.2.3	Sobre la capacidad para aplicar el reúso	37	
3.2.4	Sobre la destinación de recursos para incrementar la cobertura de tratamiento de aguas residuales		PG.
3.2.5	Sobre el estudio y la pedagogía para el reúso del agua	38	
3.3	Técnicas	38	
3.3.1	Sobre los temas de monitoreo y control	38	
3.3.2	Sobre los laboratorios acreditados en Colombia y los parámetros exigidos en la norma de reúso	39	

4

Propuestas de ajuste a instrumentos

	PG.		PG.
4.1 Normativos	42	4.2 Técnicos	44
4.1.1 Sobre el trámite administrativo requerido; concesiones de agua y permisos de vertimiento	42	4.2.1 Sobre el concepto de reúso y la diferencia con recirculación y reutilización	44
4.1.2 Sobre los usos establecidos para el reúso de aguas residuales tratadas	42	4.2.2 Sobre los laboratorios acreditados en Colombia y los parámetros exigidos en la norma de reúso	44
4.1.3 Sobre el balance de masa requerido para el reúso de aguas residuales tratadas	43		
4.1.4 Sobre los criterios de calidad exigidos en la norma para el reúso de aguas residuales tratadas	43		

5

Oportunidades

	PG.
5.1 Normativas	46
5.1.1 Sobre incentivos para el reúso aguas residuales tratadas en la normatividad	46
5.2 Técnicas	48
5.2.1 Sobre la concepción de las aguas residuales tratadas en general	48
5.2.2 Sobre los subproductos de las aguas residuales tratadas	48
5.3 Otras	49
5.3.1 Reducción de costos operativos	49

6

Manejo de riesgos

PG.

51

7

Conclusiones

PG.

54

Referencias 56

Anexos 60

Glosario de siglas

CAR	Corporación Autónoma Regional
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EPA	Agencia de Protección Ambiental
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
IUA	Índice de Uso del Agua
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MVCT	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
OMS	Organización Mundial de la Salud
PSMV	Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
PUEAA	Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua
RAS	Agua Potable y Saneamiento Básico
TUA	Tasa por Uso de Agua

Lista de tablas

Tabla 1.	Resumen y temáticas de la Resolución 1207 de 2014
Tabla 2.	Usos establecidos por la Resolución 1207 de 2014 para el reúso de aguas residuales tratadas.
Tabla 3.	Marco normativo: Programas, Planes, Políticas, Estrategias, Códigos, CONPES
Tabla 4.	Marco Normativo: Leyes, Decretos relacionados con reúso de aguas residuales tratadas.
Tabla 5.	Marco Normativo: Leyes, Decretos relacionados con concesiones de agua y permisos de vertimiento.
Tabla 6.	Usos del agua en el Decreto 1076 de 2015 – Decreto Único Ambiental (MADS, 2015).
Tabla 7.	Criterios de calidad propuestos para modificación de la norma de reúso de aguas residuales tratadas.

Lista de figuras

Figura 1. Economía lineal en la gestión del recurso hídrico.

Figura 2. Economía circular en la gestión del recurso hídrico.

Lista de gráficas

Gráfica 1. Solicitudes de reúso de aguas residuales tratadas acumuladas de 2015 a 2019

Gráfica 2. Comparación de aguas residuales urbanas tratadas entre países de Latinoamérica

Gráfica 3. Comparación de aguas residuales urbanas reusadas entre países

Introducción

En Colombia, existe una alta presión sobre el recurso hídrico y la proyección de la demanda hídrica en los sectores productivos, de servicios y doméstico es creciente. Por esto el reúso de las aguas residuales tratadas se convierte en un tema cada vez más relevante. Para entender el tema basta revisar algunos datos:

- Según el Banco Mundial la disponibilidad de agua por persona disminuyó un 31% en el período 1992-2014 (Banco Mundial, 2018).
- En Colombia para el año 2030 se proyecta un incremento del 21% al 27% de la demanda total de agua con respecto a 2017 (IDEAM, 2019).
- Con base en el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, se proyecta un aumento total de la población del 13,3% para el período 2018-2030 (DNP, 2018), que implica mayor consumo de agua, principalmente en el sector doméstico, pero también en los sectores productivos y de servicios.

- En Colombia, el 56% de la población se encuentra en subzonas hidrográficas con un Índice de Uso del Agua (IUA) crítico, y 103 de las 316 subzonas hidrográficas (32,6%) tienen un IUA, para el año seco, alto, muy alto o crítico (IDEAM, 2019).

El agua residual tratada es una fuente alternativa de agua con elevado potencial en Colombia. En general, en el país, hay un bajo aprovechamiento de los residuos, tanto líquidos como sólidos, y el reúso podría disminuir la captación de agua fresca y la cantidad de vertimientos, y satisfacer la demanda creciente. Por ejemplo, en el país se utilizan 16 mil millones de metros cúbicos por año en el sector agrícola (IDEAM, 2019) y parte de esta demanda podría cubrirse por medio de reúso de aguas residuales tratadas.

En 2014, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) expidió la Resolución 1207 “por medio de la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas”. Su aplicabilidad ha sido analizada por diferentes actores públicos y privados en la medida en que el reúso del agua es una estrategia para la gestión integral del recurso hídrico que cobra importancia ahora que la tendencia mundial es al aumento de la demanda de este recurso y, por lo tanto, a la disminución de su disponibilidad. →

→ Este documento se desarrolla en el marco del acuerdo de cooperación firmado en 2019 entre TNC y Ecopetrol y cuyo objeto es diseñar, desarrollar y/o impulsar mecanismos de gobernanza del agua, soluciones naturales del clima, alternativas en carbono forestal e iniciativas de conservación (preservación, restauración y uso sostenible), que contribuyan con la seguridad hídrica, con la mitigación y adaptación al cambio climático y con la definición de acciones y áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad, en los territorios donde se desarrollan las operaciones y proyectos de Ecopetrol. La mayoría de insumos y fuentes abarcados en este documento fueron presentados y discutidos en el marco de las sesiones de la Mesa de Políticas Públicas y de la Mesa de Estándares Corporativos de la Coalición Agua para Colombia que durante el 2020 han contado con la participación de entes públicos como el MVCT, el MADS, el MADR, la CRA, el DNP y la UPME; y también de entidades privadas y mixtas como Andesco, el Centro Nacional de Agua de la ANDI, Coca Cola Company, Postobón, Alpina, Fedepalma, Pepsico, Bavaria, Enel, Ecopetrol y la Red de Fondos de Agua, entre muchos otros.

El interés de este documento es presentar información compilada de diferentes fuentes sobre el estado actual del reúso de las aguas residuales, la norma que actualmente lo reglamenta, las disposiciones y requerimientos para implementarlo y las consideraciones de las instituciones públicas y privadas sobre el tema. En el capítulo 1 se expone el estado actual del reúso en Colombia y se incluye información sobre el tratamiento de aguas residuales, el capítulo 2 presenta ejemplos nacionales e internacionales de proyectos de reúso y casos en implementación, el capítulo 3 presenta algunas de las barreras más comúnmente identificadas, el capítulo 4, las propuestas de mejora a la normativa formulada por diferentes actores, el 5 sugiere algunas de las oportunidades reconocidas y el 6 ahonda en la importancia del manejo de ciertos riesgos asociados al reúso de aguas residuales tratadas. 💧



CAPÍTULO

1

ESTADO ACTUAL DEL REÚSO

- 1.1 La posición internacional respecto al aprovechamiento de los recursos
 - 1.2 La economía circular y el reúso de agua
 - 1.3 La normativa vigente en Colombia- Resolución 1207 de 2014
 - 1.4 Otros instrumentos y normativa nacional relacionada
 - 1.5 Evaluaciones iniciales a la norma
 - 1.6 Reúso de aguas residuales tratadas en Colombia en la práctica
-

➔ 1.1 La posición internacional respecto al aprovechamiento de los recursos

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030 de las Naciones Unidas mencionan el aprovechamiento adecuado de los recursos mediante procesos que permitan que sean utilizados más de una vez. El Objetivo 6 busca garantizar la disponibilidad, la gestión sostenible y el saneamiento para todos y en la meta 6.3 establece “mejorar la



→ calidad del agua (...) aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización”. El Objetivo 12 habla de garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles e incluye en la meta 12.2 “mejorar la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales” y en la meta 12.5 “reducir considerablemente la generación de desechos, mediante actividades de preven-

ción, reducción, reciclado y reutilización”. Por su parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en la política y requerimientos de desempeño ambiental, incluye en uno de sus componentes “desarrollar programas de ahorro y uso eficiente del agua y la energía y medidas de reducción, reutilización, reciclado y valorización”.

➔ 1.2 La economía circular y el reúso de agua

La Estrategia Nacional de Economía Circular de 2019 y el CONPES 4004 de 2020 de Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales establecen el reúso de aguas residuales tratadas como uno de los temas principales dentro de la economía circular y la presentan como una oportunidad de acción que integra diversos sectores y permite la simbiosis a partir de la lógica de usuario generador y usuario receptor. De igual forma, la Política de crecimiento verde de 2018, en sus líneas de acción, promueve el desarrollo de procesos que hagan uso eficiente del agua y que fomenten la economía circular (DNP, 2018).

Desde el enfoque de la economía lineal el agua residual, luego de su tratamiento, es llevada a su disposición final. En este modelo el agua residual es una carga para el sistema, mientras que, en la economía circular, el agua residual tratada es un insumo que incrementa la integridad de la gestión del recurso hídrico. La economía circular propende por los ciclos del agua, de energía y de los subproductos del tratamiento del agua residual, lo que, de acuerdo con Giraldo, mantendría su disponibilidad a largo plazo (Giraldo, 2020). La Figura 1 presenta la diferencia entre la gestión lineal del recurso hídrico respecto a la gestión circular del mismo.

Figura 1.

ECONOMÍA LINEAL EN LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Fuente: Banco Mundial (2020b)



Figura 2.**ECONOMÍA CIRCULAR EN LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO****Fuente:** Banco Mundial (2020b)

➔ 1.3 La normativa vigente en Colombia- Resolución 1207 de 2014

La Resolución 1207 de 2014 establece las disposiciones actuales relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas para Colombia. La Tabla 1 presenta los artículos incluidos en la Resolución y las temáticas asociadas sobre las cuales se hace la recopilación de la información técnica, barreras, propuestas de ajuste y oportunidades en los capítulos posteriores.

Los objetivos de esta norma son: i) el uso eficiente del recurso hídrico, ii) el uso de aguas residuales tratadas como fuente alternativa y iii)

el control de la contaminación en las fuentes hídricas. Los requisitos para que exista reúso son i) la existencia de aguas residuales tratadas disponibles, ii) la existencia de un usuario receptor al que le sea factible técnica y económicamente el uso de las aguas y iii, que las aguas residuales tratadas cumplan con los criterios de calidad para su reúso (Álvarez, 2017).

Según esta norma, en el reúso de aguas residuales tratadas pueden existir dos situaciones: i) que el usuario generador sea el mismo usuario receptor o ii.) que el usuario generador sea



La economía circular propende por los ciclos del agua, de energía y de los subproductos del tratamiento del agua residual.

Tabla 1. Resumen y temáticas de la Resolución 1207 de 2014

#	ARTÍCULO	TEMÁTICAS
1	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	Reúso aguas residuales tratadas
2	DEFINICIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales tratadas • Criterio de calidad • Reúso • Usuario generador • Usuario receptor • Punto de entrega de las aguas residuales tratadas
3	DEL REÚSO	Requerimientos de modificación de la concesión de aguas, (Licencia Ambiental o Plan de Manejo Ambiental, cuando incluyan concesión de aguas), para usuario generador y usuario receptor
4	DE LOS VERTIMIENTOS	Requerimientos de modificación del permiso de vertimientos, para usuario generador
5	DEL BALANCE DE MATERIA O DE MASA	Requerimientos sobre las cantidades de agua en el sistema (balance de masa) en concesión de aguas y/o permiso de vertimientos, para usuario generador y usuario receptor
6	DE LOS USOS ESTABLECIDOS	Usos permitidos para el reúso de aguas residuales tratadas: reúso en el sector agropecuario y reúso en el sector industrial
7	CRITERIOS DE CALIDAD	Criterios de calidad y límites máximos permisibles para reúso de aguas residuales tratadas en parámetros físicos, microbiológicos, químicos, de metales, metaloides, no metales, biocidas, iones y otros: reúso en sector agropecuario y reúso en el sector industrial
8	DISTANCIAS MÍNIMAS DE RETIRO PARA DESARROLLO DEL REÚSO	Requerimientos de distancia de retiro para reúso de aguas residuales tratadas: reúso en sector agropecuario y reúso en sector industrial
9	DE LAS OBRAS	Requerimientos de obras desde el punto de entrega de las aguas residuales tratadas, para el usuario Receptor
10	DE LA PREVENCIÓN	Requerimientos de medidas y actividades de prevención del deterioro del recurso hídrico en la concesión de aguas para el reúso de aguas residuales tratadas, para el usuario receptor
11	DEL MONITOREO Y SEGUIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos de elementos de monitoreo en el punto de entrega de las aguas residuales tratadas, para el usuario generador • Requerimientos del plan de monitoreo de aguas residuales tratadas en la concesión de aguas, para usuario receptor; y requerimientos de monitoreo del suelo, cuerpos de agua superficial y subterránea para el reúso en el sector agropecuario
12	DE LAS SITUACIONES CONTINGENTES	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de medidas de prevención, control, mitigación y compensación de impactos, para usuario generador y usuario receptor • Requerimientos de suspensión del reúso de aguas residuales tratadas y ejecución de acciones para cesar la contingencia, para el usuario receptor

→ diferente al usuario receptor. En el primer caso, para hacer reúso se requiere modificar el instrumento administrativo que permitió el uso de las aguas y, si se modifican las condiciones de los vertimientos, se debe modificar el permiso de vertimientos asociado. Para el segundo caso, tanto el usuario generador como el receptor deben obtener la autorización que permita la entrega por parte del usuario generador y el acceso al agua residual tratada por parte del usuario receptor.

En ambos casos, el usuario generador debe instalar en el punto de entrega elementos de monitoreo para conocer la cantidad de agua residual tratada entregada y el usuario receptor debe establecer un plan de monitoreo para su reúso. Adicionalmente, el usuario receptor es el responsable de: i) las obras requeridas para

el reúso desde el punto de entrega hasta el lugar en el que el receptor va a hacer uso de estas aguas y ii) garantizar el cumplimiento de los criterios de calidad (MADS, 2014). Por medio de la autorización de uso del agua, la autoridad ambiental define el punto de entrega (Álvarez, 2017).

En cuanto a los usos establecidos para el reúso de las aguas residuales tratadas se contemplan: reúso en el sector agrícola y reúso en el sector industrial. No se contemplan otros usos siguiendo los lineamientos del Ministerio de Salud, que prohíbe el reúso de agua para consumo humano, y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), que prohíbe la reinyección en acuíferos. Las actividades permitidas en estos dos casos de reúso son específicas y están definidas en la norma de la siguiente manera (MADS, 2014):

Tabla 2. Usos establecidos por la Resolución 1207 de 2014 para el reúso de aguas residuales tratadas

REÚSO EN SECTOR	USOS ESTABLECIDOS POR LA RESOLUCIÓN 1207 PARA EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
<p style="text-align: center;">AGRÍCOLA</p>	<p>PARA RIEGO DE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cultivos de pastos y forrajes para consumo animal • Cultivos no alimenticios para humanos o animales • Cultivos de fibras celulósicas y derivados • Cultivos para la obtención de biocombustibles (biodiesel y alcohol carburante) incluidos lubricantes • Cultivos forestales de madera, fibras y otros no comestibles • Cultivos alimenticios que no son de consumo directo para humanos o animales y que han sido sometidos a procesos físicos o químicos • Áreas verdes en parques y campos deportivos en actividades de ornato y mantenimiento • Jardines en áreas no domiciliarias
<p style="text-align: center;">INDUSTRIAL</p>	<p>USO EN ACTIVIDADES DE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intercambio de calor en torres de enfriamiento y en calderas • Descarga de aparatos sanitarios (las aguas residuales resultantes deben someterse a tratamiento como agua residual no doméstica) • Limpieza mecánica de vías • Riego de vías para el control de material participado • Sistemas de redes contraincendios

➔ 1.4 Otros instrumentos y normativa nacional relacionada

Algunos programas, planes y estrategias de política pública y del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) sirven de base para profundizar sobre el reúso de aguas residuales tratadas. Ejemplo claro de esto es el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, que, en el capítulo IV. Pacto por la sostenibilidad —producir conservando y conservar produciendo—, establece como objetivo 3 “acelerar la economía circular como bases para la reducción, reutilización y reciclaje de residuos”. En este, se establece que el MADS modificará la reglamentación del reúso del agua residual tratada con base en la evaluación de la normatividad vigente y con información de los

sectores, e impulsará la transferencia de tecnologías para promover el reúso (DNP, 2019). En el Anexo 1. se presentan los instrumentos, artículos y disposiciones más pertinentes.

Dentro del marco normativo también se presentan algunas leyes y decretos que cuentan con disposiciones relacionadas con el desarrollo del reúso de aguas residuales tratadas. En el Anexo 2. se recopilan disposiciones respecto al reúso en leyes y decretos y en el Anexo 3., la normativa relacionada con las concesiones de agua y los permisos de vertimiento (considerando sus requerimientos para el reúso de aguas residuales). Todo esto servirá de base y contexto al momento de ejecutar un cambio en la regulación vigente.

➔ 1.5 Evaluaciones iniciales a la norma

En 2019, el MADS realizó una evaluación a la norma de reúso para analizar su aplicación por parte de autoridades ambientales y de los usuarios. Para 2015, 8 autoridades ambientales reportaron un total de 0 concesiones otorgadas y, para 2017, 11 autoridades reportaron un total de 18 concesiones de reúso otorgadas y 4 en evaluación (MADS, 2019). Para mediados de 2019, se habían presentado en total, desde la entrada en vigencia de la norma, 73 solicitudes para reúso de aguas residuales tratadas a 14 autoridades ambientales.

Como se observa en la gráfica 1, hay un número significativo de autoridades ambientales a las que no se le han presentado solicitudes y el 46.6% se concentra en solo tres Corporaciones Autónomas Regionales (CAR): la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (Corporinoquía). De las 73 solicitudes: 17 han sido otorgadas, 15 negadas, 38 se encuentran en trámite, 2 archivadas y 1 se encuentra en revisión (García, 2020).

De acuerdo con Álvarez, en las evaluaciones que se hicieron a la norma de reúso en sus primeros años, respecto a las autoridades ambien-

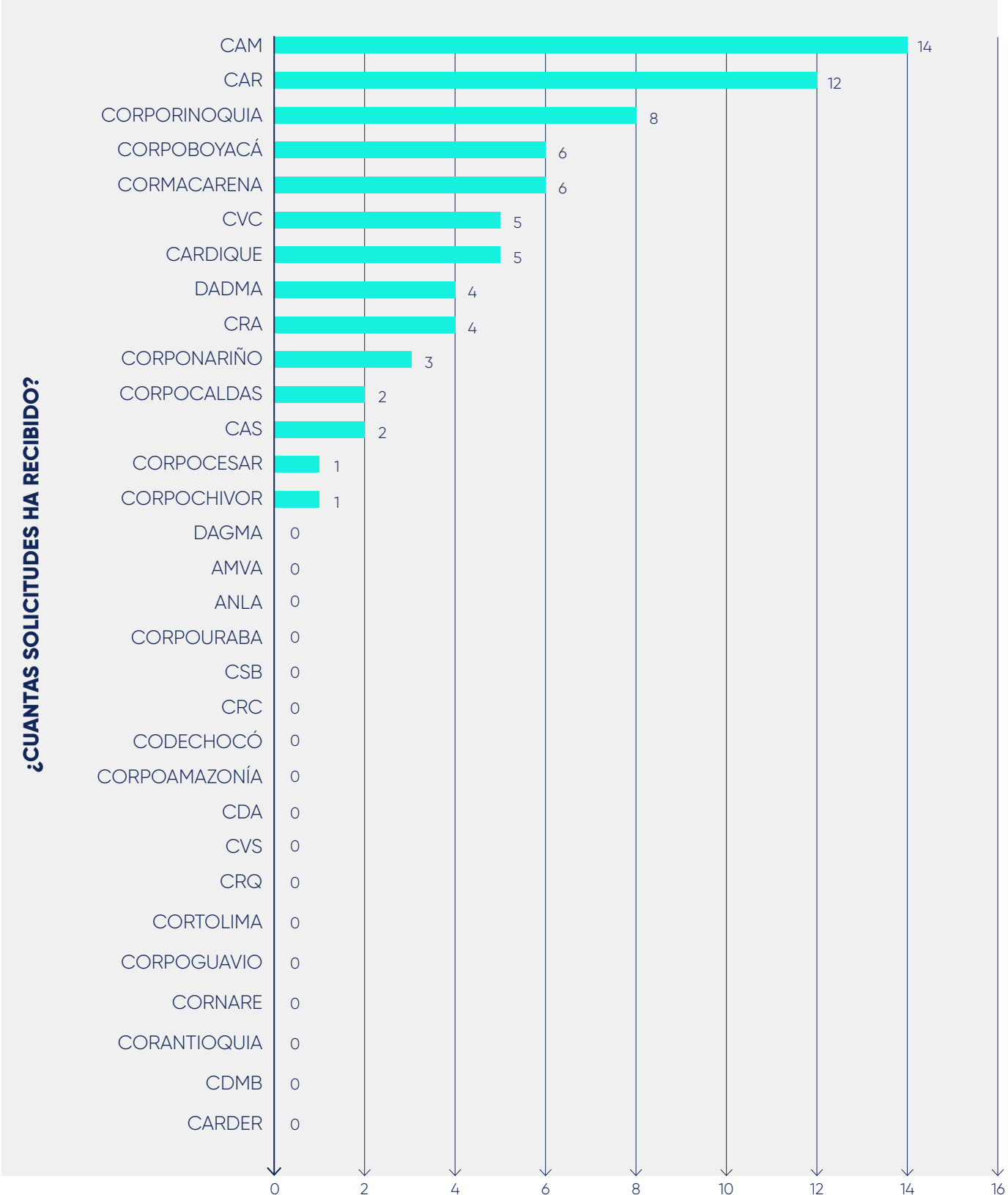
tales se encontró baja aplicación de esta, ausencia de estadísticas, desconocimiento de la norma y bajo interés en estimular el reúso de aguas residuales tratadas (Álvarez, 2017). Además, se encontró que el concepto de reúso no había sido acogido por la totalidad de las CAR y no había un avance en su aplicación en varias regiones. También, que había una desinformación general sobre la reglamentación del reúso de aguas residuales tratadas que se acentuaba cuando se trataba de temas específicos de cada sector.

Respecto al tratamiento de aguas residuales en Colombia se evidencia que todavía es insuficiente frente a las necesidades de gestión del recurso hídrico. Según datos de MVCT, menos del 50% de las aguas residuales son tratadas y solo el 18% de los municipios trata sus aguas residuales (Bahamón, 2020). En el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 se establece como meta del cuatrienio alcanzar el tratamiento del 54,3% de las aguas residuales urbanas y, para el 2030, del 68% (DNP, 2019). Como se muestra en las gráficas 2. y 3., Colombia está retrasada en materia de tratamiento de aguas residuales con respecto a otros países de la región y el reúso de aguas residuales municipales es nulo.

Gráfica 1.

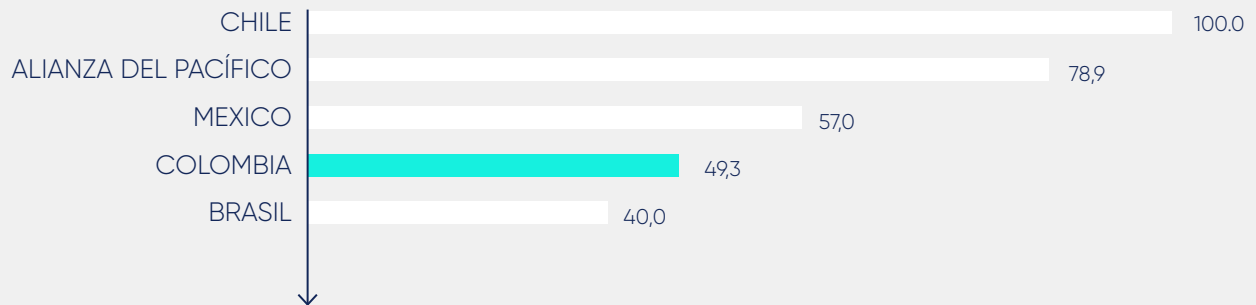
SOLICITUDES DE REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS ACUMULADAS DE 2015 A 2019

Fuente: García (2020)

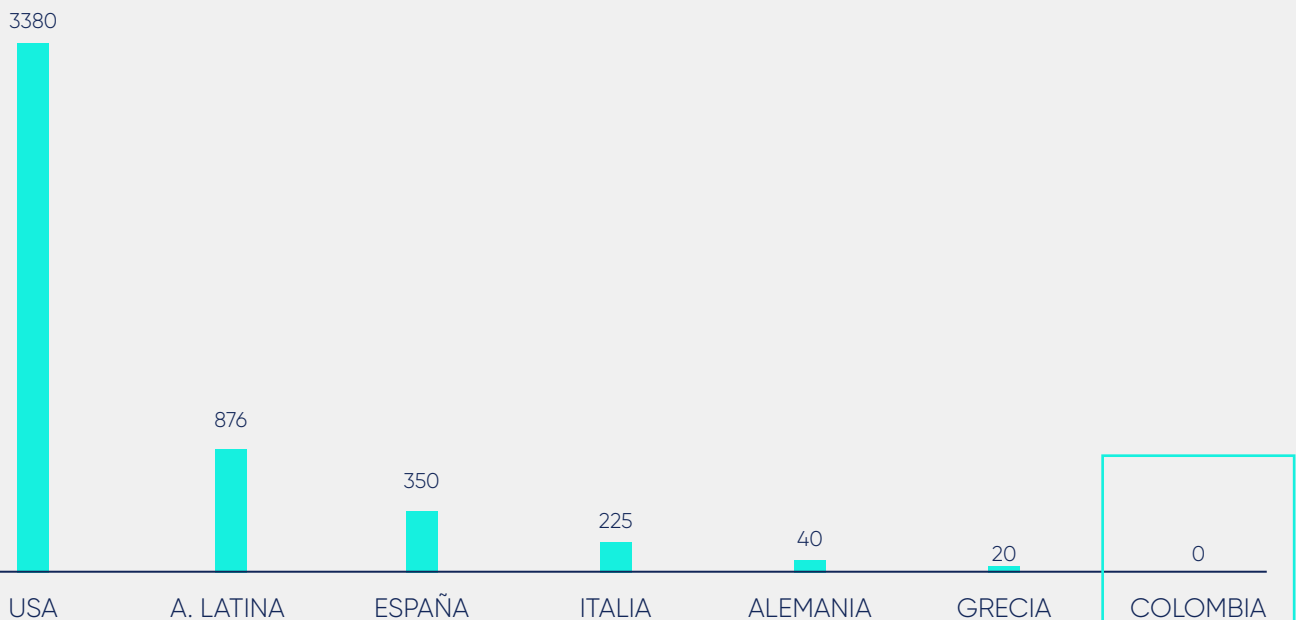


Gráfica 2.**COMPARACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS TRATADAS ENTRE PAÍSES DE LATINOAMÉRICA**

Fuente: Bahamón (2020), a partir de datos de MVCT (2020), CRA (2013), SSPD (2018)

AGUAS RESIDUALES URBANAS TRATADAS (%)**Gráfica 3.****COMPARACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS REUSADAS ENTRE PAÍSES**

Fuente: Bahamón (2020), a partir de datos de ENA 2018 - Asociación Interamericana de Ingeniería sanitaria y ambiental (2016)

VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES REUSADAS (Millones de m³/año)

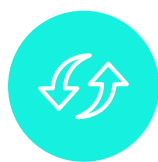
➔ 1.6 Reúso de aguas residuales tratadas en Colombia en la práctica

En el sector agropecuario se viene haciendo reúso de aguas residuales tratadas desde antes de la expedición de la Resolución 1207 de 2014, sin el control apropiado por parte de las autoridades ambientales. De acuerdo con el Reporte Nacional del Proyecto Desarrollo de Capacidades en el uso seguro de aguas residuales para agricultura, para 2011, el 27% de la superficie (1.230.193 ha) era irrigada con aguas residuales tratadas y un 73% restante con aguas sin tratar diluidas con aguas superficiales (Lopera & Campos, 2011).

Además, según el estudio realizado en 2020 por el DNP, en Colombia se ha hecho reúso de

aguas residuales tratadas provenientes de lagunas facultativas en el riego de cultivos, que no siempre cumplen con los límites permisibles de la calidad del agua de acuerdo con la normatividad (Consortio N&V Caltiz, 2020).

Algunas multinacionales con presencia en el país han incursionado en el tratamiento para reúso en otros países a través de sistemas de lodos activados. Algunos ejemplos son: Grupo Acciona, Biotecs Ingeniería, Veolia Water Technologies y Ticsa Colombia (Consortio N&V Caltiz, 2020). Los avances internacionales de estas empresas podrían servir como base para el desarrollo de proyectos piloto en el país. 💧



CAPÍTULO

2

EJEMPLOS DE REÚSO DE AGUA RESIDUAL TRATADA

2.1. Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector agrícola

- 2.1.1 Estudio AGROSAVIA-Ecopetrol
- 2.1.2 Caso de reúso agrícola en Israel
- 2.1.3 Caso Mendoza, Argentina
- 2.1.4 Caso San Luis de Potosí, México
- 2.1.5 EDAR Atotonilco (Estación de depuración de aguas residuales)
- 2.1.6 Proyecto QGC en Australia
- 2.1.7 Reúso agrícola de agua producida tratada

2.2. Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector industrial

- 2.2.1 Proyecto Cemex- Bavaria
- 2.2.2 Veolia Water technologies en Namibia
- 2.2.3 Proyecto de reúso en Suráfrica para industria papelera y petrolera

2.3. Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector minero-energético

- 2.3.1 Agua municipal reusada en industria petrolera mexicana
- 2.3.2 Instalación de recuperación de agua La Enlozada

2.4. Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el ámbito urbano

- 2.4.1 Agua residual tratada de Backus usada en zonas verdes de Ate, Perú
- 2.4.2 Agua residual tratada de Nestlé usada en zonas verdes de Lima, Perú

2.5. Otros ejemplos e investigaciones

- 2.5.1 Un ejemplo de agua para consumo directo humano
- 2.5.2 Universidad del Valle e Instituto Cinara
- 2.5.3 Proyecto PTAR Tuluá

Este capítulo compila información relacionada con la aplicación del reúso de aguas residuales tratadas. La información se presenta según el sector en el que se realiza el reúso, el usuario receptor: i) sector agrícola, ii) sector industrial, iii) sector doméstico (servicio de acueducto para consumo humano) y iv) entidades territoriales (para riego de zonas verdes).

La evaluación de la aplicación de los casos de reúso en Colombia debe considerar los requerimientos de las aguas residuales según su origen y su destinación. En la recopilación de los ejemplos se identifican las técnicas más frecuentes de reúso y las posibilidades según experiencias nacionales e internacionales.

El tratamiento requerido para las aguas residuales varía dependiendo del sector en el que se van a reusar. Los criterios de calidad también son diferentes de acuerdo con su destinación. En el caso colombiano, la Resolución 1207 de 2014 contiene estas diferencias para los sectores agrícola e industrial. Dentro de los aspectos que se consideran para determinar el tratamiento requerido para cada usuario receptor están las características de las aguas residuales tratadas (según su fuente de generación), la destinación de estas, los costos de inversión y operación de las tecnologías, las necesidades de área e in-

fraestructura, personal, asistencia técnica y representación comercial para su desarrollo en el país (Consortio N&V Caltiz, 2020).

El tratamiento requerido para cada sector ha sido estudiado ampliamente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) y por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés). Estas entidades han desarrollado guías internacionales que representan adecuadamente los estándares de calidad requeridos para el reúso de las aguas residuales tratadas en los diversos sectores.

En el caso de las aguas residuales domésticas, las técnicas para el tratamiento se encuentran establecidas en la normatividad y los sistemas de tratamiento deben cumplir con los criterios establecidos en la Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Algunas de las técnicas de tratamiento que se requieren para el reúso en cada sector se pueden encontrar en el producto No 3. del estudio contratado por el DNP al Consortio N&V Caltiz en el 2020 (Consortio N&V Caltiz, 2020).

➔ 2.1. Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector agrícola

➔ 2.1.1 Estudio AGROSAVIA-Ecopetrol

Etapas: investigación terminada y proyecto implementado

LA Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), junto con Ecopetrol, adelantó una investigación sobre el impacto del uso de las aguas de producción tratadas de la actividad petrolera en el suelo, así como en el crecimiento, desarrollo y producción de cultivos forestales, ganado y especies menores. Este proyecto se desarrolló en 44 ha del predio Área Sostenible Agroenergética (ASA) y en el Centro de Investigación La Libertad de Agrosavia, en los municipios de Acacias y Villavicencio, en el departamento del Meta. Los

resultados obtenidos tras 5 años de investigación mostraron que las propiedades físicas del suelo (densidad aparente, porosidad y estabilidad de agregados) no tuvieron efectos negativos. El uso de estas aguas aumentó los contenidos de Ca, Mg, K y Na, así como la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo. Adicionalmente, en los años de riego con estas aguas no se observó acumulación de metales pesados como cadmio, bario, cromo y plomo. De igual forma, durante todo el tiempo de evaluación, el contenido de hidrocarburos estuvo por debajo del rango

detectable y no hubo diferencia entre suelos regados con agua de pozo y con aguas de producción tratadas. En lo que se refiere al desarrollo de cultivos, no se observó ningún efecto negativo por el uso de aguas de producción tratadas y se registraron mejores índices de biomasa y crecimiento, en comparación con los datos regionales de cultivos como caña de azúcar y pasto elefante. Respecto a los bovinos y aves, los resultados del estudio no mostraron asociaciones que evidenciaran efectos del consumo de estas aguas en el desarrollo y la producción de carne, leche y huevos, ni cambios post mortem observados a

nivel macroscópico y microscópico de los tejidos que demostraran condiciones que afectarían la salud de bovinos y aves. Tampoco se evidenciaron consecuencias significativas en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. (Almansa, Velásquez & Rodríguez, 2018).

Posterior a esto se obtuvo el permiso de reúso por parte de Cormacarena para el riego (por superficie y aspersión) en un terreno de 228,72 ha en el municipio de Acacías, Meta; proyecto en el que, a la fecha de publicación de este documento, se reúsan 3,1 millones de mt³ al año.

→ 2.1.2 Caso de reúso agrícola en Israel

Etapas: implementado

EN Israel, desde la década de 1980, se promueve el tratamiento y el reúso del agua. En este país se recolecta y trata el 90% de las aguas residuales urbanas a través de PTAR públicas y se reúsa el 80% de esas ART (400 millones de m³ al año). Actualmente, el 60% de todos los cultivos del país, alrededor de 355.000 ha, se abastecen en un 50 % por aguas residuales tratadas (Tarchitzky en Coalición Agua para Colombia, 2020). El país cambió completamente los porcentajes de sus

fuentes de suministro en 40 años, y hoy en día el 50% del agua consumida es manufacturada, por ser aguas residuales tratadas o agua desalinizada del mar. Para lograr esto, en la década de los 90, Israel ajustó su regulación bajo la normatividad 16075, que incluye nuevos parámetros químicos, físicos y biológicos para diferenciar las calidades del agua en relación con los cultivos en los que se usa y, así, establecer las barreras necesarias para evitar la contaminación de los suelos, los alimentos y los acuíferos.

→ 2.1.3 Caso Mendoza, Argentina

Etapas: implementado

EN la provincia de Mendoza, Argentina, debido a la creciente demanda de agua para uso doméstico e industrial se limitó el uso del agua en el sector agropecuario. Esto llevó al reúso de aguas residuales domésticas en la agricultura, permitiendo hoy en día el riego de 15.000 ha de vid, hortalizas, forrajes y otros cultivos. Para ello se utiliza un sistema de tratamiento conjunto de lagunas anaerobias, facultativas y de maduración (Consortio N&V Caltiz, 2020).

→ 2.1.4 Caso San Luis de Potosí, México

Etapas: implementado

○ tro ejemplo de esta técnica de reúso se encuentra en la ciudad de San Luis Potosí, México, donde de la planta de tratamiento de aguas residuales Tenorio se envían 600 l/s de agua residual tratada al sector agrícola, lo que permite el riego de 500 ha. Con esto se genera una reducción en la extracción de aguas subterráneas de 14 millones de m³ al año (Banco Mundial, 2020).

Esta PTAR Tenorio también entrega aguas residuales tratadas con un caudal de 450 l/s a una planta termoeléctrica controlada por la Co-

misión Federal de Electricidad. El agua residual tratada es reusada en las torres de enfriamiento disminuyendo el uso de agua potable para este fin. Este proyecto se desarrolló por medio de un acuerdo de concesión por 18 años con la Comisión Estatal del Agua de este país. De acuerdo con el reporte del Banco Mundial, en este caso el agua residual tratada es un 33% más económica para la planta termoeléctrica que el agua potable. También se reporta una disminución en la extracción de aguas subterráneas en 14 millones m³ al año (Banco Mundial, 2020).

→ 2.1.5 EDAR Atotonilco (Estación de depuración de aguas residuales)

Etapas: implementado

EL Grupo Acciona de EPM implementa reúso con la PTAR de las poblaciones de Valle de México que trata el 66% de las aguas residuales que se generan en la región. El tratamiento es de agua doméstica, generando un pretratamiento, sedimentación primaria, lodos activados, sedimentación secundaria y cloración. Posteriormente, se usa, principalmente, para el riego de cultivos de alfalfa y maíz; y, en menor medida, en los de lechuga, repollo y ci-

lantro. La PTAR tiene una capacidad de 35m³/s (Consorcio N&V Caltiz, 2020). Entre los resultados más evidentes están el beneficio económico por ahorros, la generación de empleos en la construcción y operación PTAR, la diversificación de cultivos de mayor valor para productos (por mejor calidad del agua) y los beneficios por uso de biosólidos. El caso está en: Documento La economía circular en el sector de agua. (Banco Mundial, 2020 y World Bank Group, s.f.a)

→ 2.1.6 Proyecto QGC en Australia

Etapas: implementado

EN Queensland, Australia, la empresa Shell hace extracción de gas natural licuado (LNG). De este proceso se genera un agua salada que no puede usarse en cultivos ni para consumo. La empresa ha desarrollado sistemas para, entre otras cosas, desalinizar el agua

a través de dos plantas de tratamiento que están en operación desde 2014 y que en 2017 trataban 54 mega litros diarios. El agua se usa posteriormente en riego de cultivos de la región. El caso se ve en: (Shell, s.f.)



<https://www.shell.com/sustainability/environment/water/reusing-and-recycling-water.html>

→ 2.1.7 Reúso agrícola de agua producida tratada

Etapas: investigación realizada

LA Texas A&M AgriLife Research Station de Pecos, ubicada en Texas, Estados Unidos, desarrolló una investigación en 2015 sobre el reúso del agua de la empresa Anadarko Petroleum Corp. en campos algodoneiros. El agua residual generada por la industria petrolífera fue tratada y mezclada con agua subterránea en una proporción de 1:4 y posteriormente usada para riego de 10,7 acres de cultivo de algodón. El estudio se realizó durante 5 meses, no mostró reducción de la productividad del algodón y redujo los parámetros de salinización del suelo. El caso se puede encontrar en: (Lewis, K. & Moore, J., s.f.)



https://www.owrb.ok.gov/2060/PWWG/Resources/Lewis_Katie.pdf

→ 2.2 Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector industrial

→ 2.2.1 Proyecto Cemex- Bavaria

Etapas: por implementar

LAS empresas Cemex y Bavaria, en el marco del Programa REDES-CAR (Red de empresas sostenibles), vienen adelantando un proyecto de simbiosis industrial que plantea como objetivo el reúso de las aguas residuales tratadas provenientes de la PTAR Bavaria, en Tocancipá, en la producción de concreto y para el lavado de vehículos de la empresa Cemex (usuario receptor). La planta de tratamiento de Bavaria cuenta con fases de tratamiento anaeróbico, aeróbico, fisicoquímico y de desinfección. El volumen potencial es de 1.500 m³ al mes y se espera mejorar los indicadores de eficiencia del uso del agua y lograr ahorros de COP 50 millones anuales para el receptor.

→ 2.2.2 Veolia Water Technologies en Namibia

Etapas: implementado

LA empresa Veolia Water Technologies, la Empresa Catalana de Agua (ECA), la Asociación Empresarial Química de Tarragona (AEQT) y Aguas Industriales de Tarragona (AITASA) pusieron en marcha un proyecto para reusar las aguas de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas (EDAR) de Tarragona y Vilaseca - Salou. El agua residual urbana de estas dos instalaciones es tratada y posteriormente utilizada en torres de refrigeración y condensadores evaporativos de diferentes industrias de la zona. Para llegar a esto se requieren tratamientos físicos, químicos, filtración con microtamices, filtración por gravedad y presión, ósmosis inversa y desinfección. La capacidad de tratamiento es de 19 millones de litros diarios. Caso en: (Veolia, 2020)



<http://www.veoliawatertechnologies.es/nosotros/Referencias/31382.htm>

→ 2.2.3 Proyecto de reúso en Suráfrica para industrias papeleras y petrolera

Etapas: implementado

EN Durban, la tercera ciudad más grande de Suráfrica, sufrían una serie de restricciones de agua y alcantarillado en los 90. A través de una alianza público-privada desarrollaron un proyecto de reúso industrial. La empresa papeleras Mondi y la refinería de petróleo SAPREF manifestaron interés y hoy en día reciben el 85% y el 15%, respectivamente, del agua residual urbana tratada que en total alcan-

za 48 millones de litros diarios. Para lograr esto la APP requirió, entre otras cosas, construir una planta de tratamiento terciaria e instalar un sistema de reticulación. El proyecto permitió que 10% del agua que era vertida al mar fuera reusada y generó una serie de ahorros a las dos empresas receptoras. El caso está en: (World Bank Group, s.f.b)



<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29489/124334-WP-15-3-2018-15-30-54-WSouthAfricaDurban.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

→ 2.3 Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el sector minero-energético

→ 2.3.1 Agua municipal reusada en industria petrolera mexicana

Etapas: implementado

LA empresa Ticsa Colombia, dedicada al tratamiento y recuperación de agua, trabaja en el tratamiento de aguas residuales para reúso en la ciudad de Madero, estado de Tamaulipas en México. Allí, hace el tratamiento de las aguas residuales municipales

tratadas en la PTAR Tierra Negra que tiene capacidad de 1500 l/s. El agua pasa por procesos de lodos activados, microfiltración, ultrafiltración y ósmosis inversa dejando 600 l/s para su en torres de enfriamiento y calderas de refinería. El caso puede verse en: (Tisca Grupo EPM, 2019)



<https://aloas.org/institucional/Documents/TICSA%20Grupo%20EPM%20Ago%202019.pdf>

→ 2.3.2 Instalación de recuperación de agua La Enlozada

Etapas: implementado

LA empresa minera de cobre Sociedad Minera Cerro Verde, que pertenece al grupo Freeport-McMoRan, por medio de una alianza público-privada, diseñó, construyó y opera una instalación ubicada a 30 km de Arequipa. Esta instalación toma aguas residua-

les de la ciudad de Arequipa y cuenta con una capacidad de tratamiento de 1,8 m³/s, que espera ampliar a 2,4 m³/s por segundo en 2036. El agua tratada es reusada en las actividades del sector minero. El caso se puede encontrar en: (World Bank Group, s.f.c)



<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33110/Wastewater-From-Waste-to-Resource-The-Case-of-Arequipa-Peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

→ 2.4 Ejemplos de reúso de aguas residuales tratadas en el ámbito urbano

→ 2.4.1 Agua residual tratada de Backus usada en zonas verdes de Ate, Perú

Etapas: implementado

LA Fundación Backus, institución que forma parte del grupo peruano Bakus de la multinacional cervecera AB-Inbev, desarrolla desde 2017 el reúso de aguas residuales tratadas de su planta de producción en el riego de áreas verdes en la municipalidad de Ate en Perú. Para 2018 se habían dejado de utilizar 131.000 m³ de agua dulce, al remplazarla por agua residual tratada por la PTAR, proveniente

de las actividades industriales de producción de bebidas. El área en la que se hace el riego es de 144.000 m². Tanto la empresa como el municipio obtienen beneficios económicos por el agua potable que se deja de utilizar para el riego y por la reducción del volumen de agua residual que se descarga al alcantarillado (GIZ, Aquafondo, Backus & Municipalidad de Ate, 2018).

→ 2.4.2 Agua residual tratada de Nestlé usada en zonas verdes de Lima, Perú

Etapas: implementado

LA empresa Nestlé Perú, que pertenece al sector de alimentos, desarrolló, junto con la municipalidad de Lima, Aquafondo y con GIZ, un proyecto de reúso de ART de su planta de producción para destinarla al riego de las zonas verdes de Lima, que eran regadas en un 70% con agua potable

en una región donde el recurso es sumamente escaso. Los beneficios de este reúso, similares al caso anterior, se ven en la reducción del consumo de 32 mil m³ de agua potable al año, 69 mil m² de áreas verdes regadas y ahorros para la municipalidad y para la empresa (GIZ, Aquafondo, Nestlé & Municipalidad de Lima, 2018).

➔ 2.5 Otros ejemplos e investigaciones

➔ 2.5.1 Agua para consumo directo humano

Etapas: implementación

EN la ciudad de Windhoek, Namibia, la empresa Veolia Water Technologies construyó la planta de tratamiento de aguas residuales Goreangab que tiene una capacidad de 21 mil m³ al día y que, tras su tratamien-

to, se utiliza para el consumo humano. El caso es interesante porque hay muy pocos lugares del mundo que han logrado hacer reúso con esta destinación. El caso de Namibia se encuentra en diferentes fuentes incluida:



<https://www.veolia.com/africa/en/our-solutions-namibia> y <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>

➔ 2.5.2 Universidad del Valle e Instituto Cinara

Etapas: investigación

EL El Instituto Cinara de la Universidad del Valle, junto a estudiantes de pregrado y posgrado, ha desarrollado diferentes investigaciones sobre el reúso aguas residuales tratadas de origen municipal en el sector agrícola.

Estas investigaciones han mostrado que esta actividad disminuye la presión sobre los cuerpos de agua receptores de vertimientos y mejora la calidad de su agua. En particular, la investiga-

ción realizada en las cuencas de los ríos Bolo y Frayle mostró la reducción de las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) vertida y el aumento del oxígeno disuelto (OD). La sugerencia del Instituto es evaluar de manera integral los impactos del reúso de agua residual municipal en actividades agrícolas, considerando, no solo la matriz hídrica, sino también los sistemas asociados a suelos y cultivos (Jaramillo et al, 2020).

➔ 2.5.3 Proyecto PTAR Tuluá

Etapas: proyecto por implementar

LA PTAR del municipio de Tuluá, Valle del Cauca, está desarrollando un proyecto piloto, apoyado financieramente en el marco del Programa SAVER (Saneamiento de Vertimientos) para reusar el agua residual tratada del municipio. El 100% de las aguas residuales urbanas son tratadas, lo cual representa 660 l/s (Bahamón, 2020). En este caso aún se está estudiando dónde hacer concretamente el reúso, pero la opción más viable es en el sector agrícola. 💧



CAPÍTULO

3

BARRERAS

3.1 Normativas

- 3.1.1 Sobre los usos establecidos para el reúso de aguas residuales tratadas
- 3.1.2 Sobre los criterios de calidad exigidos en la norma para el reúso de aguas residuales tratadas
- 3.1.3 Sobre vacíos de información para la concesión de reúso de aguas residuales tratadas

3.2 Operativas

- 3.2.1 Sobre el trámite administrativo requerido: concesiones de agua y permisos de vertimiento
- 3.2.2 Sobre los incentivos para el reúso de las aguas residuales tratadas
- 3.2.3 Sobre la capacidad para aplicar el reúso
- 3.2.4 Sobre la destinación de recursos para incrementar la cobertura de tratamiento de aguas residuales
- 3.2.5 Sobre el estudio y la pedagogía para el reúso del agua

3.3 Técnicas

- 3.3.1 Sobre los temas de monitoreo y control
 - 3.3.2 Sobre los laboratorios acreditados en Colombia y los parámetros exigidos en la norma de reúso
-

LAS barreras, propuestas y oportunidades mencionadas por actores institucionales y privados en los documentos revisados están relacionadas principalmente con: i) definición de reúso, ii) requerimientos a usuario generador y a usuario receptor en la concesión de aguas y permiso de vertimientos, iii) usos permitidos para reúso y iv) criterios de calidad. Además, se mencionan barreras, propuestas y oportunidades en los requerimientos del monitoreo y de las medidas de prevención. El MADS invitó el 27 de noviembre de 2020 a varios sectores a una mesa de trabajo para comentar un primer borrador de la actualización normativa que ha avanzado mediante

el documento Propuesta de ajuste Resolución 1207 de 2014 (MADS 2020). En este documento se abordan algunos de los temas de interés de ajuste mencionados en la literatura revisada. El documento de modificación de la resolución se refiere a i) la aclaración conceptual de reúso y de otros conceptos relevantes; ii) los requerimientos y procesos administrativos para el reúso cuando el usuario receptor es el mismo generador y cuando el usuario generador y el receptor son diferentes, y los criterios de prevención que se deben tener en cuenta desde la óptica de gestión de riesgo que se adopta en esta resolución y iii) la destinación del agua a reusar y los criterios de calidad.

➔ 3.1 Normativas

➔ 3.1.1 Sobre los usos establecidos para el reúso de aguas residuales tratadas

LA Resolución 1207 de 2014 prohíbe algunos usos de aguas residuales tratadas que están permitidos en otros países o que son considerados por algunos autores como barreras al reúso. En el sector agrícola, por ejemplo, la Resolución 1207 de 2014 prohíbe el uso como fertilizante o acondicionador de suelos o el riego de cultivos no contemplados en la norma o para consumo humano, entre otros. En cuanto al sector doméstico, esta norma impide el reúso en actividades como el riego de jardines en zonas domiciliarias, permitido en otros países. Esto lleva a que los usuarios generadores no encuentren con facilidad usuarios receptores interesados (García, 2020).

En la propuesta de actualización normativa presentada por el MADS en noviembre de 2020, se amplía el marco de acción del reúso de aguas; aunque se mantienen como únicos usos los sec-

tores industrial y el agrícola como los usos posibles, no se prohíben usos particulares salvo “la ingesta de seres humanos y animales, en usos propios de la industria alimentaria y farmacéutica excepto para aguas de limpieza de dichos procesos, así como tampoco en instalaciones hospitalarias” (MADS 2020, Artículo 6). La ampliación en el sector industrial es mayor, ya que no es necesario cumplir con los criterios de calidad establecidos para el reúso en el sector agrícola, salvo cuando el agua residual entre en contacto con el suelo. Sin embargo, la delimitación de los fines del reúso a estos dos sectores particulares impide el reúso otros sectores, como el sector doméstico o urbano, en los que existen experiencias de implementación en otros países y en los que el agua residual tratada podría ser una fuente importante de este recurso.

→ 3.1.2 Sobre los criterios de calidad exigidos en la norma para el reúso de aguas residuales tratadas

LA norma establece límites únicos de calidad de agua y solo diferencia entre el uso industrial y el uso agrícola, pero no tiene en cuenta las diferentes actividades que se pueden realizar en cada sector. Por ejemplo, para uso agrícola no se contempla que distintos tipos de suelos o de cultivos podrían requerir diferentes criterios de calidad (Ecopetrol, 2020). Las guías sobre el reúso de la FAO, la OMS y la EPA presentan diferentes límites recomendados según el tipo de cultivo.

Sobre este punto, Ecopetrol menciona que los criterios de calidad establecidos en la norma de reúso son más restrictivos que los requeridos para vertimiento a cuerpos de agua superficiales (Ecopetrol, 2020) y García señala que “hay unos [límites] más estrictos que los establecidos en la norma para uso de agua potable” (García, 2020). Desde el MVCT también manifiestan que existe

un alta “rigidez en los estándares de calidad” (Bahamón, 2020). Por ejemplo, el límite de Cinc permitido por el Decreto 1594 de 1984 para consumo humano es de 15mg/l y el establecido para reúso agrícola en la Resolución 1207 es de 3mg/l.

Las normas de agua potable y de reúso industrial (Decreto 1594 de 1984 y Resolución 1207 de 2014) establecen los mismos límites en varias categorías. Por ejemplo, los límites de cianuro (0,2 mg/l) y de fenol (0,002 mg/l) para consumo humano son los mismos que los permitidos para riego de vías para control de material particulado.

Estos elevados estándares de reúso para usos que no necesariamente lo requieren pueden estar desestimulando el reúso de aguas residuales tratadas, en la medida en que hacer reúso puede ser más complicado y costoso que verter las aguas tratadas.

→ 3.1.3 Sobre vacíos de información para la concesión de reúso de aguas residuales tratadas

EN la resolución 1207 de 2014 no se establece el procedimiento para la concesión de reúso de aguas residuales tratadas. Las disposiciones se basan en las normativas existentes de la concesión de aguas y del permiso de

vertimientos (Álvarez, 2017) y no existe un marco legal específico para las concesiones de reúso que diferencie, entre otras cosas, consideraciones específicas de los usuarios generadores y los usuarios receptores al solicitar las concesiones.

→ 3.2 Operativas

→ 3.2.1 Sobre el trámite administrativo requerido: concesiones de agua y permisos de vertimiento

LAS dificultades para adelantar trámites administrativos para hacer reúso de agua pueden desestimularlo y, de acuerdo con MVCT, en Colombia el procedimiento administrativo para la implementación de proyectos de reúso es complejo (Bahamón, 2020). En primer lugar, se requiere una modificación de las autorizaciones para el uso (concesión

de aguas) como prerrequisito para efectuar el reúso. Además, la normativa exige la modificación de la Licencia ambiental que autoriza las actividades productivas (Ecopetrol, 2020). Estas modificaciones toman una cantidad considerable de tiempo e impiden el reúso a corto plazo.

Con la propuesta de actualización normativa se mantiene la complejidad en el proceso, en la

→ medida en que tanto el usuario generador como el receptor deben contar con concesiones de reúso para poder llevarlo a cabo y, si se cuenta con una concesión previa, el usuario generador debe ajustar los instrumentos (es decir la concesión, licencia ambiental o plan de manejo ambiental) de la concesión para asegurar que incluyan el reúso. Adicionalmente, ambos usuarios deben garantizar que el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA contemple el reúso y deben ajustar los permisos de vertimientos para que también lo incluyan. En caso de no contar con PUEAA ni permiso de vertimiento, estos se deben tramitar para incluir en todo el ciclo del reúso las respectivas autorizaciones.

Como se puede observar, la concesión de reúso es prerequisite para poner en marcha esta actividad, además de los otros trámites mencionados, lo que hace más demorado, costoso y complejo el proceso, y pone en riesgo su viabilidad. Una armonización procedimental o creación de un portafolio por usuario que tenga en cuenta documentos aportados por el usuario previamente puede facilitar el cumplimiento de estos requerimientos.

Sumado a lo anterior, como se adopta una perspectiva de gestión de riesgo en la nueva propuesta normativa, el usuario receptor debe aportar a la autoridad ambiental soportes adicionales que demuestren cómo evitará la materialización de los riesgos asociados (MADS 2020, artículo 10). Si bien la perspectiva de gestión de riesgo es muy importante en el reúso y es importante que esta actividad se adelante en condiciones de seguridad, la carga de mitigación y prevención de riesgos no debe trasladarse por completo al usuario, sino que debe ser una gestión mancomunada con la autoridad ambiental para evitar que se desestime el reúso y se pierda el objetivo de la norma que lo regula.

Adicionalmente, una de las críticas mencionadas al procedimiento de la Resolución 1207 de 2014 es que no establecía el procedimiento de la concesión de reúso. La nueva propuesta normativa tampoco lo hace, pero remite al usuario al Decreto 1076 de 2015, lo que permite que se presenten ambigüedades en el procedimiento porque esa normativa es general para diferentes actividades del sector ambiental y no abarca detalles específicos de la actividad de reúso.



Implementar una cadena de reúso requiere que tanto el usuario generador como el usuario receptor cuenten con capacidad financiera, administrativa y técnica.

→ 3.2.2 Sobre los incentivos para el reúso de las aguas residuales tratadas

Desde la entrada en vigencia de la norma se ha presentado una baja cantidad de solicitudes, como se indicó en el capítulo 1. Esto puede deberse a la falta de incentivos administrativos o económicos. La Política de Crecimiento Verde, respecto al mejoramiento del uso eficiente del agua en el país, menciona que no se generan estímulos suficientes, por medio de los instrumentos económicos existentes, que promuevan la adopción de tecnologías y de buenas prácticas (DNP, 2018).

Además, la misma norma puede estar desestimulando esta práctica. Por ejemplo, el parágrafo 1 del artículo 3 de la Resolución 1207 de 2014 establece que “en ningún caso el usuario generador puede cobrar por las cantidades de agua residual tratada entregada al usuario receptor” (MADS, 2014). Esto implica que, cuando el usuario generador es diferente al usuario receptor, el primero no obtiene beneficios económicos de esta transacción, pero sí, como se indicó en el apartado anterior, una carga administrativa adicional al tener que modificar autorizaciones existentes o tramitar nuevos permisos.

Es importante notar que el usuario generador muchas veces debe asumir unos costos adicionales para realizar al tratamiento de las aguas residuales y lograr alcanzar los límites máximos permisibles, que, como se mencionó anteriormente, en algunos casos son más estrictos que los de vertimiento y, aunque la propuesta más reciente de modificación normativa permite el reúso de aguas residuales sin ser tratadas en el caso de usos industriales, los criterios de calidad que debe alcanzar el agua para uso agrícola y algunos usos industriales implica que el usuario generador debe tratar esas aguas para que logren esos criterios de calidad. El usuario receptor por su parte también debe hacer inversiones iniciales para hacer uso de las aguas residuales y asumir costos asociados al mantenimiento. Al no incluirse el tema de los incentivos ni en la Resolución 1207 de 2014 ni en la propuesta de modificación actual, el reúso no es viable económicamente para usuarios individuales, ni pequeñas comunidades o empresas y “sigue siendo más costo-eficiente tramitar y obtener un permiso de vertimientos o concesión de aguas de fuente natural que buscar la alternativa de reúso” (Álvarez, 2017).

→ 3.2.3 Sobre la capacidad para aplicar el reúso

Implementar una cadena de reúso requiere que tanto el usuario generador como el usuario receptor cuenten con capacidad financiera, administrativa y técnica. Por ejemplo, el usuario generador debe poder realizar los procesos de tratamiento necesarios para que el usuario receptor pueda cumplir con los criterios de calidad establecidos en la norma y, a su vez, el receptor debe contar con las tecnologías adecuadas para hacer un uso eficiente del agua y adelantar los procesos de monitoreo y prevención exigidos.

En el caso colombiano esto genera una barrera para los pequeños y medianos agricultores. Para este sector la norma establece que no se pueden generar excedentes de agua por escorrentía o percolación, lo que implica contar con un sistema de riego eficiente. De acuerdo con Ecopetrol, el costo del monitoreo del agua residual tratada, del suelo y de los cuerpos de agua se encuentra entre 40 y 50 millones de pesos al año y alcanza valores entre 6 y 8 millones de pesos por hectárea (Ecopetrol, 2020).

→ 3.2.4 Sobre la destinación de recursos para incrementar la cobertura de tratamiento de aguas residuales

EL desarrollo y mantenimiento de la infraestructura de agua potable y saneamiento básico requiere una inversión de recursos importantes. Para citar un ejemplo de cómo se ha distribuido la inversión del recurso hídrico en Colombia, en el año 2007 se invirtieron alrededor de COP 2.4 billones (sin contar los recursos destinados por las principales ciudades), de los cuáles el 88% se destinó a infraestructura de agua potable y saneamiento (MAVDT, 2010b). Sin embargo, a pesar de las inversiones la mitad de los municipios recibe agua con algún nivel de riesgo y solo el 72% de

las zonas rurales cuenta con cobertura de servicio de agua (Foros Semana, 2020). Adicionalmente, como se mencionó en el capítulo 1, en el país el 49% de las aguas residuales urbanas recibe tratamiento antes del vertimiento y la meta establecida en el Plan de Desarrollo 2018-2022 es alcanzar el 54,3% (Foros Semana, 2020).

Los altos costos de la inversión requerida para el desarrollo y el mantenimiento de la infraestructura para agua potable y saneamiento de aguas residuales podrían limitar la disponibilidad de recursos del sector estatal para la promoción o aplicación del reúso.

→ 3.2.5 Sobre el estudio y la pedagogía para el reúso del agua

Como se mencionó en el Capítulo 1, las evaluaciones a la aplicabilidad de la norma mostraron un bajo conocimiento y comprensión de la norma de reúso. Esto sugiere que hace falta pedagogía que promueva la amplia comprensión del reúso y las características de la normativa vigente. En esta tarea podrían involucrarse las entidades privadas, universidades y centros de investigación y de pensamiento, por medio del desarrollo de estudios, guías y

documentos de análisis, entre otros. Aumentar la comprensión del reúso no solo podría incrementar la cantidad de solicitudes que se presentan a las autoridades ambientales, sino que, también, podría promover estudios que identifiquen sus riesgos y falencias y de esta manera desarrollar la creación de mecanismos que promuevan por el uso seguro de las aguas residuales tratadas.

→ 3.3 Técnicas

→ 3.3.1 Sobre los temas de monitoreo y control

Para hacer adecuadamente un proceso de reúso de aguas residuales tratadas, el usuario receptor debe tener la capacidad técnica y tecnológica para hacer un adecuado monitoreo y control de la calidad del agua que recibe y, en el caso del sector agropecuario, del suelo. Estos monitoreos pueden ser un gran ries-

go si no se cuenta con el conocimiento y capacidad humana para hacerlo. Los costos también se convierten en una barrera pues no todos los receptores tienen la capacidad financiera para hacer estos monitoreos, restringiendo la práctica del reúso solo a los usuarios que cuentan con los recursos para hacerlo.

→ 3.3.2 Sobre los laboratorios acreditados en Colombia y los parámetros exigidos en la norma de reúso

Algunos criterios de calidad y límites máximos permisibles para reúso son los mismos que los establecidos en la Resolución 631 de 2015 “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público”. Pero, además, la norma de reúso incluye parámetros adicionales no contemplados en esta resolución: parámetros microbiológicos

(helmintos, protozoos y salmonella); parámetros biocidas (glifosato, D ácido, macozeb, propineb); y algunos metales (Álvarez, 2017). Estos parámetros exigidos requieren de análisis especializados y según el estudio focal realizado en noviembre de 2018, los actores manifestaron que “en Colombia no existen todos los laboratorios necesarios para verificar el cumplimiento de todos los parámetros exigidos por la norma” (García y Quevedo, 2020). 💧



CAPÍTULO

4

PROPUESTAS DE AJUSTE A INSTRUMENTOS

4.1 Normativos

- 4.1.1 Sobre el trámite administrativo requerido: concesiones de agua y permisos de vertimiento
- 4.1.2 Sobre los usos establecidos para el reúso de aguas residuales tratadas
- 4.1.3 Sobre el balance de masa requerido para el reúso de aguas residuales tratadas
- 4.1.4 Sobre los criterios de calidad exigidos en la norma para el reúso de aguas residuales tratadas

4.2 Técnicos

- 4.2.1 Sobre el concepto de reúso y la diferencia con recirculación y reutilización
 - 4.2.2 Sobre los laboratorios acreditados en Colombia y los parámetros exigidos en la norma de reúso
-

EN este capítulo se recogen algunas de las propuestas formuladas por: i) la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico del MADS en la *Propuesta de ajuste Resolución 1207 de 2014, presentada en el marco del Centro Nacional del Agua de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) (2019)*; ii) Ecopetrol, en el documento *Reúso de Agua (2020)*; iii) el Consorcio N&V CALTIZ en *Documento con la contextualiza-*

ción y las recomendaciones para desarrollar el reúso en Colombia (2020); iv) Álvarez, en el documento *Interpretación legal de la norma de reúso R. 1207/14 MADS*, presentado en el Seminario Internacional de Reúso y Desalinización de Agua (2017); v) García en *Análisis normativo del reúso de agua en Colombia (2020)* y vi) Jaramillo y Restrepo en *Wastewater reuse in Agriculture: A Review about its Limitations and Benefits (2017)*.

→ 4.1 Normativos

→ 4.1.1 Sobre el trámite administrativo requerido: concesiones de agua y permisos de vertimiento

EN el caso de los requerimientos exigidos en la norma respecto a los trámites administrativos, listados en el capítulo 3.1 de barreras normativas, García menciona que los requisitos y trámites administrativos son muchos y algunos innecesarios (2020). En ese sentido la autora sugiere

que el proceso debería realizarse a través de un único trámite. Otras entidades proponen que se establezca un tiempo diferenciado para que las autoridades ambientales se pronuncien sobre el trámite de una solicitud de reúso y los procesos no sean tan extensos (Ecopetrol, 2020).

→ 4.1.2 Sobre los usos establecidos para el reúso de aguas residuales tratadas

Siguiendo con lo expuesto en el capítulo 3.1 de las barreras normativas, en el artículo 1 de la Resolución 1207 de 2014 se establece el objeto y ámbito de aplicación de manera muy detallada (MADS, 2014). Para García, esto puede estar impidiendo que algunos usuarios hagan reúso, no porque no sea pertinente, sino porque no está contemplado en la normativa. Esto sin dejar de cumplir ciertos parámetros importantes como la calidad y los balances de masa. La autora sostiene que, si la regulación se hace a partir de los criterios de calidad, al cumplir con estos, debería poderse reusar el agua residual tratada sin importar su uso (García, 2020). En este sentido, hay una propuesta de cambio del objeto y ámbito de aplicación de la resolución a la siguiente manera: “Las disposiciones relacionadas con el uso seguro del agua residual” (MADS, 2019).

Con respecto a los usos permitidos en la norma para el reúso de aguas residuales tratadas, se menciona que es necesario incorporar nuevas actividades considerando que las que hay en la norma son taxativas, lo que impide que los usuarios puedan reusar el agua en otras actividades que no fueron contempladas. En la propuesta de actualización normativa, como se mencionó anteriormente, se amplían las posibilidades de reúso en los dos sectores seleccionados para el reúso: agricultura e industrial, pero aún se dejan por fuera posibilidades de reúso en otros sectores donde se presentan oportunidades en condiciones de seguridad, tales como riego de jardines no domiciliarios de usos no residenciales, el lavado de vehículos y el lavado de fachadas y espacio público, entre otros.

Por lo tanto, se propone que los usos sean modificados a los definidos en el artículo 2.2.3.3.2.1 del Decreto 1076 de 2015 Decreto Único ambiental (MADS, 2015), sobre la destinación genérica de las aguas superficiales y subterráneas:

1. Consumo humano y doméstico
2. Preservación de la flora y fauna
3. Agrícola
4. Pecuario
5. Recreativo
6. Industrial
7. Estético
8. Pesca, maricultura y acuicultura
9. Navegación y transporte acuático

En el párrafo de ese artículo se establece que el MADS puede definir nuevos usos, establecer la denominación y definir el contenido y alcance de estos.

Sumado a lo anterior, se recomienda que al ampliar las posibilidades del reúso se fortalezca la capacidad de monitoreo y de asesoría técnica por parte de las Autoridades Ambientales, para que se incentive el reúso y se oriente al usuario, pues como se mencionó anteriormente; para lograr el objetivo de la regulación del reúso y la política de economía circular del agua, la gestión del riesgo no debe trasladarse únicamente al usuario, sino que debe fortalecerse la autoridad ambiental para que esa gestión se aborde de manera integral.

→ 4.1.3 Sobre el balance de masa requerido para el reúso de aguas residuales tratadas

ES importante que se consideren las dificultades nacionales o locales para garantizar las cantidades de agua residuales y sus variaciones por épocas del año. La norma requiere especificar “periodo de tiempo durante en el que puede garantizar la entrega de las cantidades establecidas de

aguas residuales para reúso”. García considera que este requisito debe eliminarse o modificarse teniendo en cuenta las dificultades para determinar variaciones de aguas residuales en diferentes épocas del año, de acuerdo con la variabilidad climática que podría llevar a que la entrega sea ocasional (García, 2020).

→ 4.1.4 Sobre los criterios de calidad exigidos en la norma para el reúso de aguas residuales tratadas

LA calidad exigida debe ser coherente con el uso y las características del lugar donde se aprovecha el agua. En el caso del sector agrícola se recomienda tener en cuenta los lineamientos de organizaciones internacionales como la OMS, FAO y EPA que han sido las bases para la formulación de regulaciones en diferentes países del mundo (Jaramillo, 2017) y que establecen parámetros para reducir riesgos asociados a enfermedades humanas, y afectación del suelo y de los cultivos. Para el reúso en este sector también se debe considerar el tipo de cultivo, dado que la calidad que cada uno requiere es distinta (Consortio N&V Caltiz, 2020). Teniendo en

cuenta lo anterior, se considera que el marco normativo debe ser dinámico en relación con los estándares de calidad para que puedan actualizarse conforme a los avances científicos y tecnológicos, y las autoridades ambientales deben estar fuertemente capacitadas y actualizadas respecto a estos avances para realizar un seguimiento y control adecuados.

→ 4.2 Técnicos

→ 4.2.1 Sobre el concepto de reúso y la diferencia con recirculación y reutilización

Entre las observaciones que se recopilaron para ajustar la normativa y los instrumentos relacionados, se incluye la necesidad de diferenciar los conceptos de reúso, reutilización y recirculación, lo que facilitaría la correcta aplicación de la norma de reúso de aguas residuales tratadas. Lo anterior es relevante dado que para la recirculación y la reutilización no se requiere autorización de la autoridad ambiental (Ecopetrol 2020), lo que en casos como el de Ecopetrol ha permitido, a la fecha, viabilizar la reutilización de 96,6 millones de m³/año. (Ecopetrol, 2020).

Una propuesta, basada en el enfoque de Uso Seguro del agua residual, para la modificación de las definiciones es la siguiente (MADS, 2019):

- **Recirculación:** “Es una estrategia de uso eficiente del agua que permite su aprovechamiento para el mismo fin de uso, dentro de los límites físicos donde se desarrolla la actividad”.
- **Reúso:** “Es una estrategia de uso eficiente del agua que permite hacer uso seguro de las aguas residuales en nuevos fines de uso cumpliendo los criterios de calidad requeridos, sin poner en riesgo la salud humana y el ambiente”.

→ 4.2.2 Sobre los laboratorios acreditados en Colombia y los parámetros exigidos en la norma de reúso

Como se expuso en el capítulo 3, hay barreras relacionadas con la capacidad de los laboratorios acreditados en verificar el cumplimiento de los parámetros exigidos. Para superarlas se recomienda considerar el fortalecimiento de las capacidades de los laboratorios y de las universidades y centros de pensamiento que forman y entrenan a los profesionales que se dedican a esto (García, 2020). El CONPES 3957 de 2019, Política Nacional de laboratorios, es un buen primer paso en esta dirección de fortalecimiento institucional. 💧



La calidad exigida debe ser coherente con el uso y las características del lugar donde se aprovecha el agua.



CAPÍTULO

5

OPORTUNIDADES

5.1 Normativas

5.1.1 Sobre incentivos para el reúso aguas residuales tratadas en la normatividad

5.2 Técnicas

5.2.1 Sobre la concepción de las aguas residuales tratadas en general

5.2.2 Sobre los subproductos de las aguas residuales tratadas

5.3 Otras

5.3.1 Reducción de costos operativos

→ 5.1 Normativas

→ 5.1.1 Sobre incentivos para el reúso aguas residuales tratadas en la normatividad

La norma para el reúso de aguas residuales tratadas contempla incentivos de la siguiente manera: cuando el usuario generador entrega la totalidad de ellas no requiere permiso de vertimiento y no tendrá cobro por la Tasa Retributiva; si la entrega de aguas residuales tratadas es parcial, se ajustará el cobro de la tasa a la modificación del permiso de vertimientos (MADS, 2014). En los años de vigencia que lleva la norma, no se evidencia que este in-

centivo haya promovido el reúso en los usuarios del agua, lo que se refleja en su bajo nivel de aplicación.

Un incentivo económico que existe en la legislación son las exenciones tributarias, que ha permitido la realización de inversiones para la conservación de los recursos naturales y la adopción de tecnologías limpias por parte del sector privado. Estas han permitido, en otros ámbitos, que los usuarios puedan disminuir los costos de

→ inversión y de ejecución de las obras requeridas para una gestión adecuada del recurso hídrico y para la adopción de tecnologías limpias.

Otro mecanismo económico que puede desarrollarse es la creación de subsidios o créditos blandos para los usuarios del agua que requieren una reconversión tecnológica que les permita realizar un uso eficiente del recurso y, en este caso, aplicar el reúso de aguas residuales tratadas. Este incentivo es importante considerando que en las empresas donde no se tiene elevada capacidad financiera y técnica la reconversión tecnológica es difícil de alcanzar.

Por otro lado, se sugiere contemplar incentivos diferenciados que tengan en cuenta las necesidades de cada tipo de usuario: generador o receptor. En el primer caso, los usuarios generadores requieren el mejoramiento de los sistemas de tratamiento para poder cumplir con los criterios de calidad establecidos en la normativa (sea de vertimiento o de reúso), mientras que en el segundo caso los usuarios receptores requieren de inversión en las tecnologías para el uso eficiente del agua y para realizar procesos de monitoreo eficaces. En el marco de los instrumentos normativos, en la Política de Crecimiento Verde dentro de las líneas estratégicas planteadas, se encuentra la formulación de estrategias para la financiación y desarrollo de proyectos de gestión integral del recurso hídrico (DNP, 2018). Este lineamiento permite promover los incentivos relacionados con el apoyo a las inversiones en tecnologías.

Lo anterior se propone en virtud de los consagrado en la normatividad ambiental vigente frente a los incentivos que promuevan la conservación, mejoramiento y el uso eficiente de los recursos naturales, entre los cuales se puede mencionar:

- En la Ley 99 de 1993 se establece como principio que “el estado fomentará (...) el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables”.
- En el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en la Parte III – Medios de desarrollo de la política ambiental, Título I – Incentivos y estímulos económicos, se establece en el artículo 13, el desarrollo de incentivos económicos para fomentar la conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales renovables (MADS, 2014).
- Dentro del Programa para el uso eficiente y ahorro de agua (ley 373 de 1997) en el artículo 8, sobre incentivos tarifarios, se establece que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico debe definir una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y el ahorro, y las autoridades ambientales los mecanismos para incentivarlo (Diario Oficial de la República de Colombia, 1997).



El creciente número de ejemplos de casos de implementación nacionales e internacionales y la realización de proyectos piloto en el país permite suponer que en los próximos años la práctica de reúso de agua va a aumentar.

→ 5.2 Técnicas

→ 5.2.1 Sobre la concepción de las aguas residuales tratadas en general

Dentro de una concepción de gestión integral del recurso hídrico, las aguas residuales deben dejar de ser consideradas como una carga y convertirse en un insumo (García, 2020). Esto implica abandonar el modelo de economía lineal y adaptar el de economía circular, en el que el agua residual tratada es parte de un ciclo.

La Resolución 1207 de 2014 fue un primer acercamiento a esta economía circular. Si bien, como se mencionó, las 73 solicitudes radicadas en los primeros cinco años desde la entrada en vigencia de la norma reflejan un bajo nivel de aplicación y el hecho de que, de estas 73, solo hayan sido aprobadas 17 da indicios de dificultades de aplicabilidad de la norma; el creciente número de ejemplos de casos de implementación nacionales e internacionales y la realización de proyectos pilotos en el país permite suponer que en los próximos años la práctica de reúso de agua va a aumentar.

Los ejemplos internacionales que contemplan nuevas gamas de actividades de reúso para las aguas residuales tratadas y nuevas tecnologías en proceso de prueba o ya implementadas pueden aportar información valiosa que promueva la ampliación de la concepción de estas aguas y permita ampliar las técnicas de reúso. Según la revisión realizada por el Consorcio N&V Caltiz en 2020, la práctica más común, a nivel internacional, es el reúso de las aguas de origen doméstico y el sector en donde se hace mayor reúso es el agrícola.

Con respecto a los casos nacionales, se observa que se han desarrollado pilotos para reúso en los sectores agrícola e industrial. Estos casos piloto sirven para aportar criterios técnicos y científicos, robustecer la información disponible y desarrollar el conocimiento y la experiencia de los diferentes actores involucrados. Esto, junto con el ajuste previsto para la norma, debe mejorar el impacto en la aplicación del reúso en el país.

→ 5.2.2 Sobre los subproductos de las aguas residuales tratadas

Como parte del desarrollo de dinámicas de Economía Circular, se debe considerar la extracción de dos tipos de subproductos del tratamiento del agua residual: i) recuperación de energía y ii) recuperación de materiales (nutrientes, biosólidos). Estos residuos tienen un alto potencial de aprovechamiento en procesos que los requieren como insumo.

En cuanto al subproducto de energía, la oportunidad de ingresos se encuentra en la venta de biogás producido a partir del metano que genera la materia orgánica, la venta directa de electricidad o la generación de energía térmica en las PTAR. Por el lado de la recuperación de materiales, se pueden generar ingresos a partir de la venta de fósforo/fosfato o de biosólidos para uso como fertilizante, o de biosólidos para compostaje. El potencial de mercado en Latinoamérica y el

Caribe de agua, energía y biosólidos es de USD 23.000 millones al año (Banco Mundial, 2020). Un ejemplo interesante es el de aprovechamiento que hacen en Países Bajos del calcio de las aguas tratadas que se utiliza en la industria de tapetes (Coalición Agua para Colombia, 2020)

Un ejemplo de aprovechamiento de biosólidos y biogás es el que se realiza en la PTAR La Farfana en Santiago de Chile, operada por Aguas Andinas. En esta se realiza el tratamiento convencional de las aguas residuales provenientes de la ciudad, que tiene una población aproximada de 3,3 millones de personas, por medio de lodos activados. La PTAR cuenta con 8 digestores anaeróbicos en los que se extraen los lodos del agua residual que se entregan, en forma de biosólidos al sector agrícola. Además, se vende el biogás a la empresa Metrogas.

→ 5.3 Otras

→ 5.3.1 Reducción de costos operativos

El reúso de aguas residuales tratadas puede traer una reducción en los costos de operación de las actividades productivas o de servicios, gracias al reemplazo del agua potable. Cuando el usuario generador es el mismo receptor, este disminuye su consumo de agua potable y la cantidad de aguas vertidas al reusar aguas residuales tratadas antes de su disposición final, lo que implica un pago menor por el agua captada y un menor cobro por la TUA. Cuando el usuario generador es distinto del receptor, el segundo podría obtener una reducción en los costos debido a que el agua residual, siguiendo los modelos utilizados en otros países, tendría un costo menor en comparación con el uso agua potable (para los casos en los que el agua potable es la fuente principal de suministro).

El programa de valor compartido desarrollado en Lima, Perú, por Aquafondo, la empresa Emerald Corp. y el gobierno local; mencionado en el capítulo 2 de este documento, reportó una disminución del costo del riego de las zonas verdes de cerca de PEN 41.000 (soles) en un periodo

de 13 meses, que equivale aproximadamente a COP 3 millones al mes. (Aquafondo en Coalición Agua para Colombia, 2020).

En el caso de la ciudad de San Luís Potosí de México se reportó que el agua residual tratada utilizada por la planta termoeléctrica es 33% más económica que el agua potable, lo que ha generado un ahorro de USD 18 millones en 6 años. A la PTAR, obtener un ingreso por la venta de las aguas residuales le ha permitido cubrir los gastos operacionales.

Respecto al aprovechamiento de biosólidos y biogás del caso de la PTAR La Farfana en Santiago de Chile, mencionado anteriormente, la PTAR obtuvo un beneficio económico de USD 5 millones en 2017 por el aumento de la eficiencia energética, el ingreso generado por la venta del biogás y créditos de carbono. Para la empresa distribuidora del gas, Metrosgas, se generó un ahorro de USD 1,6 millones por la reducción de las importaciones y los agricultores redujeron en 50% el uso de fertilizantes (Banco Mundial, 2020). 💧



CAPÍTULO

6

MANEJO DE RIESGOS

En las fuentes de información a partir de las cuales se construyó este documento se encuentra un sentir generalizado de actores públicos y privados que han identificado o experimentado necesidades de reusar agua tratada y, por lo tanto, de contar con un marco normativo que facilite su operatividad para un uso seguro y eficiente del agua. Este sentir se apoya en las situaciones de desabastecimiento de agua que se presentan en algunas regiones del país en algunos períodos del año y en el aumento de la demanda del recurso hídrico.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el reúso de agua residual tratada, además de los beneficios documentados, referentes a la reducción en la presión sobre la demanda del agua y el uso eficiente del recurso hídrico en actividades en las que no se requiere agua po- →

→ table o fresca, también presenta algunos riesgos e impactos en la salud de las personas, en los acuíferos y en el suelo y cultivos en el caso de reúso agrícola.

Se han documentado alrededor de 23 enfermedades de origen hídrico asociadas al uso de aguas residuales domésticas tales como infecciones de oído, fiebre tifoidea, tracoma y cólera, entre otras (Von Sperling, 1996 y Silva et al., 2008).

Asimismo, se han identificado riesgos como:

- lixiviación a las aguas subterráneas (residuos líquidos que vienen de procesos)
- salinización del suelo o sodificación
- impacto negativo en la fertilidad del suelo
- lixiviación de los metales pesados
- cambios en la actividad enzimática (Jaramillo, 2014)
- cambios en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de los suelos.

Adicionalmente, en contextos socioeconómicos desfavorables, se presenta el riesgo de hacer reúso de aguas inadecuadamente tratadas (Jaramillo, 2017).

A partir de las experiencias internacionales, la documentación nacional y la evaluación de casos de reúso en el país se han identificado condiciones y criterios que se deben tener en cuenta para lograr un reúso adecuado que considere estos riesgos y establezca condiciones para su minimización. Para ello, el marco normativo debe incluir los siguientes principios y criterios:

- Principio de precaución: adopción de medidas eficaces que impidan la degradación del ambiente o que afecten a la salud humana cuando no se tiene certeza científica del peligro o daño irreversible de una actividad sobre el ambiente.
- Principio de protección a la salud humana: adopción de medidas que disminuyan el riesgo de transmisión de enfermedades asociadas al uso de las aguas residuales y la exposición a agentes microbiológicos y químicos peligrosos. Esto implica también la mejora en las técnicas de detección de estos agentes de riesgo.
- Principio de protección ambiental: adopción de medidas que disminuyan el riesgo de deterioro de la calidad física, química o biológica de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Lo anterior implica un abordaje integral que tenga en cuenta la protección del suelo como de las fuentes hídricas.
- Uso eficiente del agua: implementación de medidas para reducir la cantidad de agua utilizada en diferentes procesos.
- Viabilidad económica: evaluación de viabilidad económica para la adopción de proyectos de reúso. La viabilidad económica considera la evaluación del contexto local en función de los aspectos técnicos, sociales, ambientales, normativos y sociales, de tal manera que la normatividad debe contar con incentivos suficientes para los usuarios, tanto generadores como receptores. Asimismo, debe contemplar el impacto de las actividades en las que incurrir las autoridades competentes para abordar de manera eficiente el seguimiento y control de la norma. 💧



El reúso de agua residual tratada, además de los beneficios documentados, también presenta algunos riesgos e impactos



CAPÍTULO

7

CONCLUSIONES

Con respecto al estado del reúso en el país se encuentra que la Resolución 1207 ha tenido una baja aplicación por parte de los usuarios del agua a nivel nacional y se ha presentado una baja cantidad de solicitudes de concesión de reúso de agua residual tratada ante las autoridades ambientales.

Esta recopilación de la información y documentación relacionada con el reúso de aguas residuales tratadas muestra que, para el caso de Colombia, existen pocas fuentes que hayan desarrollado el tema a profundidad. Sin embargo, en los últimos años se ha empezado a ampliar el análisis del tema a partir de los lineamientos establecidos en la Política de Crecimiento Verde, la Estrategia Nacional de Economía Circular y el CONPES 4004 de 2020, relacionado con la Economía circular en los servicios de agua potable y manejo de las aguas residuales.

En cuanto al marco regulatorio se evidencia que se requiere una armonización de las disposiciones encontradas en los instrumentos normativos. Existen varios lineamientos y estrategias planteadas hacia el uso eficiente del agua que no han sido desarrolladas con éxito.

Los casos de implementación que se recopilieron muestran que, a nivel internacional, el sector que hace una mayor generación de aguas residuales tratadas es el de acueducto y alcantarillado. El reúso de aguas residuales provenientes de las PTAR urbanas es realizado por todos los usuarios receptores identificados: agrícola, industrial, urbano y doméstico. Por otro lado, el sector agrícola es el usuario receptor en el que mayor se efectúa el reúso del agua residual.

Con respecto a las barreras, propuestas de ajuste y oportunidades de mejora relacionadas con la Resolución 1207 de 2014 se encuentra que los puntos que generan mayor preocupación en actores institucionales y los sectores productivos están relacionados con:

- la definición de reúso
- los requerimientos en el trámite de la concesión de agua y permiso de vertimientos
- los usos permitidos para reúso
- los criterios de calidad
- los incentivos económicos
- la economía circular- simbiosis industrial
- el aprovechamiento de subproductos.



→ En cuanto a la definición de reúso se requiere la diferenciación con respecto a los conceptos de recirculación y reutilización, pues genera confusión e impide un mejor entendimiento de la norma, lo que, a su vez, puede restringir el uso eficiente del agua que hoy se hace dentro del sector industrial al generar la exigencia de trámites adicionales en casos en que no se requieren.

En materia normativa se encuentra que los trámites se consideran complejos y demorados, por el requerimiento de modificación del instrumento ambiental que autoriza el uso de las aguas, lo que hace costoso y extenso el proceso.

Es necesario establecer un tiempo diferenciado para que las autoridades ambientales se pronuncien sobre el trámite de una solicitud de reúso, de lo contrario los tiempos no le permitirán al país cumplir con las metas incluidas en la hoja de ruta de economía circular, que incluyen duplicar el número de proyectos de reúso en curso.

Los usos permitidos para las aguas residuales tratadas son limitados en comparación con los usos que se hacen en otros países, y en algunos casos, los criterios de calidad y los límites máximos permisibles contemplados en la normativa actual no son los adecuados para la actividad a la que se destinan las aguas residuales tratadas. Seguir los lineamientos planteados por la OMS, la FAO y la EPA podría resolver estos dos conflictos puesto que se recomiendan límites permisibles dependiendo de la actividad en la que se hará el reúso, esto quiere decir, por ejemplo, por tipo de cultivo para el sector agrícola, lo

que permite diferenciar la calidad requerida del agua residual a usar.

La evaluación y ajuste continuos de las normativas son necesarias pues, cuando las normas no brindan objetivos claros, no generan incentivos o recursos adecuados para abordar el alcance de los problemas y no permiten que las instituciones cuenten con suficiente autonomía en la implementación y se tornan en problemas (Kenneth et al., 2019).

Por esto se propone que la oportunidad de ajuste normativo de la Resolución 1207 de 2014 no solo aborde soluciones administrativas, técnicas y operativas, sino financieras y de gobernanza para alcanzar una gestión integral de las aguas residuales que incluya el reúso. En dicha medida, las autoridades ambientales encargadas del otorgamiento de los permisos, su evaluación y seguimiento deben contar con las capacidades interdisciplinarias para abordar los riesgos asociados al reúso, conocer su funcionamiento, incentivar su uso en condiciones seguras y adoptar los principios descritos anteriormente, incluso el de precaución, bajo plena capacidad. Asimismo, una plena gobernanza implica facilitar la relación entre los actores involucrados en el proceso como distribuidores, receptores, autoridades, inspectores y demás, y facilitar una acción cooperativa entre los mismos. El fortalecimiento del esquema de gobernanza y la coordinación intersectorial para el reúso de aguas residuales tratadas será un se aborda ampliamente en el Documento de posición multisectorial con análisis y propuestas articuladas con los Ministerios (TNC, 2021). 💧

REFERENCIAS

Almansa, É., Velásquez, J., & Rodríguez, G. (2018). *Efecto del uso de aguas provenientes de la producción petrolera en actividades agrícolas y pecuarias.*

Álvarez, G. (2017). *Interpretación legal de la norma de reúso R. 1207/14 MADS. Seminario Internacional de Reúso y Desalinización de Agua - Asociación Latinoamericana de Desalación y Reúso de Agua, Medellín, Colombia.*

Bahamón, A. (2020). *Retos sectoriales para avanzar en materia de sostenibilidad ambiental. Presentación en el marco de la Mesa de Políticas Públicas de la Coalición Agua para Colombia.*

Banco Mundial. (2020a). *Colombia un cambio de rumbo - Seguridad hídrica para la recuperación y crecimiento sostenible. Washington D.C.*

Banco Mundial. (2020b). *La economía circular en el sector de agua. GWSP-Global water security and sanitation partnership. Presentación en el marco de la Mesa de Políticas Públicas de la Coalición Agua para Colombia.*

Coalición Agua para Colombia. (2020). *Memorias del Seminario de Economía Circular con enfoque en gestión del recurso hídrico.* <https://www.coalicionaguacolombia.org/publicaciones/>

Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES 3177] (2002). DNP: DDUPRE-DPA, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Desarrollo Económico. (Colombia).

Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES 3934] (2018). Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Trabajo, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Educación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Transporte Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Unidad de Planeación Minero-Energética, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (Colombia).

Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES 4004] (2020) Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (Colombia)

Consorcio N&V Caltiz. (2020). *Producto III. Documento con las técnicas de reúso doméstico, industrial, drenaje agrícola y uso de aguas lluvias implementables en Colombia. Contrato No. 667 de 2019.*

Consorcio N&V Caltiz. (2020). *Producto IV. Documento con la contextualización y las recomendaciones para desarrollar el reúso en Colombia. Contrato No. 667 de 2019.*

Decreto Ley 2811/74, diciembre 18, 1974. Presidencia de la República. (Colombia).

Decreto 1541/78, julio 26, 1978. Ministerio de Agricultura. (Colombia).

Decreto 1594/84, 26 de junio de 1984. Ministerio de Agricultura. (Colombia).

Decreto 3930/10, octubre 25, 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (Colombia).

REFERENCIAS

- Decreto 1076/15, mayo 26, 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Colombia).
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2018). *Censo nacional de población y vivienda 2018*.
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia pacto por la equidad*.
- Ecopetrol. (2020). *Reúso de agua*. Bogotá D.C.
- FAO. (2017). *Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe - Estado, principios y necesidades*.
- Foros Semana [Foros Semana]. (2020, noviembre 5). Agua, recurso vital en la economía circular [Archivo de video]. https://www.youtube.com/watch?v=_ib3SFoQdb8&t=1s
- García, M. y Quevedo, D. (2020). *Análisis del régimen jurídico sobre reúso de aguas residuales tratadas en Colombia*. Universidad Externado de Colombia
- García, M. (2020). *Análisis normativo del reúso de agua en Colombia*. Presentación en el marco de la Mesa de Políticas Públicas de la Coalición Agua para Colombia. Universidad Externado de Colombia.
- Giraldo, B. (2020). *Política "Economía Circular" en Agua Potable y Saneamiento*. DNP - Dirección de Desarrollo Urbano DDU.
- GIZ, Aquafondo, Backus & Municipalidad de Ate. (2018). Reúso de aguas residuales tratadas para riego de áreas verdes. Iniciativas público-privadas para enfrentar riesgos hídricos compartidos en Lima. Hoja informativa N. x.
- GIZ, Aquafondo, Nestlé & Municipalidad de Lima. (2018). Reúso de aguas residuales tratadas para riego de áreas verdes. Iniciativas público-privadas para enfrentar riesgos hídricos compartidos en Lima. Hoja informativa N. x.
- IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*.
- Jaramillo, M. (2014). *Potencial de reúso de agua residual doméstica como estrategia para el control de la contaminación en el valle geográfico del río Cauca*. Universidad del Valle.
- Jaramillo, M. y Restrepo I. (2017). *Wastewater reuse in Agriculture: A Review about its Limitations and Benefits*.
- Jaramillo et al. (2020) Reutilización de las aguas residuales municipales como estrategia de prevención y control de la contaminación hídrica. Caso de estudio: Cuencas de los ríos Bolo y Frayle (Colombia). *Ingeniería y Competitividad*, Vol 22, No.2.
- Kenneth, M; Compton, M; Polga-Hecimovich, J; Song, M; Wimpy, C. (2019). "Bureaucracy and the Failure of Politics: Challenges to Democratic Governance". *Administration and Society* 51 (10) , pp. 1576-1605. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0095399719874759>
- Ley 9/79, julio 16, 1979. Diario Oficial. [D.O.]: 35308. (Colombia).



REFERENCIAS

→ Ley 99/93, diciembre 22, 1993. Diario Oficial. [D.O.]: 41146. (Colombia).

Ley 373/97, junio 11, 1997. Diario Oficial. [D.O.]: 43058. (Colombia).

Lewis, K. & Moore, J. (s.f.) Agricultural Reuse of Treated Produced Water. Texas A&M AgriLife Research. https://www.owrb.ok.gov/2060/PWWG/Resources/Lewis_Katie.pdf

Lopera, M., & Campos, S. (2011). *Proyecto: desarrollo de capacidades en el uso seguro de aguas residuales para agricultura*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2003). *Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales – PMAR*. (Colombia).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2008). *Política de Gestión Ambiental Urbana*. (Colombia).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2010a). *Política Nacional de Producción y Consumo sostenible*. (Colombia).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2010b). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. (Colombia).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS (2020). Borrador de resolución por la cual se modifica la Resolución 1207 de 2014 y se adoptan disposiciones relacionadas con el reúso de las aguas residuales [documento en construcción] (Colombia).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (2019a). *Propuesta de ajuste Resolución 1207 de 2014. Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico*. (Colombia).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS (2019b). *Estrategia nacional de economía circular – ENEC*. (Colombia).

Ministerio de Medio Ambiente. (1997). *Política Nacional de Producción más Limpia*. (Colombia).

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*.

Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los recursos hídricos. (2017). *Aguas residuales, el recurso desaprovechado*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>

Resolución 1207/14, julio 25, 2014. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. MADS. (2014). Resolución 1207 de 2014. Bogotá D.C.

Silva, J., Torres, P., & Madera, C. (2008). Reúso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Agronomía Colombiana*.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2018). *Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado*. (Colombia).

→

REFERENCIAS

→ Shell. (s.f.) Reusing and Recycling Water. <https://www.shell.com/sustainability/environment/water/reusing-and-recycling-water.html>

The Nature Conservancy – TNC (2021). *Documento de posición multisectorial con análisis y propuestas articuladas con el Ministerio de Ambiente, Ministerio de Desarrollo Sostenible, Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Departamento Nacional de Planeación para incidir desde la Coalición Agua para Colombia en las consultas públicas para la modificación de la norma de reúso de aguas residuales tratadas.*

Ticsa Grupo EPM. (2019). Reúso de agua municipal en la industria petrolera, un caso de éxito de economía circular: TISCA Grupo EPM – COMPARA – PEMEX. <https://aloas.org/institucional/Documents/TICSA%20Grupo%20EPM%20Ago%202019.pdf>

Trochez Balcázar. (2017). *Evaluación del potencial uso para del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ginebra Valle del Cauca (Tesis de grado).* Universidad del Valle, CINARA.

Veolia. (2018). *Municipal, Namibia. Windhoek: Wastewater to Clean Water.* <https://www.veolia.com/africa/sites/g/files/dvc1886/files/document/2019/09/CSC%20Windhoek%20Municipal%20Namibia%20Water.pdf>

Veolia. (2020) Estación Regeneradora de Agua del Camp de Tarragona. <http://www.veoliawatertechnologies.es/nosotros/Referencias/31382.htm>

Von Sperling, M. (1996). *Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* Departamento de engenharia sanitária e ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais.

World Bank Group. (s.f.a) *Wastewater: From Waste to Resource, The Case of Atotonilco de Tula, Mexico.* <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29493/124331-WP-P161389-15-3-2018-15-20-15-WMexicoAtotonilco.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

World Bank Group. (s.f.b) *Wastewater: From Waste to Resource, The Case of Durban, South Africa.* <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29489/124334-WP-15-3-2018-15-30-54-WSouthAfricaDurban.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

World Bank Group. (s.f.c) *Wastewater: From Waste to Resource, The Case of Arequipa, Peru.* <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33110/Wastewater-From-Waste-to-Resource-The-Case-of-Arequipa-Peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 💧

ANEXO 1

Anexo 1. Marco normativo: programas, planes, políticas, estrategias y códigos		
INSTRUMENTO	LEY, DECRETO, RESOLUCIÓN	DISPOSICIONES RELACIONADAS CON EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
CÓDIGO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE (MADS, 2014)	DECRETO LEY 2811 DE 1974.	ART. 134 Requerimientos para garantizar la calidad del agua y el control de la contaminación. Es responsabilidad del Estado: <ul style="list-style-type: none"> Clasificar las aguas y fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento Fijar requisitos para los sistemas de eliminación de aguas residuales Determinar los casos en los cuales será permitida la utilización de aguas negras y señalar las condiciones para el reúso Señalar y aprobar métodos técnicos en la distribución del agua para su uso Ejercer control sobre el sector público y privado en el cumplimiento de la calidad del agua, para los fines destinados, según su clasificación Determinar los casos en que se debe condicionar, prohibir o permitir el vertimiento de residuos
		ART. 9 Principios en el uso de recursos naturales renovables: <ul style="list-style-type: none"> El uso de recursos naturales renovables debe hacerse bajo el principio de su utilización de forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento La planeación del manejo de recursos naturales renovables se debe hacer de forma integral
		ART. 77 Disposiciones para el aprovechamiento de las aguas no marítimas en todos sus estados y formas, que incluye las aguas residuales
		ART. 137 Requerimientos sobre la protección y control especial: aguas destinadas al consumo doméstico y animal, y a la producción de alimentos
POLÍTICA NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 1997)	1997	ESTRATEGIA D Promoción de producción más limpia en los sectores productivos: <ul style="list-style-type: none"> Difusión de Producción más Limpia Elaboración de guías ambientales sectoriales Facilita el acceso a tecnologías más limpias Desarrollo de proyectos piloto Fomentar la investigación en temas de producción más limpia
		ESTRATEGIA E Formulación e implementación de instrumentos económicos: <ul style="list-style-type: none"> Reglamentar e implementar instrumentos existentes Formular instrumentos económicos adicionales
		ESTRATEGIA F Promoción de las prácticas empresariales de autogestión y autorregulación: <ul style="list-style-type: none"> Convenios de concertación para una producción más limpia Códigos voluntarios basados en autorregulación y autogestión

ANEXO 1

Anexo 1. Marco normativo: programas, planes, políticas, estrategias y códigos			
INSTRUMENTO	LEY, DECRETO, RESOLUCIÓN	DISPOSICIONES RELACIONADAS CON EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS	
PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA	LEY 373 DE 1997	ART. 1	<ul style="list-style-type: none"> Definición: Programa para el uso eficiente y ahorro del agua
		ART. 5	Requerimiento de Reúso obligatorio del agua residual: en actividades primarias y secundarias, cumpliendo requerimientos técnicos, de calidad ambiental y análisis socioeconómicos
ACCIONES PRIORITARIAS Y LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES (DNP, 2002)	CONPES 3177 DE 2002	CAPÍTULO IV	<ul style="list-style-type: none"> B. Estrategias de gestión: 3. Fomento de nuevas alternativas de manejo y tratamiento de aguas residuales. Actores institucionales, como el Ministerio de Ambiente, deben apoyar el desarrollo de nuevas alternativas para el reúso. C. Revisión, actualización y desarrollo normativo para el ajuste de instrumentos de política: 6. Reglamentación del reúso de Aguas Residuales. Actores institucionales relacionados: Ministerio de Ambiente, Ministerio de Desarrollo Económico y el Ministerio de Salud, deben proponer el proyecto reglamentario para el reúso de aguas residuales tratadas.
PLAN NACIONAL DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN COLOMBIA (MAVDT Y DNP, 2003)	2004	ESTRATEGIA 2	Planificación y establecimiento de programas regionales <ul style="list-style-type: none"> 5.2.2 Incorporar programas de gestión y manejo de aguas residuales en los PGAR, PAT, POT y Planes de Desarrollo 5.2.3 Fortalecimiento a la formulación e implementación de Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV)
		ESTRATEGIA 5	Fomento a nuevas alternativas de manejo y tratamiento de aguas residuales <ul style="list-style-type: none"> 5.5.1 Fomentar nuevas alternativas de manejo y tratamiento de aguas residuales y subproductos 5.5.2 Fomentar y hacer seguimiento a proyectos piloto de reúso de aguas residuales
		ESTRATEGIA 6	Producción limpia: <ul style="list-style-type: none"> 5.6.1 Fortalecer la gestión de aguas residuales a industrias conectadas a la red de alcantarillado
		ESTRATEGIA 8	Reglamentación y modificación normativa: <ul style="list-style-type: none"> 5.8.1 Reglamentar los PSMV 5.8.4 Reglamentar el reúso de aguas residuales 5.8.5 Fomentar la reglamentación relacionada con el uso de biosólidos

ANEXO 1

Anexo 1. Marco normativo: programas, planes, políticas, estrategias y códigos		
INSTRUMENTO	LEY, DECRETO, RESOLUCIÓN	DISPOSICIONES RELACIONADAS CON EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
PLAN NACIONAL DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN COLOMBIA (MAVDT Y DNP, 2003)	2008	OBJETIVO 3 Contribuir al mejoramiento de la calidad del hábitat urbano, asegurando la sostenibilidad ambiental de las actividades de servicios públicos, la movilidad, y la protección y uso sostenible del paisaje y el espacio público: Actividad: Formulación y adopción de estrategias y criterios ambientales para el fomento del uso sostenible del recurso hídrico en áreas urbanas: promover la formulación e implementación de programas de uso eficiente del agua; definir e implementar programas de uso, ahorro y reúso del agua
		ESTRATEGIA 2.2 Incorporación de la gestión integral del recurso hídrico en los principales sectores productivos usuarios del agua:
POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO (MAVDT, 2010B)	2010	ESTRATEGIA 2.3 Uso eficiente y sostenible del agua Líneas de acción estratégica: <ul style="list-style-type: none"> Incrementar la utilización de tecnologías ahorradoras y de uso eficiente del agua Incrementar la implementación de los programas de uso eficiente y ahorro de agua, en empresas de acueducto y alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios, priorizados en el Plan Hídrico Nacional. Los indicadores relacionados con esta estrategia son el ahorro, medido como el porcentaje de reducción de volumen de agua usado, y el número de PUEAA implementados por sector
		ESTRATEGIA 3.2 Reducción de la contaminación del recurso hídrico
		ESTRATEGIA 4.2 Incorporación de la gestión de los riesgos asociados a la disponibilidad y oferta del recurso hídrico en los instrumentos de planificación: Línea de acción estratégica: <ul style="list-style-type: none"> Incorporar la gestión de los riesgos asociados a la oferta y la disponibilidad del recurso en los PSMV, PUEAA, POMCA y otros.
		ESTRATEGIA 5.3 Revisión normativa y articulación con otras políticas <ul style="list-style-type: none"> Establecer y aplicar criterios y estándares de calidad del recurso hídrico para usos con necesidad de reglamentación, tales como (...) reúso de aguas residuales tratadas

ANEXO 1

Anexo 1. Marco normativo: programas, planes, políticas, estrategias y códigos			
INSTRUMENTO	LEY, DECRETO, RESOLUCIÓN	DISPOSICIONES RELACIONADAS CON EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS	
POLÍTICA NACIONAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO SOSTENIBLE (MAVDT, 2010A)	2010	ESTRATEGIA 4.5.2	Fortalecimiento de la regulación
		ESTRATEGIA 4.5.3	Compras sostenibles de Bienes y Servicios
		ESTRATEGIA 4.5.5	Generación de cultura de autogestión y autorregulación
		ESTRATEGIA 4.5.6	Encadenamiento de actores hacia la producción y consumo sostenible
		ESTRATEGIA 4.5.8	Gestión e integración de diferentes actores involucrados en programas y proyectos de producción y consumo sostenible
POLÍTICA DE CRECIMIENTO VERDE	CONPES 3934 DE 2018	ESTRATEGIA 3.2.2	<p>Mejorar la eficiencia del uso del agua</p> <p>Línea estratégica: Promover el reúso del agua residual tratada Acción: Realizar el ajuste normativo de la Resolución 1207 de 2014 Acción: Diseñar un documento que compile las buenas prácticas en el reúso del agua Acción: Fortalecer a las autoridades ambientales en la promoción y seguimiento del reúso del agua</p> <p>Línea estratégica: Desarrollo de estrategias para el fortalecimiento de la gestión del sector de agua potable y saneamiento a nivel regional. Acción: Incorporar en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, lineamientos sobre nuevas tecnologías de tratamiento de aguas residuales y el aprovechamiento de subproductos de energía Acción: Expedir la regulación que facilite la des-integración vertical en los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, y que permita el desarrollo de mercados regionales para sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p>
		ESTRATEGIA 4.5.8	<p>Definir la hoja de ruta para la transición hacia una economía circular</p> <p>Línea estratégica: Desarrollo de instrumentos de planeación y técnicos para la economía circular Acción: Definir la estrategia nacional de economía circular de largo plazo dirigida al sector privado y su plan de acción integral</p> <p>Línea estratégica: Promoción de un consumo responsable y sostenible: Acción: Actualizar la política Nacional de Producción y Consumo sostenible</p> <p>Línea estratégica: Fortalecimiento en la gestión de información Acción: Formular una propuesta metodológica para la implementación de la cuenta de flujo de materiales</p>

ANEXO 1

Anexo 1. Marco normativo: programas, planes, políticas, estrategias y códigos			
INSTRUMENTO	LEY, DECRETO, RESOLUCIÓN	DISPOSICIONES RELACIONADAS CON EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS	
ESTRATEGIA NACIONAL DE ECONOMÍA CIRCULAR (MADS, 2019)	2019	LÍNEA DE ACCIÓN 5.2.3	Flujos de biomasa
		LÍNEA DE ACCIÓN 5.2.4	Fuentes y flujos de energía
		LÍNEA DE ACCIÓN 5.2.5	Flujos del agua
ESTRATEGIA NACIONAL DE ECONOMÍA CIRCULAR (MADS, 2019)	CONPES 4004 DE 2020	LINEAMIENTO 4.3.2	<p>Desarrollar estrategias para promover la economía circular en los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales que permita asegurar la oferta de agua en el largo plazo:</p> <p>Línea de acción 2.1 Revisar los instrumentos de protección del recurso hídrico Línea de acción 2.3 Mejorar las condiciones para el reúso de aguas residuales</p>

ANEXO 2

Anexo 2. Marco Normativo: Leyes y decretos relacionados con reúso de aguas residuales tratadas

LEY, DECRETO	ARTÍCULO	DISPOSICIONES RELACIONADAS CON EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
DECRETO 1541 DE 1978 – REGLAMENTACIÓN PARTE III DEL LIBRO II LEY 2811 DE 1974 “De las aguas no marítimas”	ART. 36	Disposiciones sobre las concesiones de agua: todos los usuarios públicos o privados requieren concesión de aguas para el aprovechamiento en usos como: riego y silvicultura, uso industrial, generación de electricidad, explotación minera o tratamiento de minerales, explotación petrolera, generación geotérmica, generación hidroeléctrica, etc.
	ART. 211	Disposiciones de la prohibición de vertimientos sin tratamiento, y del grado de tratamiento dependiendo de su destinación
	ART. 225	Disposiciones sobre los vertimientos de uso agrícola, riego y drenaje: Desagües de riego pueden ser concedidos preferencialmente para nuevos usos en riego
	ART. 226	Disposiciones para vertimientos por uso industrial: Obligación de los concesionarios de agua de reciclar, recuperar para nuevo uso, cuando sea factible
	ART. 283	Requerimientos de conceptos de la Comisión Nacional de Aguas para el desarrollo de actividades para lograr una planeación adecuada de las aguas
LEY 9 DE 1979	TÍTULO I, ARTÍCULOS 4, 5, 6	Responsabilidad del Ministerio de Salud de establecer: <ul style="list-style-type: none"> Los usos que producen contaminación de las aguas, requieren autorización para su uso Características deseables y admisibles que deben tener las aguas para el control sanitario
DECRETO 1594 DE 1984	CAPÍTULO IV, ARTÍCULOS 38-45	De los criterios de calidad para destinación del recurso
LEY 99 DE 1993	TÍTULO I, ART. 1, NUMERAL 7	El estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables
	TÍTULO II, ART 5, PARÁGRAFO 1	Cuando las actividades reguladas por el MADS puedan afectar la salud humana, esta función será ejercida en conjunto con el Ministerio de Salud; y cuando pueda afectarse la sanidad animal o vegetal con el MADR
	TÍTULO IX, ART. 65, NUMERAL 9	Corresponde a los Municipios ejecutar programas de reciclaje de residuos líquidos
DECRETO 3930 DE 2010	ART.63, NUMERAL 8	Contenido del Plan de Reconversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos: Debe contener la “descripción técnica de los procesos de optimización, recirculación y reúso del agua, así como las cantidades de los subproductos o materias primas recicladas o reutilizadas, por unidad de producción”
	ART. 3, NUMERAL 28	Definición reúso: utilización de los efluentes líquidos previo el cumplimiento de unos criterios de calidad
DECRETO 1076 DE 2015	-	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. En este decreto se recopilan todas las disposiciones normativas vigentes respecto del medio ambiente incluyendo las del recurso hídrico.

ANEXOS 3

Anexo 3. Marco Normativo: Leyes y decretos relacionados con concesiones de agua y permisos de vertimiento.

LEY, DECRETO	ARTÍCULO	DISPOSICIONES RELACIONADAS CON USOS DEL AGUA, CONCESIONES DE AGUAS Y PERMISOS DE VERTIMIENTO
CÓDIGO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE (MADS, 2014)	88, 89, 92, 94, 140	<p>Requerimientos de las concesiones de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de aguas sólo puede hacerse con concesión de aguas; su aprovechamiento debe estar sujeto a las disponibilidades del recurso y las necesidades de su destinación • Toda concesión de aguas está sujeta a condiciones especiales para lograr su conveniente utilización, y el cumplimiento de fines de utilidad pública e interés social • Para la modificación de la concesión de aguas se requiere la aprobación del concedente • El beneficiario de la concesión de aguas está sometido a las normas de preservación de la calidad
DECRETO 1541 DE 1978 – REGLAMENTACIÓN PARTE III DEL LIBRO II LEY 2811 DE 1874 “DE LAS AGUAS NO MARÍTIMAS”	205	Sobre la clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos en cuerpos de agua superficial
	208	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos de permiso de vertimiento por aprovechamiento de aguas, para los usos contemplados en el artículo 36, del mismo Decreto, en las cuales se introducen sustancias o desechos. • Se debe tramitar con la solicitud de concesión de agua
LEY 9 DE 1979	10	<p>• Requerimientos de vertimientos de residuos líquidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento requisitos del Ministerio de salud

