

HOJA DE RUTA DE ECONOMÍA CIRCULAR DE LA EAAB E. S. P.

2024 - 2035

acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA

BID



HOJA DE RUTA DE ECONOMÍA CIRCULAR DE LA EAAB E. S. P.

2024 - 2035

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ
Claudia López Hernández
Alcaldesa Mayor de Bogotá

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ – E. S. P.
Noel Valencia López
Gerente General

Octavio Augusto Reyes Ávila
Gerente Corporativo Ambiental

Juana Camacho Otero
Asesora Gerencia Corporativa Ambiental
Gerente de Proyecto

Ángela María Gaitán Chaparro
Especialista Financiera y de Adquisiciones

Editora:
Juana Camacho Otero, Ph.D.

Autores:
Santiago Uribe Cuentas
Luis Felipe Vásquez Correa, Ph.D.

Revisión de textos:
Andrés Hernández

Revisión ortotipográfica:
Andrés Hernández

Fotografías:
Archivo EAAB E. S. P.

Citación sugerida

Camacho Otero, J. (Ed.) (2023). Hoja de Ruta de Economía Circular de la EAAB – E. S. P. 2024-20235. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá; Banco Interamericano de Desarrollo: Bogotá.

Copyright © 2022. Banco Interamericano de Desarrollo ("BID"), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP (EAAB- ESP). Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (CC-IGO 3.0 BYNC-ND) (http:// creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando reconocimiento al BID y la EAAB – ESP. No se permiten obras derivadas. Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en este estudio pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente las opiniones del BID y la EAAB - ESP, sus directorios ejecutivos, sus Gobernadores y/o las de los países que representan.

Palabras clave: economía circular, hoja de ruta, agua y saneamiento básico, Colombia, Bogotá D.C., diagnóstico de circularidad, cambio climático,

Publicación financiada por el convenio de cooperación técnica no reembolsable entre el Banco Interamericano de Desarrollo y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP ATN/OC-18752-CO.

Comité Técnico del Proyecto

Sandra Patricia Samacá Rojas
Gerencia General

Juana Camacho Otero, Ph.D.
Gerencia Corporativa Ambiental

Adriana Ruiz Torres
Gerencia Corporativa de Sistema Maestro

William Alfonso Gómez Pedraza
Gerencia Corporativa de Planeamiento y Control de Inversiones

Consultores Componente I:
Santiago Uribe Cuentas
Luis Felipe Vásquez, Ph.D.

Noviembre 2023
Bogotá D.C.

Este documento fue elaborado con base en los informes de consultoría entregados por Felipe Vásquez (Ph. D.) y Santiago Uribe en el marco del proyecto de cooperación técnica no reembolsable n.° ATN/OC-18752-CO (Hacia un modelo circular en la prestación de los servicios públicos de agua y saneamiento de la EAAB E. S. P. frente a los desafíos del cambio climático) entre el BID y la EAAB E. S. P. Fue revisado y editado por Juana Camacho Otero (Ph. D.), asesora nivel 08 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB E.S.P.).



ESTIMADO EQUIPO Y COLABORADORES,

En nuestra continua búsqueda por liderar en el sector del agua y alcantarillado a nivel nacional e internacional, y en coherencia con nuestra responsabilidad ambiental y social, es con gran satisfacción que presentó la Hoja de Ruta hacia la Gestión Circular de Agua Potable y Agua Residual 2024-2035, definida en el marco del proyecto de cooperación técnica “Hacia un Modelo Circular en la Prestación de los Servicios Públicos de Agua y Saneamiento de la EAAB, frente a los desafíos del Cambio Climático” con el Banco Interamericano de Desarrollo. Este esfuerzo estratégico no es solo una manifestación de nuestra misión de garantizar la prestación eficiente de servicios vitales para nuestra ciudad, sino también una apuesta firme hacia un futuro sostenible, en el cual Bogotá se erige como modelo de gestión y conservación del recurso hídrico.

La gestión circular no es simplemente un concepto de moda. Es una necesidad imperante y una oportunidad estratégica. Al adoptar un enfoque circular, no solo maximizamos el uso del recurso, sino que también revalorizamos lo que tradicionalmente consideramos “residuos”, transformándolos en insumos valiosos para otros procesos. Esto representa una innovación que conlleva beneficios económicos, ambientales y sociales. En esta Hoja de Ruta, hemos delineado una serie de acciones y metas a corto, medio y largo plazo orientados a fortalecer la eficiencia de la empresa, a partir de identificación nuevas fuentes de ingresos y ahorros potenciales. Desde la implementación de tecnologías avanzadas de tratamiento y reutilización, hasta la promoción de una cultura de conservación del agua en nuestra comunidad, cada elemento ha sido diseñado pensando en la eficiencia, la sostenibilidad y el bienestar de los bogotanos.

No obstante, es fundamental entender que esta transformación no se logra de la noche a la mañana. Requiere de un esfuerzo conjunto, una visión compartida y la colaboración activa de todos los involucrados. Como líderes de la EAAB ESP, nuestro papel es crucial en este proceso, guiando, inspirando y garantizando que cada paso que demos esté alineado con este norte estratégico. Invito a cada uno de ustedes a interiorizar esta Hoja de Ruta, a hacerla propia y a trabajar mancomunadamente para llevarla a la práctica. Estamos en un momento decisivo en la historia de nuestra empresa y de nuestra ciudad. Aprovechemos esta oportunidad para redefinir el futuro del agua en Bogotá, consolidando una gestión que sea referente a nivel global.

Atentamente,

NOEL VALENCIA LÓPEZ
Gerente General

PRÓLOGO

El proceso de diseño e implementación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) de la EAAB-ESP aborda primordialmente los aspectos ambientales relacionados con la gestión integral del agua, la gestión de residuos y la gestión energética. Esto se logra mediante una estrategia orientada hacia la adaptación y mitigación del cambio climático, el fortalecimiento de la cultura ambiental, la promoción de prácticas empresariales sostenibles desde una perspectiva de ciclo de vida y la gestión del conocimiento, con el objetivo de mejorar nuestro rendimiento ambiental (Política Ambiental de la Empresa).

La empresa está avanzando en la formulación de acciones destinadas a la adaptación a los impactos del cambio climático mediante la implementación de infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza. Estas soluciones se enfocan en la conservación y restauración de las coberturas vegetales con el propósito de aumentar la resiliencia de los ecosistemas, reducir la vulnerabilidad al cambio climático y contribuir a la captura de carbono, específicamente en la remoción de gases de efecto invernadero (GEI) (Estrategia de Cambio Climático).

En términos de mitigación, la empresa ha dado prioridad a la reducción de las emisiones de GEI generadas en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como en sus actividades complementarias. Esto implica la optimización del uso y consumo de recursos como el agua, los materiales y la energía, así como la gestión eficiente de subproductos y residuos en todas sus fases, con el fin de evitar impactos negativos en el suelo, el agua y el aire. La economía circular se presenta como la principal estrategia empresarial para abordar la mitigación de los efectos del cambio climático, fundamentada en principios de sostenibilidad y gestión de recursos (Estrategia de Economía Circular).

El concepto de economía circular tiene sus raíces en trabajos de diversos autores que datan, al menos, desde la década de los años sesenta. Destacados pioneros de la economía ecológica como el economista inglés Kenneth Boulding fueron críticos tempranos de la idea de una economía en expansión lineal. De acuerdo con Espinoza[1], la economía circular se ha desarrollado a lo largo de las décadas, influida por disciplinas como la economía ambiental y la ecología industrial, que se enfocan en la gestión de residuos, el valor de los materiales y el control de la contaminación.

De acuerdo con Guerrero[2], en la década de los setenta, el ingeniero Walter R. Stahel incorporó conceptos teóricos relacionados con la economía del rendimiento, haciendo hincapié en la interconexión entre la producción y el consumo, con énfasis en los procesos de ciclo cerrado que más tarde serían conocidos como economía circular. Por otro lado, Adam Smith[3] analizó el crecimiento económico de las naciones, destacando la acumulación de capital, la división del trabajo y el intercambio eficiente de bienes y servicios. Sin embargo, enfatizó que dicho crecimiento tiene límites y que los recursos no son infinitos.

La economía circular también incorpora la idea de la entropía y las leyes de la termodinámica en su análisis de la relación entre la economía industrial y el medio ambiente, gracias a las contribuciones de Kenneth E. Boulding y Nicholas Georgescu-Roegen[4]. Según Vasileios, Katja y Arno[5], en 1989, W. Pearce y R. Kerry Turner introdujeron el concepto de economía circular basado en el principio de que "todo es insumo para todo lo demás" en la naturaleza. Como lo menciona Espinoza[6], en la década de los noventa, autores como Amory Lovins, Hunter Lovins y Paul Hawken enfatizaron la necesidad de sostenibilidad y eficiencia en la economía. Janine Benyus promovió la biomimética como enfoque para diseñar sistemas y productos más sostenibles. En 2002, William McDonough y Michael Braungart presentaron el concepto de "De la cuna a la cuna" (Cradle to Cradle), que distingue entre ciclos técnicos y biológicos en la economía circular. Webster[7] contribuyó a la conceptualización de la economía circular como un modelo económico sostenible, mientras que la Fundación Ellen MacArthur[8], promovió la economía circular en su informe "Towards the Circular Economy."

La economía circular se caracteriza por promover la reducción, reutilización, reciclaje y regeneración de recursos para minimizar los residuos y mitigar su impacto ambiental. Esto tiene un impacto positivo en la reducción de las emisiones de GEI, ya que reduce la extracción de recursos naturales. En este enfoque, los productos y materiales se diseñan y gestionan para mantenerse en uso durante el mayor tiempo posible, minimizando la generación de residuos y maximizando su valor. Además de sus beneficios ambientales, la economía circular ofrece oportunidades económicas, como la creación de empleo y el fomento de startups en sectores relacionados con la gestión de residuos e innovación buscando modelos de negocios cada vez más sostenibles.

En mi capacidad como Gerente Corporativo Ambiental, deseo expresar mi agradecimiento al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) por su apoyo en esta cooperación técnica con nuestra empresa, así como reconocer la dedicación de Juana, Felipe y Santiago en la elaboración de este documento titulado "Hoja de Ruta de Economía Circular de la EAAB E.S.P." Este documento nos permite establecer una dirección clara para fortalecer nuestras acciones en la mitigación de los efectos del cambio climático y la reducción de las emisiones de GEI. Esto refleja nuestro compromiso gerencial y empresarial con la sostenibilidad de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como con las políticas y estrategias relacionadas con la economía circular, la acción climática, el crecimiento verde y los servicios públicos sostenibles en Bogotá.

OCTAVIO AUGUSTO REYES ÁVILA
Gerente Corporativo Ambiental
EAAB ESP

1. Espinoza, H., A. Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. Revista de Economía Institucional, 25(49), 109-134. (2023).
2. Guerrero Doza, L. C. Apropiación de la economía circular: una reflexión entre Colombia y Perú. (2020).
3. Smith, A. La Riqueza de las Naciones (Madrid: Editorial Alianza, 2011).
4. Guerrero Doza, L. C. (2020).
5. Vasileios Rizos, Vasileios Rizos, Katja Tuokko Katja Tuokko, and Arno Behrens Arno Behrens. "The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts. CEPS Research Report No 2017/8, April 2017." (2017).
6. Espinoza, H., A. (2023)
7. Webster, Ken. "The circular economy: A wealth of flows." (No Title) (2015).
8. MacArthur, Fundación Ellen. "Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition." Ellen McArthur (2013).



AGRADECIMIENTOS

La construcción de este documento contó con el apoyo de múltiples personas al interior de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. y actores externos a quienes queremos agradecer su participación. En primer lugar, a los gerentes corporativos ambientales Javier Humberto Sabogal (2020-2022) y Octavio Augusto Reyes (2022-actual) por su respaldo permanente. Al equipo del proyecto, especialmente a la especialista financiera y de adquisiciones, Angela María Gaitán, por su apoyo en la coordinación de todas las actividades asociadas a la ejecución del proyecto. Al Comité Directivo del proyecto, compuesto por Sandra Samacá (representante de la Gerencia General), Adriana Ruiz (representante de la Gerencia Corporativa del Sistema Maestro) y William Gómez (representante de la Gerencia Corporativa de Planeamiento y Control). A nuestros enlaces en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Manuel José Navarrete y Carlos Garavito. Por último, a Eli Nessim, quien desde un comienzo nos apoyó en la formulación de la cooperación, a la exgerente general Cristina Arango, quien le apostó a este ejercicio estratégico, y al gerente general Noel Valencia, quien mantuvo su apoyo a esta iniciativa.

ACRÓNIMOS

ACV: análisis de ciclo de vida (LCA en inglés)

AFM: análisis de flujo de materiales (MFA en inglés)

COP: pesos colombianos

CO_2: dióxido de carbono

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social

CTI: *circular transition indicators*

DOFA: debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas

EAAB E. S. P.: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E. S. P.

ENEC: Estrategia Nacional de Economía Circular

FNCER: fuentes de energía no convencionales de energía renovable

GRI: Global Reporting Initiative

I+D+i: investigación, desarrollo, innovación

ISO: International Standards Organization

KPI: *key performance indicator(s)*

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OLP: Objetivos de largo plazo

PGE: Plan General Estratégico

PGL: Plan de Gestión de Lodos

PTAR: planta de tratamiento de aguas residuales

RCD: residuos de construcción y demolición

RESPEL: residuos peligrosos

TOC: *theory of change* (Teoría del cambio)

TABLA DE CONTENIDO

1

12 | INTRODUCCIÓN

2

14 | LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ E. S. P.

2.1. Prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado

2.2. Gestión ambiental de EAAB E. S. P.

3

22 | LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE AGUA Y SANEAMIENTO

3.1. Economía circular

3.2. Economía circular y agua

4

28 | METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DE LA HOJA DE RUTA

4.1. Diagnóstico de circularidad

4.2. Formulación participativa de la hoja de ruta

4.3. Teoría del cambio

4.4. Fases ejecutadas

5

42 | VISIÓN Y DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DE LA HOJA DE RUTA

5.1. Actores vinculados al proceso

5.2. Visión de economía circular para la EAAB E. S. P.

5.3. Diagnóstico de circularidad

5.4. Diagnóstico estratégico

6

62 | OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, EFECTOS, PRODUCTOS Y ACCIONES

6.1. Objetivos y metas de largo plazo

6.2. Actividades por objetivo estratégico

CONCLUSIÓN Y LLAMADO A LA ACCIÓN 82

BIBLIOGRAFÍA 83

1 INTRODUCCIÓN

Desde el año 2016, Colombia viene desarrollando un marco institucional para avanzar hacia un modelo de desarrollo basado en el crecimiento verde. Este marco incluye varios instrumentos, como la Política de Cambio Climático, la Política de Crecimiento Verde y la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), entre otros. En específico, la ENEC planteó como objetivo "promover la transformación productiva para maximizar el valor agregado de los sistemas industriales y agropecuarios y las ciudades sostenibles en términos económicos, ambientales y sociales, a partir de la circularidad, innovación tecnológica, colaboración en nuevos modelos de negocios". Esta estrategia define la economía circular como los "sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocios que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). La ENEC planteó como uno de los flujos de materiales prioritarios el agua, dados los bajos niveles de productividad y eficiencia que tiene el país en este tema.

Posteriormente, el 28 de septiembre de 2020, el Gobierno nacional expidió el documento de política económica y sectorial CONPES 4004 (Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales), que define como objetivo: "mejorar las capacidades institucionales y de gobernanza, implementar un modelo de economía circular y desarrollar mecanismos de gestión de la información en la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales para garantizar la disponibilidad de agua en el largo plazo, y la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales en condiciones de calidad y continuidad"(Departamento Nacional de Planeación, 2020).

Para alcanzar este objetivo, el CONPES propone como estrategias: i) fortalecer la gobernanza y la capacidad institucional del sector para promover la economía circular en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado; ii) desarrollar estrategias para promover la economía circular en los servicios de agua potable y en el manejo de aguas residuales que permitan asegurar la oferta de agua a largo plazo; y iii) mejorar la calidad y confiabilidad de la información sectorial utilizada para tomar decisiones en relación con la economía circular en los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales.

Dando cumplimiento a estas recomendaciones, y con base en diferentes análisis desarrollados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E. S. P. (EAAB E. S. P.), la empresa solicitó el apoyo técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para la formulación de una hoja de ruta para avanzar hacia la gestión circular de agua potable y aguas residuales que orientara las acciones a corto y mediano plazo de la empresa. En el marco de esta cooperación, también se estableció la necesidad de identificar y evaluar oportunidades de negocio basadas en los principios de la economía circular aplicados al sector. Finalmente, dentro de la solicitud de apoyo se incluyó el fortalecimiento de las capacidades institucionales en estas áreas, atendiendo las estrategias propuestas por la ENEC. Como resultado de estas gestiones, el 5 de noviembre de 2021, la EAAB E. S. P. y el BID firmaron el convenio de cooperación técnica no reembolsable n.° ATN/OC-18752-CO, denominado "Hacia un modelo circular en la prestación de los servicios públicos de agua y saneamiento de la EAAB E. S. P. frente a los desafíos del cambio climático".

Este documento presenta la hoja de ruta para avanzar hacia la gestión circular del agua potable y las aguas residuales de la EAAB E. S. P. Después de esta introducción, en la primera sección se presenta una breve descripción de la operación de la EAAB E. S. P. En la segunda se introduce de manera breve el concepto de la economía circular y su aplicación al sector de agua y saneamiento. En la siguiente sección se describe la metodología para la construcción de la hoja de ruta. Luego se muestran los resultados del diagnóstico de circularidad 2019-2022 para la EAAB E. S. P. En la quinta sección se plantea la visión de la hoja de ruta y se incluye el diagnóstico estratégico y en la sexta se encuentra la formulación estratégica de la hoja de ruta. El documento finaliza con los pasos a seguir para su implementación.

2

LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ E. S. P.

La EAAB E. S. P. presta de manera directa el servicio de acueducto en la ciudad de Bogotá y en los municipios Soacha y Gachancipá, además del servicio de alcantarillado en Bogotá. También atiende la demanda de agua potable en once municipios vecinos de la región, mediante el esquema de venta de agua en bloque: Soacha, Mosquera, Funza, Madrid, Chía, Cajicá, Cota, Tocancipá, Sopó, La Mesa y La Calera. Es de anotar que este suministro está condicionado a la existencia de excedentes de agua, una vez se garantice el cubrimiento de la demanda de la ciudad de Bogotá.

La EAAB E. S. P. es una empresa financieramente sólida, en crecimiento y con importantes oportunidades de nuevos negocios a nivel nacional e internacional. Actualmente, cuenta con una calificación local AAA por Fitch Ratings, gracias a su condición de monopolio natural, su perfil financiero sólido, su flexibilidad financiera y la naturaleza regulada de sus ingresos, lo cual le brinda firmeza y predictibilidad a su generación de flujos de efectivo.



2.1.
Prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado

Página 16

2.2.
Gestión ambiental de EAAB E. S. P.

Página 20

2.1.

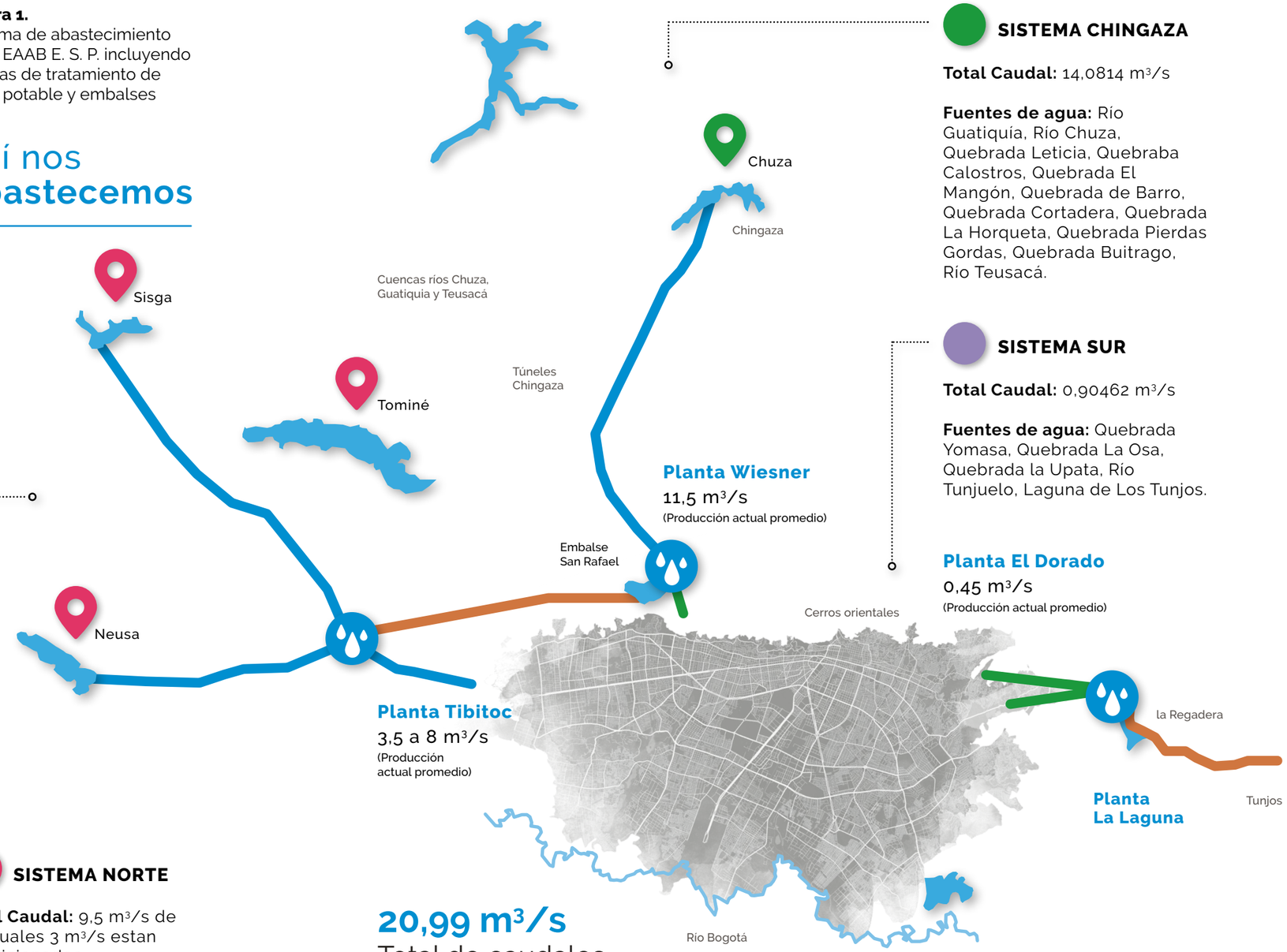
Prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado

Dentro de las funciones de la empresa están: i) captar, almacenar, tratar, conducir y distribuir agua potable; ii) recibir, conducir, tratar y disponer las aguas servidas, en los términos y las condiciones fijadas por las normas para estos servicios; y iii) recoger, conducir, regular y manejar las aguas lluvias y aguas superficiales que conforman el drenaje pluvial y el sistema hídrico dentro de su área de actividad, entre otras.

La figura 1 ilustra los tres sistemas de abastecimiento con que cuenta la ciudad para satisfacer la demanda de agua potable de sus usuarios.

Figura 1.
Sistema de abastecimiento de la EAAB E. S. P. incluyendo plantas de tratamiento de agua potable y embalses

Así nos **abastecemos**



SISTEMA NORTE

Total Caudal: 9,5 m³/s de los cuales 3 m³/s estan condicionados

Fuentes de agua: Río Bogotá sector Tibitoc, Río Teusacá, Embalse Aposentos (solo por contingencia)

SISTEMA CHINGAZA

Total Caudal: 14,0814 m³/s

Fuentes de agua: Río Guatiquía, Río Chuza, Quebrada Leticia, Quebraba Calostros, Quebrada El Mangón, Quebrada de Barro, Quebrada Cortadera, Quebrada La Horqueta, Quebrada Pierdas Gordas, Quebrada Buitrago, Río Teusacá.

SISTEMA SUR

Total Caudal: 0,90462 m³/s

Fuentes de agua: Quebrada Yomasa, Quebrada La Osa, Quebrada la Upata, Río Tunjuelo, Laguna de Los Tunjos.

20,99 m³/s
Total de caudales

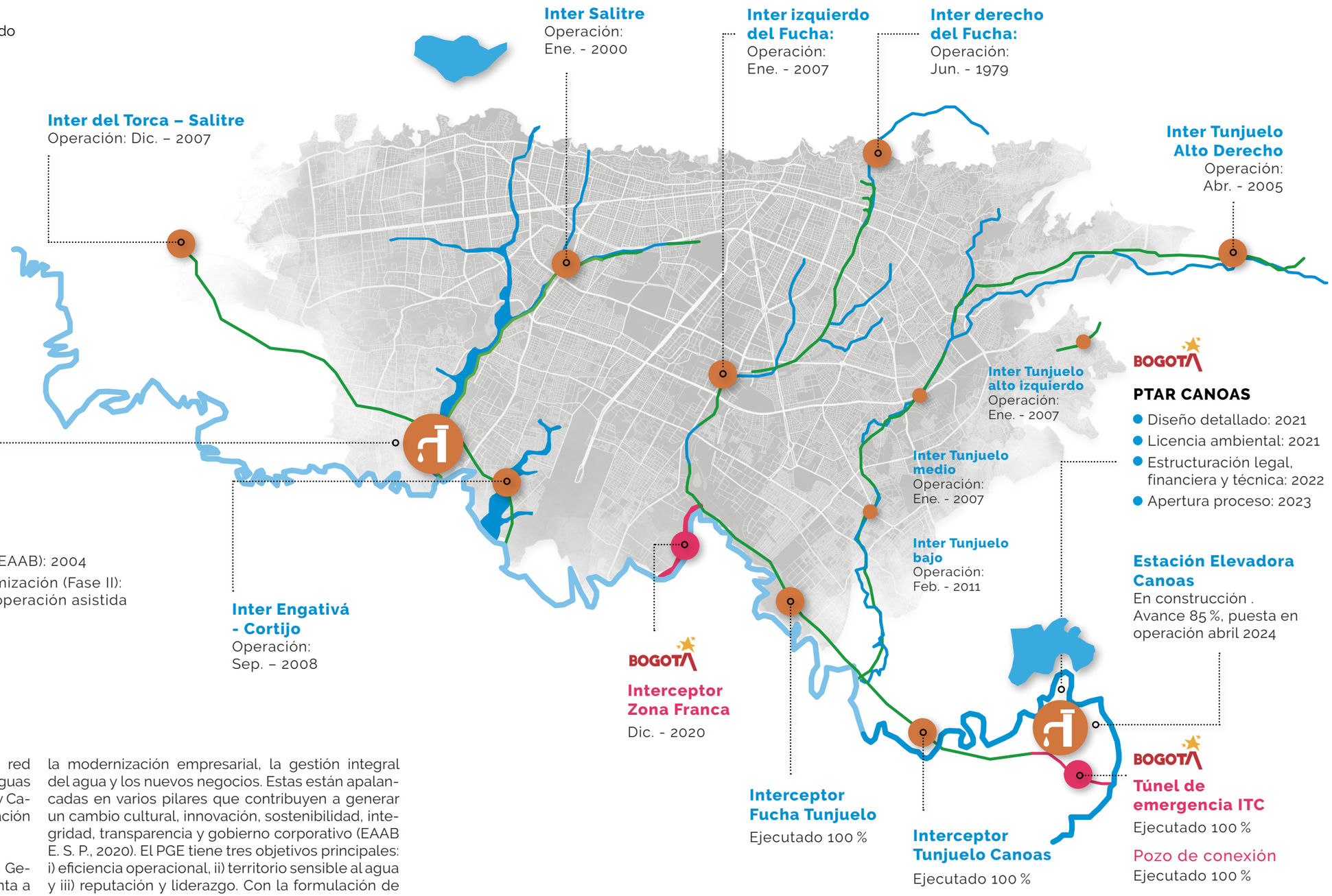
+10 millones
de personas atendidas

Fuente: EAAB E. S. P., 2023.

Figura 2.
Sistema red troncal de la EAAB E. S. P. incluyendo plantas de tratamiento de aguas residuales

Estado de las obras de **descontaminación** del río Bogotá

Sistemas Salitre y Canoas



La figura 2 presenta la infraestructura de la red troncal y las dos plantas de tratamiento de aguas residuales: Salitre, que está en funcionamiento y Canoas, que se encuentra en la fase de estructuración para su construcción.

En el 2020, la empresa formuló su nuevo Plan General Estratégico (PGE) 2020-2024, que le apunta a una modernización sostenible. Este plan contiene varias apuestas estratégicas, entre ellas el saneamiento del río Bogotá, la sostenibilidad ambiental, la modernización empresarial, la gestión integral del agua y los nuevos negocios. Estas están apalancadas en varios pilares que contribuyen a generar un cambio cultural, innovación, sostenibilidad, integridad, transparencia y gobierno corporativo (EAAB E. S. P., 2020). El PGE tiene tres objetivos principales: i) eficiencia operacional, ii) territorio sensible al agua y iii) reputación y liderazgo. Con la formulación de la hoja de ruta, contribuimos al cumplimiento de las metas de fortalecimiento empresarial y operativo de la empresa.

Fuente: EAAB E. S. P., 2023.



2.2.
Gestión ambiental de EAAB E. S. P.

La EAAB E. S. P. cuenta con una política de sostenibilidad que establece que "en la EAAB E. S. P. estamos comprometidos en agregar valor económico, ambiental y social a la gestión empresarial en beneficio de nuestros grupos de interés, a través de un modelo socialmente responsable, atendiendo los principios, lineamientos y materias fundamentales de la sostenibilidad". Atendiendo las directrices de esta política, la empresa cuenta con un modelo de responsabilidad social empresarial donde se articulan los entornos económico, social y ambiental con los estándares de la Global Reporting Initiative (GRI), los principios del Pacto Global, los numerales de la ISO 26000 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para los temas ambientales, la EAAB E. S. P. inició el proceso de implementación de su sistema de gestión ambiental bajo la norma ISO 14001, así como del sistema de gestión basura cero.

Cuadro 1.
Política ambiental de la EAAB E. S. P.

"En la EAAB E. S. P. estamos comprometidos a proteger el medio ambiente mediante: a) la gestión integral del recurso hídrico desde la protección de los ecosistemas estratégicos relacionados con las cuencas abastecedoras hasta el saneamiento y recuperación de los cuerpos de agua que permiten el drenaje de Bogotá y su área de influencia, b) el manejo integral de los residuos a partir de su reducción, reutilización y aprovechamiento y c) la gestión eficiente de la energía mediante el uso de fuentes limpias y su utilización racional en todos los procesos, a través de una estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático, el fortalecimiento de la cultura ambiental, prácticas empresariales sostenibles bajo la perspectiva de ciclo de vida y gestión del conocimiento, con el fin de mejorar nuestro desempeño ambiental, el cumplimiento de requisitos legales ambientales y otros requisitos aplicables y el Sistema de Gestión Ambiental".

El análisis de brechas realizado en el marco del sistema de gestión basura cero mostró que, a pesar de tener un programa de gestión integral de residuos, la EAAB E. S. P. no cuenta con una estrategia para avanzar hacia ese modelo de reducción, reutilización y aprovechamiento de residuos donde estén definidos objetivos, metas, indicadores, acciones y responsables. Dentro de las actividades requeridas para su implementación quedó consignado el diseño de una estrategia de economía circular que contribuya al cumplimiento de los requisitos del estándar.

3

LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE AGUA Y SANEAMIENTO

En esta sección se hace una breve descripción del concepto de economía circular y su aplicación al sector agua y saneamiento de acuerdo con la literatura académica.



3.1. Economía circular

Página 24

3.2. Economía circular y agua

Página 26

3.1. Economía circular

Uno de los requisitos para el desarrollo sostenible es desacoplar el crecimiento económico del consumo de materias primas vírgenes y de fuentes no renovables. La economía circular surge como un enfoque sistémico al crecimiento económico alternativo al modelo tradicional de extracción-producción-consumo-descarte.

Según la Ellen MacArthur Foundation (2013), la economía circular se basa en tres principios:

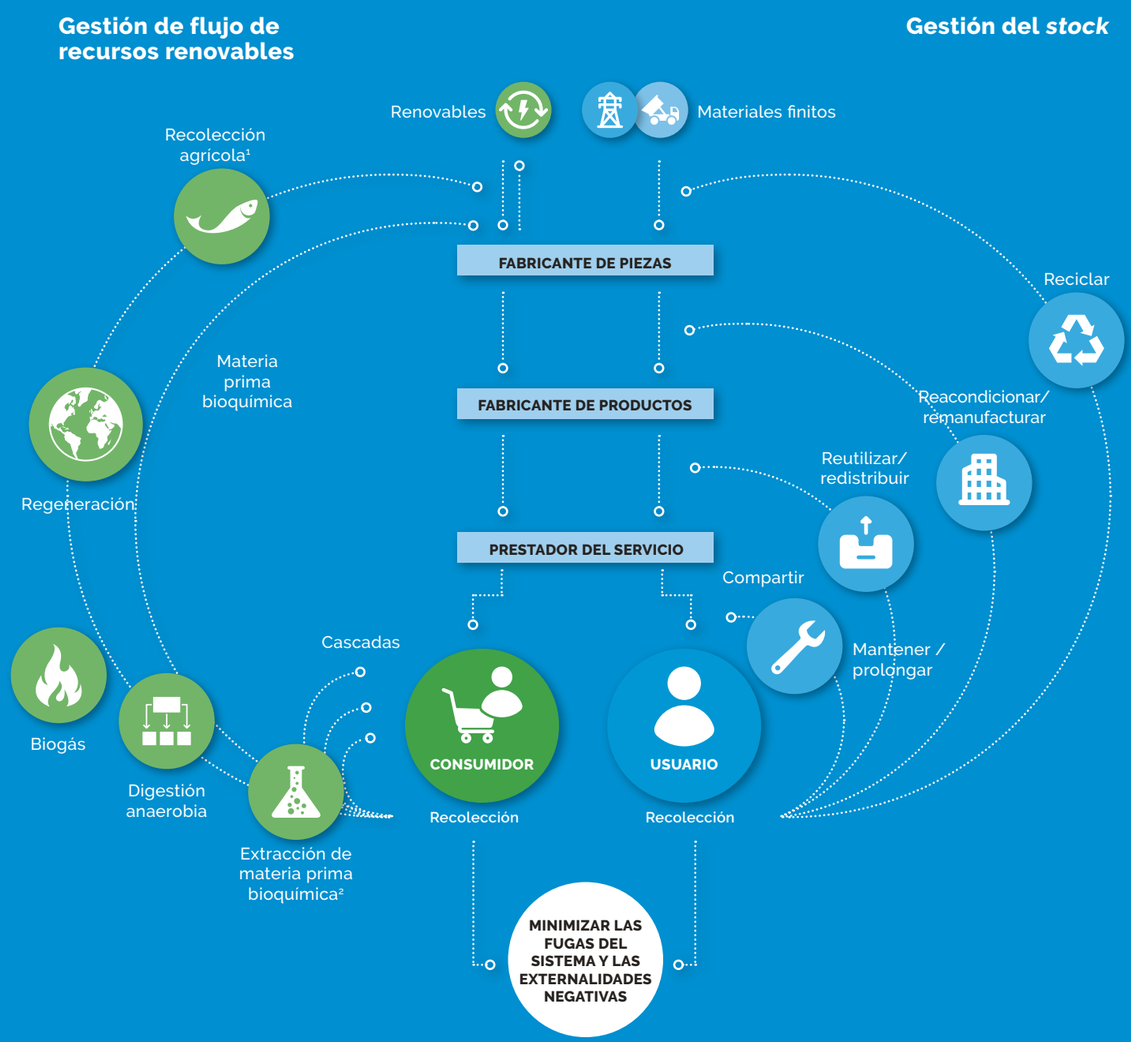
1. Eliminar residuos y contaminación desde el diseño.
2. Mantener productos y materiales en uso.
3. Regenerar sistemas naturales.

Esta entidad desarrolló un diagrama del sistema circular (figura 3) donde se evidencia un flujo continuo de materiales tecnológicos y biológicos a través del enfoque de cadenas de valor. Allí se distingue entre ciclos técnicos (en azul) y ciclos biológicos (en verde).

Los **materiales biológicos** son aquellos que pueden ser reintroducidos de manera segura en los sistemas naturales una vez se han realizado uno o más ciclos (en la antroposfera), donde se biodegradarán regresando los nutrientes al ambiente (Ellen MacArthur Foundation, 2013). El consumo ocurre solamente en los ciclos biológicos, donde alimentos y otros materiales de base biológica (por ejemplo, algodón y madera) son diseñados para regresar al sistema mediante procesos de compostaje y digestión anaerobia. Estos ciclos regeneran sistemas vivos, como el suelo, que ofrecen recursos renovables para la economía (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Los **materiales técnicos** no pueden ser reintroducidos en el ambiente, por lo que metales, plásticos y químicos sintéticos, entre otros, deben circular continuamente en el sistema económico (antroposfera) para que su valor pueda ser capturado y recapturado (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Los ciclos técnicos recuperan y restauran productos, componentes y materiales mediante estrategias de reutilización, reparación, remanufactura o (en última instancia) reciclaje (Ellen MacArthur Foundation, 2014).

Figura 3.
Diagrama del sistema de la economía circular



1. Cazar, pescar.
2. Puede usar el residuo poscosecha o posconsumo como insumo.

Fuente: Ellen MacArthur Foundation, 2013.



3.2. Economía circular y agua

El agua es un flujo priorizado dentro de la Estrategia Nacional de Economía Circular de Colombia. Para este flujo, la ENEC propone las siguientes acciones para aplicar los principios de economía circular:

- Reúso y recirculación de agua
- Recuperación de materiales (fosfatos)

Además, la literatura académica indica que la gestión circular del agua permitiría la generación de energía a partir de material residual, logrando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Neczaj & Grosser, 2018). De acuerdo con Neczaj y Grosser (2018) respecto a la **recuperación de recursos**, la aplicación de principios de circularidad en el tratamiento de aguas logra:

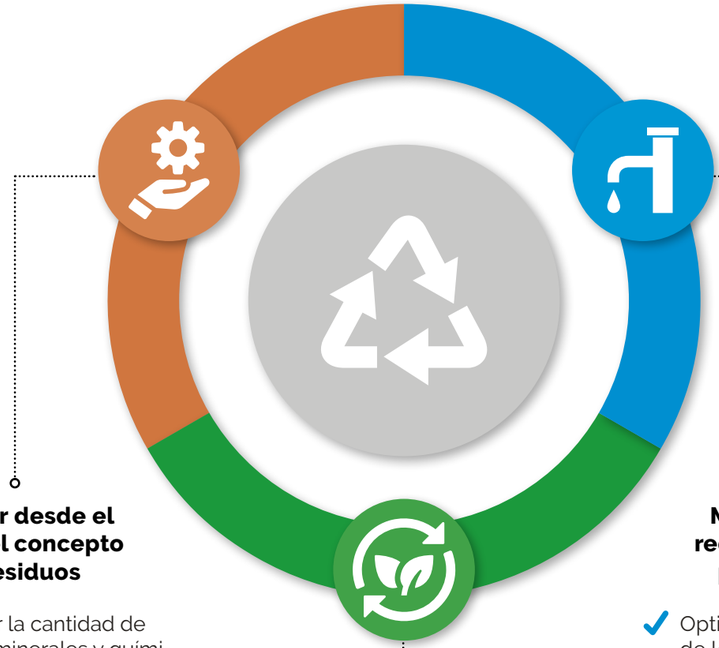
- Recuperar materiales como fosfatos y potasio utilizando tecnologías para tratamiento aeróbico/anaeróbico, compostaje, secado o químico de biosólidos. Específicamente para el fósforo, se puede obtener de los lodos o las cenizas. También existen tratamientos para recuperar P o N de la orina. Se propone también el uso de agua-especies para generar fertilizantes y alimento animal.
- Recuperación de agua para usos agrícolas, industriales, sanitarios, riego residencial, atención de incendios y lavado de vehículos.

Para la **generación de energía**, existen las siguientes alternativas:

- Generacion de biogas a partir de digestión anaeróbica de los lodos, los cuales requieren un pretratamiento para lograrlo.
- Sistemas combinando lodos y otros residuos orgánicos para generar biogás que puede suplir las necesidades energéticas de las plantas de tratamiento.

Según Siraj *et al.* (2018), la aplicación de los principios de la economía circular en el sector de agua y saneamiento básico resultaría en las siguientes iniciativas:

Figura 4.
Iniciativas circulares para el sector de agua y saneamiento básico



Eliminar desde el diseño el concepto de residuos

- ✓ Optimizar la cantidad de energía, minerales y químicos usados en la operación.
- ✓ Optimizar el consumo de agua de subcuenca.
- ✓ Utilizar soluciones que no requieran el uso de agua y tengan el mismo resultado.

Regenerar el capital natural

- ✓ Maximizar el caudal ecológico minimizando el uso para consumo y no consumo de agua.
- ✓ Preservar y mejorar el capital natural (restauración, prevención de contaminación y calidad del vertimientos).
- ✓ Asegurar disrupción mínima por uso de sistemas hídricos naturales.

Mantener los recursos en uso prolongado

- ✓ Optimizar el rendimiento de los recursos utilizados.
- ✓ Optimizar la extracción de recursos de los sistemas de acueducto y maximizar su reúso.
- ✓ Optimizar la generación de valor en la interfaz entre el sistema de acueducto y otros sistemas.

Fuente: adaptado de Siraj *et al.*, 2018.

4

METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DE LA HOJA DE RUTA

En esta sección se detalla la aproximación metodológica para construir la hoja de ruta. Esta consta de tres subsecciones. En la primera se detalla cómo se desarrolló el diagnóstico de circularidad y qué herramientas se aplicaron. En la segunda se describe el método de planeación estratégica que se utilizó para construir el proceso de formulación. Finalmente, en la tercera se presenta la teoría de cambio como herramienta aplicada para identificar los productos y las actividades necesarias para cumplir con los objetivos estratégicos.



4.1. Diagnóstico de circularidad
Página 30

4.2. Formulación participativa de la hoja de ruta
Página 34

4.3. Teoría del cambio
Página 36

4.4. Fases ejecutadas
Página 38

4.1.
Diagnóstico de circularidad

Según el estado de madurez de la transición hacia un modelo de negocio circular en la empresa, la evaluación de su desempeño puede requerir el uso de varias metodologías (Verstraeten-Jochemsen *et al.*, 2020). Para el caso específico de la EAAB E. S. P., que se encuentra en la etapa inicial o de preparación para su transición hacia prácticas circulares, se recomendó adoptar una metodología que:

- Permita realizar una medición de línea base (conocer el estado actual).
- Permita identificar oportunidades o brechas de circularidad.
- Genere indicadores para medir los aspectos físicos de la circularidad.
- Genere indicadores que midan el desempeño global de la empresa.
- Tenga un enfoque de cadena de valor.
- Se pueda implementar de manera independiente.
- Permitan su fácil comparación con otras empresas, metodologías o indicadores.
- Sean de fácil comunicación al interior y exterior de la empresa.
- Faciliten la transparencia en la documentación y los cálculos.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones, el diagnóstico de circularidad de la EAAB E. S. P. se realizó aplicando la metodología Circular Transition Indicators v3.0: Metrics for business, by business (CTI) desarrollada por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development, 2022). Esta se basa en una evaluación de los flujos de materiales, agua y energía dentro de los límites de la empresa, combinada con indicadores sobre la eficiencia y la eficacia de los recursos físicos, así como el valor económico y ambiental agregado por un modelo de circularidad. Bajo esta metodología se consideran cuatro enfoques o grupos de indicadores:

1. Cierre del ciclo, para medir la circularidad de materiales, agua y energía.
2. Optimización del ciclo, para evaluar la distribución y el avance de las medidas de recuperación y recirculación de las salidas, el contenido de materiales críticos en las entradas y la vida útil de los activos.
3. Valoración del ciclo, donde se relaciona la circularidad material con la generación de ingresos financieros para evaluar desacoplamiento (de los ingresos lineales) y productividad de los ingresos circulares.
4. Impacto del ciclo, con el objetivo de medir la huella ambiental de las entradas de la empresa.

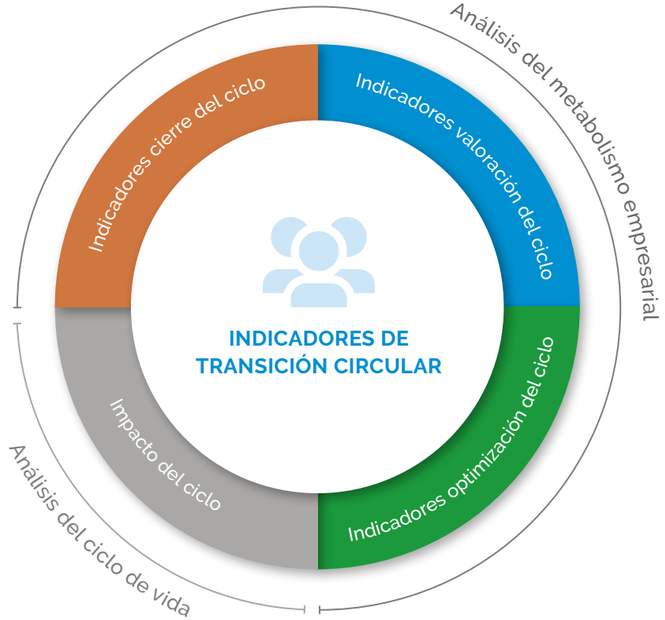
La metodología CTI consiste en los siguientes pasos:

- **Alcance:** determinar los límites del sistema de análisis.
- **Seleccionar:** escoger los indicadores a medir.
- **Recopilar:** identificar fuentes de información y recopilar datos.
- **Calcular:** realizar los cálculos (medir los indicadores).
- **Analizar:** interpretar los resultados.
- **Priorizar:** identificar oportunidades.
- **Aplicar:** planear y actuar.

Indicadores de circularidad

Para el diagnóstico se adoptaron todos los indicadores y el método de cálculo de los primeros tres grupos de la metodología CTI (cierre, optimización y valorización). Para los indicadores de impacto, se adoptaron los indicadores del método ReCiPe (Huijbregts *et al.*, 2017), calculados a través de la herramienta del análisis de ciclo de vida (ACV), con el objetivo de estudiar el impacto de la empresa de una manera más holística, más allá de la huella de carbono incluida en CTI (figura 5).

Figura 5.
Ilustración de la metodología para el diagnóstico de circularidad





La tabla 1 presenta la batería de indicadores seleccionada para el diagnóstico de circularidad de la EAAB E. S. P. en tres bloques distintos, así:

- **Indicadores KPI *(endpoint):*** buscan dar un diagnóstico final sobre el desempeño general de la empresa en diferentes áreas de la circularidad.
- **Indicadores intermedios *(midpoint):*** describen una situación específica respecto a los flujos de la empresa o una afectación al ambiente. Son la base para el cálculo de los indicadores KPI.
- **Indicadores base:** describen o expresan una condición, fracción o componente del indicador intermedio. Son la base para la estimación de los indicadores intermedios.

Nota sobre impactos ambientales: en la metodología ReCiPe (Huijbregts *et al.*, 2017) usada para el análisis de ciclo de vida, la huella de carbono y la huella hídrica no constituyen indicadores de impacto final "*endpoint*". Aquí se presentan a este nivel por considerarse indicadores esenciales para la EAAB E. S. P. En el caso de la huella de carbono, esta hace parte de la metodología CTI (World Business Council for Sustainable Development, 2022).

Tabla 1.
Indicadores propuestos para la evaluación de la circularidad en la EAAB E. S. P.

Grupo	Indicador KPI (*endpoint*)	Indicador intermedio (*midpoint*)	Indicador base
Cierre de ciclo	**Porcentaje de circularidad material**	Porcentaje de circularidad de las entradas	Porcentaje de material no virgen
			Porcentaje de material renovable
		Porcentaje de circularidad de las salidas	Porcentaje potencial de recuperación
			Porcentaje real de recuperación
	Porcentaje de circularidad de agua	Porcentaje de agua circular de entrada	
		Porcentaje de agua circular de salida	
	Porcentaje energía renovable		
Optimización del ciclo	**Porcentaje de materiales críticos**		
	Porcentaje de recuperación (por tipo)*	Porcentaje de extensión de vida útil	Porcentaje de reúso
			Porcentaje de restauración
			Porcentaje de remanufactura
		Porcentaje de reciclaje	
		Porcentaje de consumo (alimentos)	
		Porcentaje de consumo alternativo (alimentos)	
		Porcentaje de biodegradación (absorción de nutrientes)	
		Porcentaje de valorización energética (biogás/biomasa)	
	Porcentaje de vida útil		
	Recirculación de agua en sitio		
Valoración del ciclo	**Productividad material circular**		
	Ingresos circulares		
Impacto del ciclo	**Daño a la salud humana**	Cambio climático	
		Uso del agua	
		Agotamiento de ozono (estratosférico)	
		Radiación ionizante	
		Formación de partículas finas	
		Formación fotoquímica de oxidantes (ozono troposférico): salud humana	
		Formación fotoquímica de oxidantes (ozono troposférico): calidad de los ecosistemas	
	Daño a los ecosistemas	Acidificación terrestre	
		Eutrofización de agua dulce	
	Daño a la disponibilidad de recursos	Eutrofización marina	
		Toxicidad humana: cancerígena	
		Toxicidad humana: no cancerígena	
		Ecotoxicidad terrestre	
		Ecotoxicidad en agua dulce	
		Ecotoxicidad marina	
		Transformación del uso del suelo	
		Escasez de recursos minerales	
		Escasez de recursos fósiles	
	Huella de carbono	Cambio climático	
	Huella hídrica	Uso del agua	

*El porcentaje de recuperación (por tipo) —indicador KPI— es equivalente al porcentaje real de recuperación – indicador base. El primero se utiliza para describir la situación global de recuperación de materiales de la empresa. El segundo se utiliza respecto a cada material o producto (flujo) de salida.

Para la formulación de la hoja de ruta, se hizo una medición para los años 2019 – 2022 como línea de base. Esta información fue incorporada como parte de la fase de diagnóstico de la formulación.



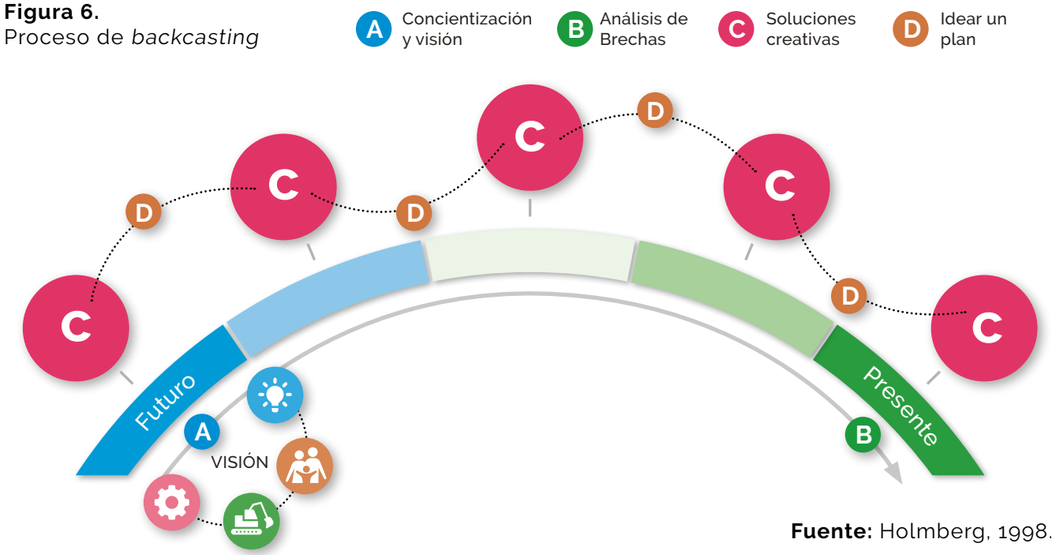
4.2. Formulación participativa de la hoja de ruta

Para elaborar la hoja de ruta, se propuso la implementación del enfoque denominado ABCD (Holmberg, 1998). Este incorpora el método *backcasting*, que usa un enfoque de retrospectiva desde el futuro, junto con una implementación sistemática y progresiva, manteniendo una visión a largo plazo (Holmberg & Robert, 2000; Robinson *et al.*, 2011).

El enfoque ABCD se resume en el siguiente diagrama y cuenta con cuatro pasos:

- **Conciencia y visión:** luego de entender y definir la sostenibilidad para las personas, las empresas, otras organizaciones y la sociedad, se crea una visión conjunta teniendo en cuenta los alcances del proyecto.
- **Análisis de línea base:** se define el punto de partida para entender luego la brecha entre lo que queremos llegar.
- **Soluciones creativas:** en esta fase es donde se desarrollan de manera participativa las soluciones innovadoras para cerrar la brecha en el tiempo teniendo en cuenta los recursos disponibles.
- **Idear un plan:** se enfoca en decidir las prioridades. Es decir, ¿qué debemos hacer y cuándo debemos hacerlo? ¿Cuáles son los primeros pasos y los "mangos bajitos" que traerán beneficios más rápidos? ¿Qué necesita una planificación a largo plazo?

Figura 6.
Proceso de *backcasting*



Fuente: Holmberg, 1998.

Cuadro 2.
Objetivos de la formulación participativa de la hoja de ruta

A partir de la revisión de las diferentes metodologías y experiencias en el desarrollo de estrategias y hojas de rutas relacionadas con economía circular, se propusieron los siguientes objetivos para el proceso:

- Identificar, involucrar y empoderar a las partes interesadas en el desarrollo de iniciativas de economía circular dentro de la empresa, con el fin de generar un sentido de pertenencia en una visión compartida de economía circular que permita construir una hoja de ruta elaborada, valida y aceptada por todos.
- Construir en conjunto con las partes interesadas el punto de partida o estado del arte de la empresa frente a la gestión de economía circular, y sensibilizarlas a estos actores sobre la importancia que tiene la economía circular frente a las diferentes gestiones de la empresa.
- Construir una visión de economía circular de la empresa, de acuerdo con el punto de partida encontrado entre todas las partes interesadas y mediante la validación y socialización de un diagnóstico de circularidad o potencial de circularidad de la empresa.
- Identificar las acciones necesarias para cerrar la brecha entre la visión y el punto de partida en dos periodos —2024-2028 y 2028-2035— identificando responsables y recursos necesarios. Lo anterior, a través de una serie de talleres participativos y didácticos con las partes interesadas.
- Contar con insumos para desarrollar una segunda fase que logre definir un plan de acción para la hoja de ruta, un piloto formulado en escala de prefactibilidad, un marco de monitoreo y un tablero de control para la hoja de ruta.

4.3. Teoría del cambio

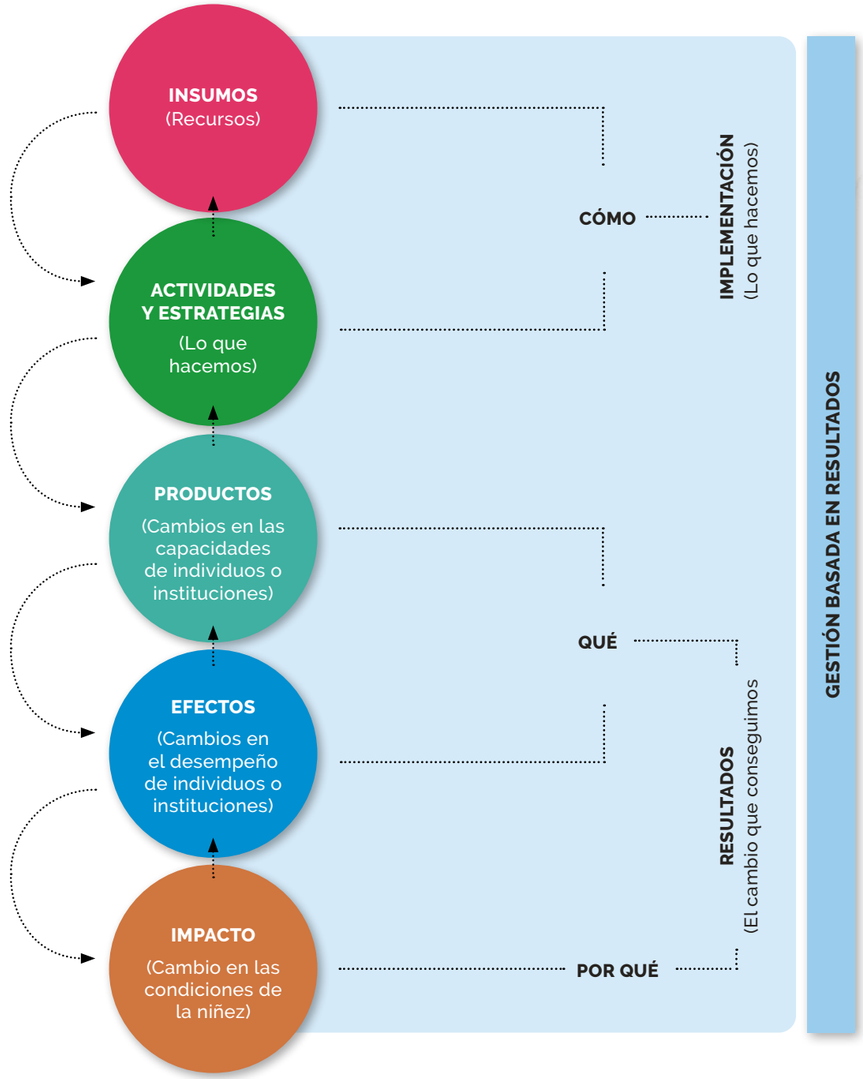
La teoría del cambio (TOC, por sus siglas en inglés [*theory of change*]) es una metodología que ayuda a comprender el impacto de las estrategias a largo plazo en áreas difíciles de medir, como la gobernanza, el fortalecimiento de capacidades y el desarrollo institucional. La TOC describe un conjunto de suposiciones que ayudan a entender las acciones y actividades que conducen a metas de largo plazo, y realiza conexiones entre un programa o estrategia con los resultados que deben ocurrir en cada paso del proceso (The Center for Theory of Change, s. f.).

La teoría responde al diseño de una secuencia de resultados que se espera que ocurran como consecuencia de unas intervenciones. Así, se busca realizar una estrategia de seguimiento y evaluación para rastrear si estos resultados se producen. Su implementación se resume en los siguientes seis pasos:

1. Identificar metas a largo plazo.
2. Retroceder y conectar las condiciones previas o los requisitos necesarios para lograr esas metas de largo plazo, y explicar por qué estas condiciones previas son necesarias y suficientes.
3. Identificar suposiciones básicas sobre el contexto.
4. Identificar las intervenciones que la iniciativa realizará para crear el cambio deseado.
5. Desarrollar indicadores para medir los resultados y evaluar así el desempeño de las iniciativas.
6. Presentar una narrativa para explicar la lógica de su iniciativa.

La figura 7 muestra un esquema para abordar la teoría. Aplicar esta herramienta metodológica no solo permitió identificar las actividades y estrategias que conforman el plan de acción, sino también reconocer los productos, resultados o efectos que se esperan en el desarrollo de la hoja de ruta.

Figura 7.
Teoría del cambio explicada a través de cadena de resultados



Fuente: tomado de UNICEF, 2017.

4.4.
Fases ejecutadas

El proceso de elaboración de la hoja de ruta de economía circular de la EAAB E. S. P. se diseñó en seis fases, como se muestra en la figura 8.

Figura 8.
Fases para la elaboración de la hoja de ruta



Fase 1: desarrollo de trabajo preparatorio

En esta fase se mapearon las metodologías disponibles para elaborar hojas de ruta de economía circular, así como casos de este tipo de iniciativas en el sector de servicios de acueducto y alcantarillado. Con base en esta revisión, se estructuró un plan de trabajo y se identificaron los recursos necesarios para desarrollar cada una de las fases.

Fase 2: análisis de la situación de partida

En esta fase se realizaron dos actividades principales:

- Identificación de las partes interesadas y sus roles. Se realizó también una sensibilización a las partes interesadas sobre economía circular y una evaluación perceptiva de estos actores frente a la economía circular y las gestiones de la empresa en esos temas.
- Identificación de política pública, normativa e iniciativas (externas e internas) relacionada con la economía circular.

De la caracterización de los grupos de interés de la empresa, se identificaron y priorizaron aquellos relevantes y estratégicos para ser consultados en la elaboración de la hoja de ruta, los cuales se presentan en la tabla 2.

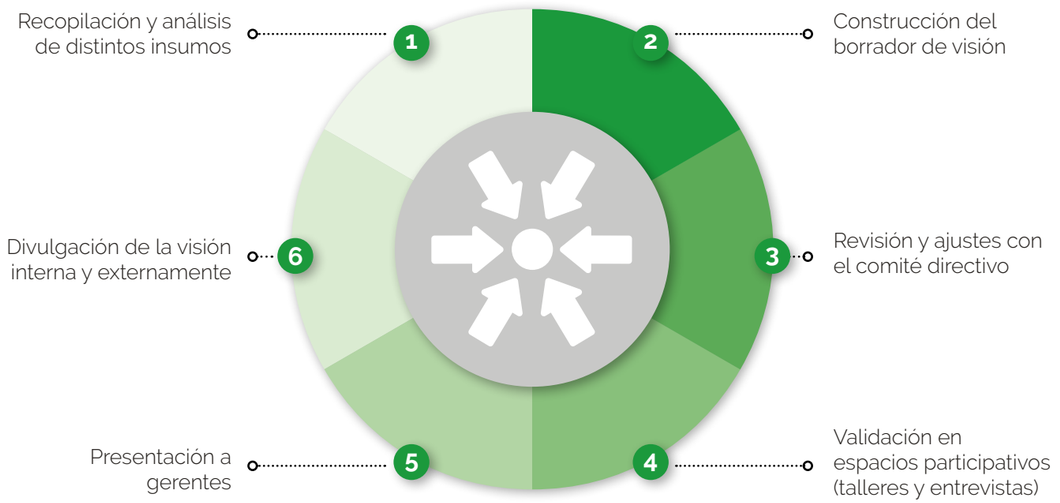
Tabla 2.
Grupos de Interés de la EAAB E. S. P. que se consultaron durante el proceso de elaboración de la hoja de ruta

Grupos de interés de la EAAB E. S. P.	Involucrados en la elaboración
Usuarios	
Comunidad	
Colaboradores	X
Proveedores	
Gobierno	X
Organizaciones	X
Medios de comunicación	
Academia e investigación	X

Fase 3: construcción de la visión

La visión es la meta de largo plazo donde se plasman las aspiraciones de todos los actores. Por lo tanto, esta se realizó de manera participativa recolectando la información de diferentes actores tanto internos como externos. Los pasos se pueden ver en la figura 9.

Figura 9.
Pasos para la elaboración de la visión

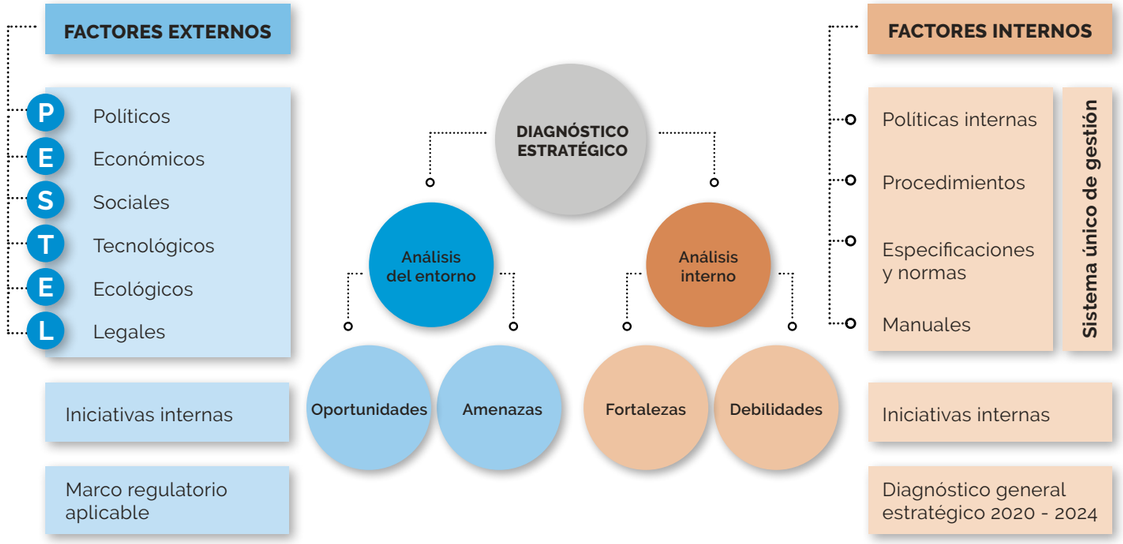


Fase 4: elaboración del diagnóstico estratégico

El diagnóstico estratégico le permitió a la empresa identificar la situación interna de partida respecto a la gestión de la economía circular y entender los cambios de su entorno, con el propósito de diseñar una estrategia corporativa que permita alcanzar su visión. La metodología para elaborar este diagnóstico se presenta en la figura 10.

El resultado final de este diagnóstico fue una matriz DOFA donde se identificaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, de ahí la sigla, con respecto a la visión de economía circular que acordó la empresa.

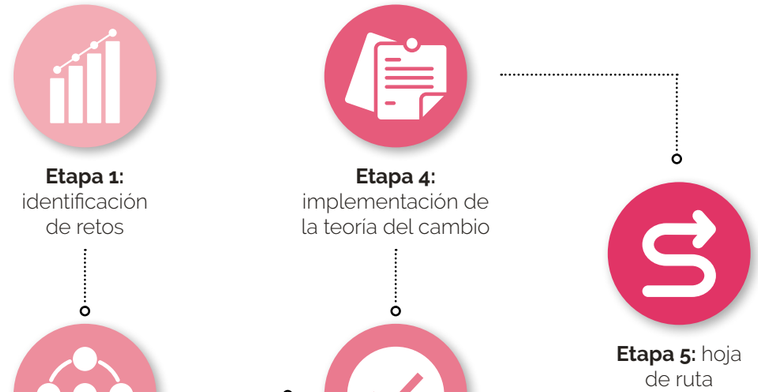
Figura 10.
Representación esquemática de la elaboración del diagnóstico estratégico



Fase 5: identificación de las acciones de la hoja de ruta

La identificación de las acciones de la hoja de ruta tuvo dos momentos. Un momento participativo, a través de un taller de identificación de acciones, y un segundo momento que incluyó un proceso analítico para identificar el camino del cambio requerido para lograr su visión. La elaboración de la hoja de ruta se abordó en cinco etapas (figura 11), y tomó en cuenta los resultados de los talleres y las validaciones de resultados preliminares con diferentes especialistas técnicos a través de reuniones y consultas por correo electrónico.

Figura 11.
Etapas para la construcción de la hoja de ruta



Con el fin de interactuar con las partes interesadas a lo largo de estas fases, se diseñaron diferentes espacios de participación:

- El Comité Directivo estuvo conformado por representantes de la Gerencia General, la Gerencia Corporativa Ambiental, la Gerencia Corporativa del Sistema Maestro, y la Gerencia Corporativa Planeamiento y Control. Esta instancia ofreció respaldo al proceso y los representantes brindaron un direccionamiento estratégico en los avances de cada una de las etapas del proceso de construcción.

- Los espacios de participación con expertos técnicos incluyeron talleres grupales de cocreación con metodologías *design thinking*, entrevistas semiestructuradas y una encuesta de percepción para toda la empresa. Los talleres y las entrevistas semiestructuradas se llevaron en casi todas las fases de la elaboración de la hoja de ruta, con el fin de validar resultados y hallazgos, así como para obtener información que no se encontraba en la documentación revisada.

Fase 6: aprobación y publicación

La hoja de ruta fue socializada con el Comité Directivo, los gerentes corporativos y el equipo del BID, quienes hicieron comentarios y recomendaciones que se incorporaron en esta publicación. Igualmente, la hoja de ruta se socializó con diferentes grupos de interés de la empresa para escuchar sus perspectivas e incorporarlas.

En las siguientes secciones se presentan los resultados de cada etapa del proceso de formulación estratégica.

5

VISIÓN Y DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DE LA HOJA DE RUTA

En esta sección se describen los resultados del proceso para diseñar la visión y elaborar el diagnóstico estratégico que alimentan la formulación estratégica.



5.1. Actores vinculados al proceso

Página 44

5.2. Visión de economía circular para la EAAB E. S. P.

Página 45

5.3. Diagnóstico de circularidad

Página 46

5.4. Diagnóstico estratégico

Página 58

5.1.
Actores vinculados al proceso

El proceso de elaboración de la hoja de ruta contó con la participación de actores internos y externos diversos, los cuales se relacionan en las tablas 3 y 4.

Tabla 3.
Actores consultados en el proceso de elaboración de la hoja de ruta

TIPO	Entidad
Organizaciones	Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones (Andesco) Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) CEMPRE Colombia ENEL ProBogotá Región Connect Bogotá Región
Gobierno nacional	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento (CRA) Departamento Nacional de Planeación (DNP) Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP)
Gobierno regional	Región Administrativa y de Planeación Especial (RAPE)
Gobierno distrital	Alcaldía Mayor de Bogotá Secretaría Distrital de Desarrollo Económico Secretaría Distrital de Hábitat Secretaría Distrital de Ambiente
Academia	Universidad Javeriana Universidad Nacional de Colombia Universidad de los Andes

Tabla 4.
Dependencias que acompañaron el proceso

Gerencias	Dependencias
Secretaría General	Dirección de Contratación y Compras Oficina Asesora de Imagen Corporativa y Comunicaciones
Gerencia Corporativa de Planeamiento y Control	Dirección de Gestión, Calidad y Procesos Dirección de Planeación y Control de Inversiones Dirección de Planeación y Control de Renta, Gastos y Costos Dirección de Planeación de Resultados Corporativos
Gerencia Corporativa de Gestión Humana y Administrativa	Dirección de Administración de Activos Fijos Dirección de Servicios Administrativos Dirección de Salud
Gerencia de Tecnología	Dirección de Ingeniería Especializada Dirección de Servicios de Electromecánica Dirección de Servicios Técnicos Dirección de Servicios de Informática Dirección de Información Técnica y Geográfica
Gerencia Corporativa del Sistema Maestro	Dirección de Abastecimiento Dirección de Red Matriz Acueducto Dirección de Red Troncal de Alcantarillado Dirección de Bienes Raíces
Gerencia Corporativa de Servicio al Cliente	Dirección de Gestión Comunitaria Dirección de Apoyo Técnico
Gerencia Corporativa Ambiental	Dirección de Saneamiento Ambiental Dirección de Gestión Ambiental del Sistema Hídrico

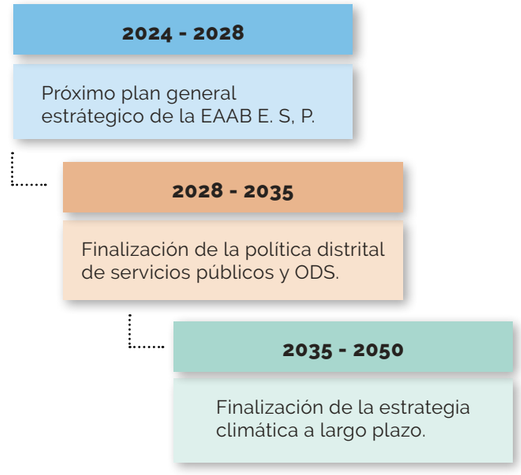
5.2.
Visión de economía circular para la EAAB E. S. P.

La visión para la hoja de ruta para avanzar hacia la gestión circular del servicio de agua potable y aguas residuales en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E. S. P. al 2050 es:

> "Para el 2050, la EAAB E. S. P. habrá mejorado la eficiencia en la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado en toda su cadena, extrayendo valor del agua residual tratada, los materiales y la energía que usa en sus procesos, regenerando sus activos naturales y promoviendo una cultura de la circularidad hacia adentro y hacia afuera".

La visión contempla tres períodos de implementación, que se ajustan con varias de estas iniciativas:

Figura 12.
Periodos de implementación de la visión



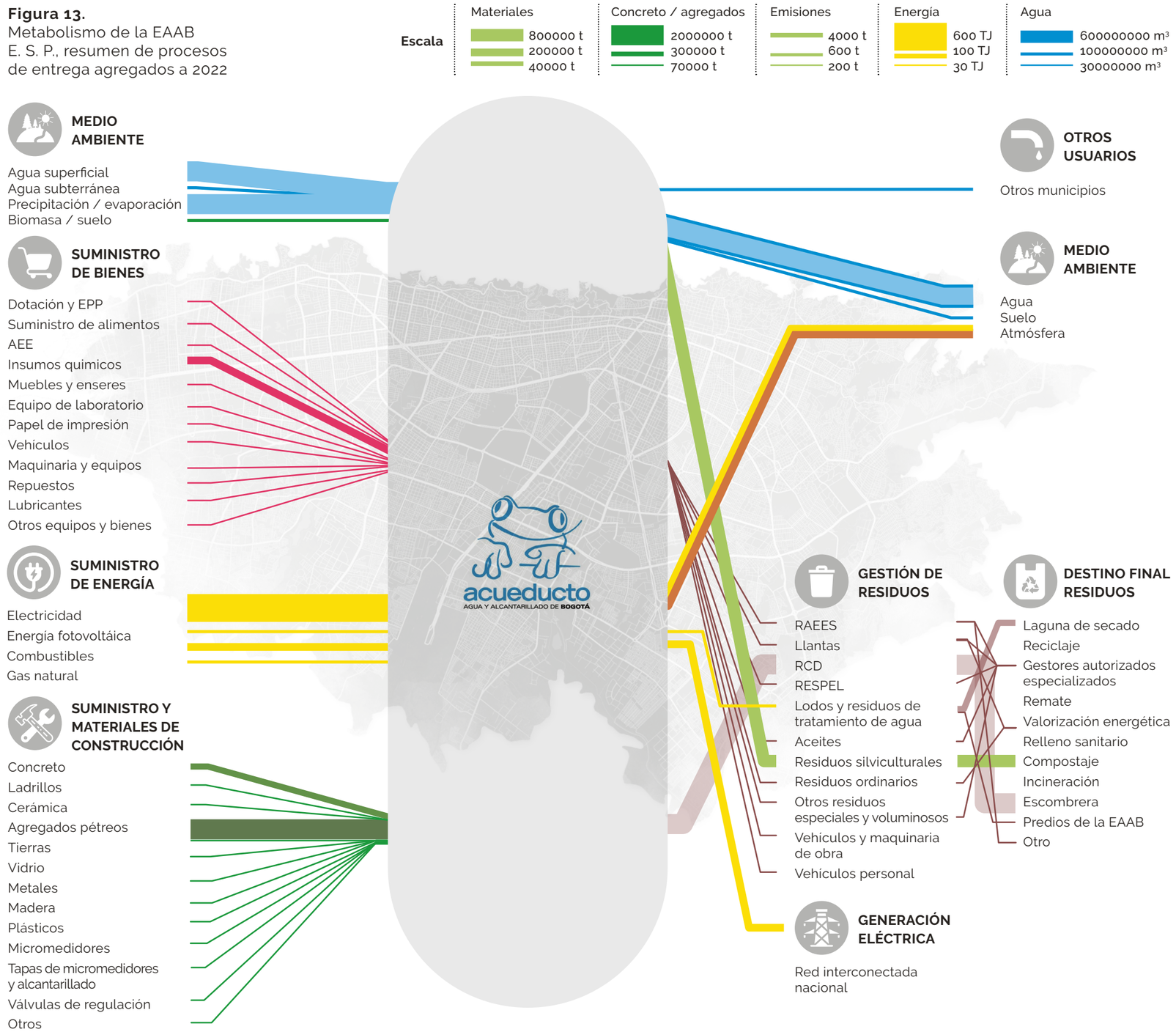
5.3. Diagnóstico de circularidad

El diagnóstico de circularidad se basa en la información recopilada sobre los años 2019-2022. A continuación se presentan los principales resultados del diagnóstico y las recomendaciones.

Análisis de flujo de materiales y ciclo de vida

El cálculo de los flujos se realizó a través de un modelo programado en Excel. La figura 13 presenta los resultados del modelo de flujos para el año 2022, utilizando un diagrama tipo Sankey elaborado en el *software* eSankey. Los demás diagramas de flujo para los años 2019, 2020 y 2021 se incluyen en los anexos.

Figura 13.
Metabolismo de la EAAB E. S. P., resumen de procesos de entrega agregados a 2022



Indicadores de circularidad

En la tabla 5 se presentan los resultados de la medición de los indicadores KPI de circularidad de la EAAB E. S. P. Los indicadores intermedios y de base se presentan y discuten en las siguientes subsecciones, donde se analizan los resultados KPI por grupo.

Tabla 5.
Indicadores *endpoint* 2019-2022

Grupo	Indicador	Unidades	Promedio	2019	2020	2021	2022
Cierre de ciclo	Porcentaje de circularidad material	%	1,18 %	1,50 %	1,99 %	0,54 %	0,68 %
	Porcentaje de circularidad de agua	%	72,78 %	74,24 %	74,66 %	67,93 %	74,29 %
	Porcentaje de energía renovable	%	75,50 %	75,50 %	76,91 %	77,17 %	72,43 %
Optimización del ciclo	Porcentaje de materiales críticos	%	1,18 %	1,02 %	1,40 %	1,13 %	1,15 %
	Porcentaje de recuperación por tipo	%	4,02 %	0,35 %	0,25 %	6,41 %	9,05 %
	Porcentaje de vida útil	%	105,67 %	111,54 %	109,30 %	100,26 %	101,56 %
	Recirculación de agua en sitio	N.° de usos	1,01	1,00	1,00	1,02	1,02
Valoración del ciclo	Productividad material circular	Miles de COP/ton	1025,02	830,92	772,56	1167,33	1329,27
	Ingresos circulares	Millones de COP	59 704,60	20 559,80	20 987,20	73 226,83	124 044,56
Impacto del ciclo	Daños a la salud humana	Años	1217,58	1320,73	2051,98	840,04	657,55
	Daños a los ecosistemas	Especies x año	2,39	2,70	3,17	2,06	1,64
	Daño a la disponibilidad de los recursos	Miles de USD (2013)	19 933,93	22 347,18	27 109,82	17 378,06	12 900,65
	Cambio climático	Miles de t de CO_2 al aire	259,93	288,54	361,96	220,84	168,41
	Uso del agua	Millones de m^3 de agua consumida	543,58	513,96	514,00	573,15	573,20

Fuente:
EAAB E. S. P., 2023.

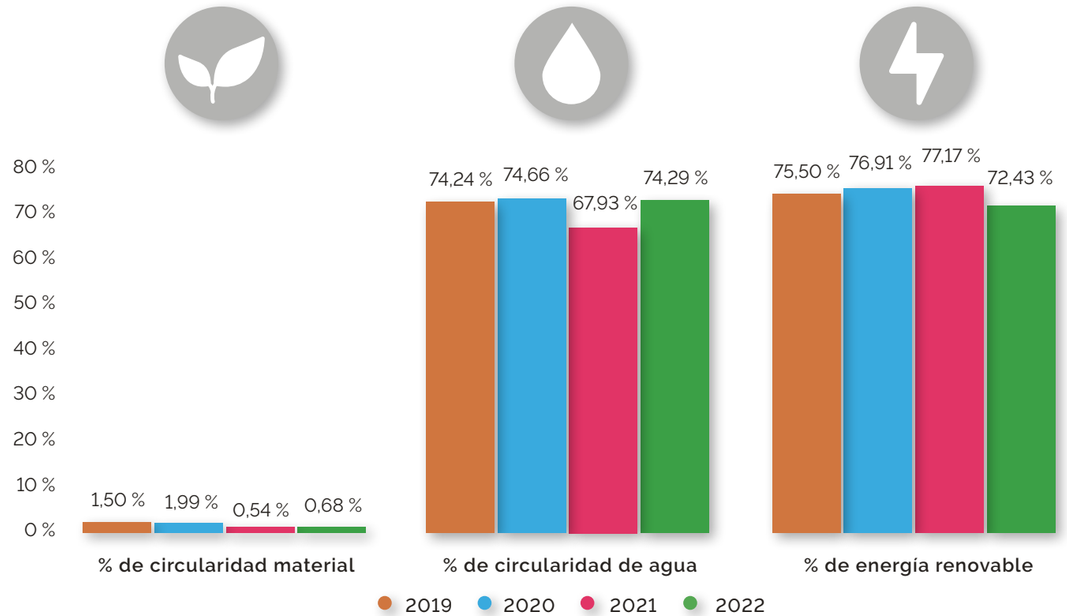
Cierre de ciclo

Los indicadores de cierre de ciclo incluyen el porcentaje de circularidad material, el porcentaje de circularidad de agua y el porcentaje de energía renovable. La circularidad promedio de los materiales para el periodo evaluado se mantuvo por debajo del 2 %, mostrando un comportamiento oscilatorio a lo largo de los años; ha subido en algunos y en otros ha bajado. La circularidad de las entradas materiales aumentó entre el 2019 y 2020 gracias al incremento en la siembra de árboles y césped. A partir de allí ha venido decreciendo, del 2 % en 2020 al 0,11 % en 2022. En general, para el periodo de evaluación, la circularidad media de las salidas materiales (4,49 %) fue mucho mayor que la circularidad media de las entradas materiales (0,94 %).

Entre los años 2019 y 2022 la circularidad promedio del agua fue del 73 %. En el año 2021 se observó una ligera reducción con respecto a los años anteriores, debido a una disminución en la circularidad de las salidas asociada a la restricción de caudal de ingreso a la PTAR Salitre por obras de construcción. Para el año 2022 se observa un incremento significativo en la circularidad de las salidas, gracias a un aumento considerable en el caudal tratado en la PTAR con respecto a los años anteriores.

Finalmente, la participación de energía renovable en el total de la energía consumida por la empresa fue en promedio de 76 %. Entre los años 2019 a 2021 se observó un aumento progresivo en el valor de este indicador, llegando a posicionarse en 77,2 %. Para el año 2022 se reportó una disminución a 72,4 %, que estuvo asociada a la disminución del consumo de energía eléctrica —la cual tiene una alta participación de renovables— por la reducción del caudal de entrada a la PTAR Salitre. También, se debió a un aumento en el consumo de combustibles fósiles vinculado a la normalización de las actividades laborales de la empresa por la culminación de la medida sanitaria asociada a la pandemia de COVID-19.

Figura 14.
Indicadores de circularidad material entre 2019-2022



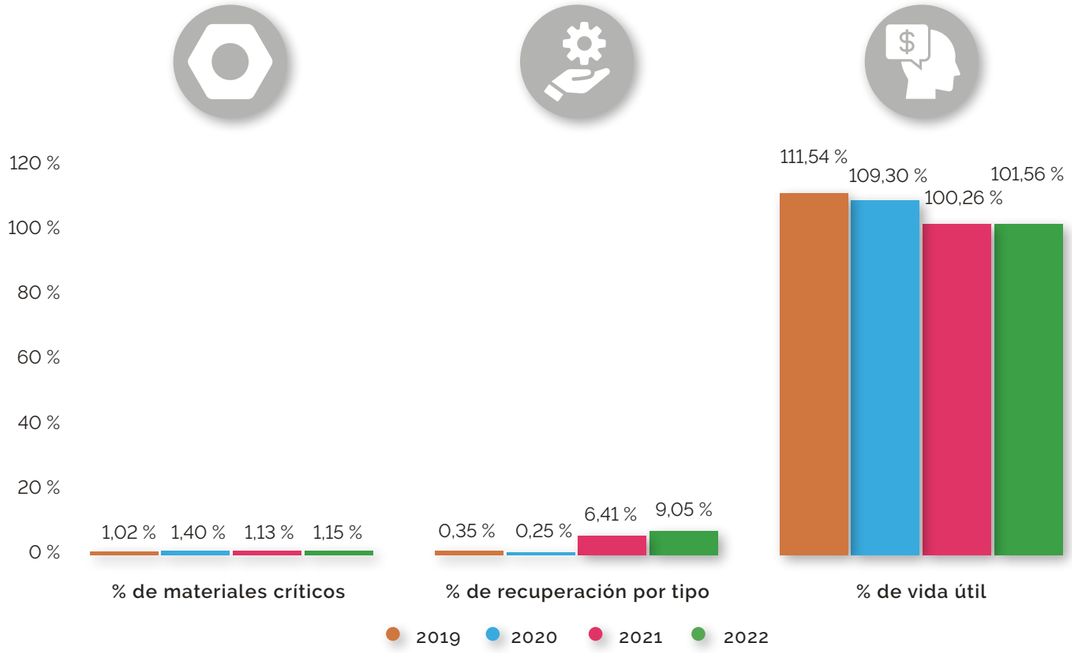
Optimización del ciclo

El contenido de materiales críticos en las entradas promedió en 1,18 % para el periodo estudiado. Se observó que el valor de este indicador varía año a año en función de las compras y adquisiciones que realiza la empresa. De manera general, los bienes de consumo y los materiales de construcción son los principales responsables de la demanda de materiales críticos. En los años 2021 y 2022 los bienes de consumo han cobrado mayor relevancia, siendo los químicos de potabilización los principales responsables del segmento. Por el lado de los materiales de construcción, la mayor demanda de materiales críticos está asociada a la cadena de valor del acero consumido por la EAAB E. S. P.

La recuperación de las salidas (o residuos) promedió cerca del 4 % entre los años 2019 y 2022. Sin embargo, es de resaltar que en este periodo el indicador creció del 0,35 % en 2019 al 9,05 % en 2022. Este drástico crecimiento obedeció a la incorporación de nuevos flujos (residuos de podas y mantenimiento de humedales) que se recuperan a través de procesos de biodegradación (compostaje semicontrolado).

La vida útil promedio de los activos durante el periodo estudiado fue aproximadamente 106 % con respecto a la vida útil de referencia en la industria. El valor del indicador varía en función de las compras y las bajas de activos que realiza la empresa cada año. En general, se ha observado una tendencia a la baja en el indicador, es decir que la vida útil promedio de los activos ha disminuido, indicando un proceso de renovación que no afecta significativamente el desempeño de circularidad.

Figura 15.
Indicadores de optimización del ciclo 2019-2022

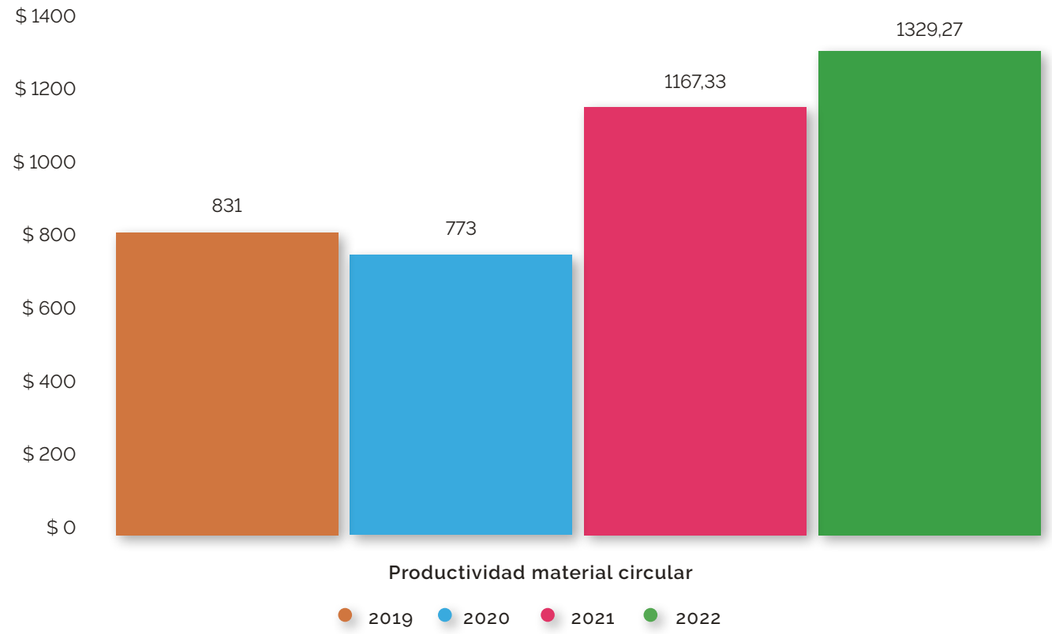


Finalmente, el valor promedio de la recirculación de agua *in situ* fue 1,01 (cada litro de agua consumido por la empresa fue utilizado 1,01 veces). El indicador pasó de un valor de uno en 2019 y 2020 a 1,02 en 2021 y 2022, gracias a la puesta en marcha del sistema de recirculación de agua de lavado de filtros (y residual doméstica) de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) El Dorado.

Valoración del ciclo

La productividad material circular registró un promedio anual cercano a un millón de pesos por cada tonelada material lineal de entrada. El indicador ha registrado una tendencia al alza en los últimos tres años, pasando de 772 000 pesos en 2020 a 1,3 millones de pesos en 2022, evidenciando un desacoplamiento de los materiales lineas en la generación de ingresos de la empresa. Dos factores han contribuido al comportamiento del indicador: un incremento en los ingresos corrientes seguido de una ligera disminución en la masa de entradas lineales.

Figura 16.
Productividad del material circular en miles de pesos



Los ingresos circulares de la empresa promediaron cerca de los 60 millones de pesos anuales, pasando de alrededor de 21 millones en 2019 y 2020 a 124 millones en 2022, lo que representa el 5,22 % de los ingresos de la empresa. A pesar de que hubo una disminución en la circularidad material de la empresa, los ingresos circulares aumentaron, siguiendo el aumento en los ingresos corrientes de la empresa, cuya tasa de crecimiento fue superior a la tasa de disminución de la circularidad material.

Impacto del ciclo

En general, los impactos ambientales del ciclo de vida de las entradas a la empresa han disminuido a lo largo del periodo estudiado, salvo por el año 2020 donde se registró un incremento con respecto al año 2019. Entre los años 2019 y 2022, se registraron reducciones en los impactos de entre el 40 % y el 50 %, excepto por la huella hídrica que registró un incremento del 11 %. La huella de carbono de las entradas disminuyó un 41,6 %. Estas reducciones se explican principalmente por la disminución en el consumo de materiales de construcción en los años 2021 y 2022.

Figura 17.
Ingresos circulares en millones de pesos

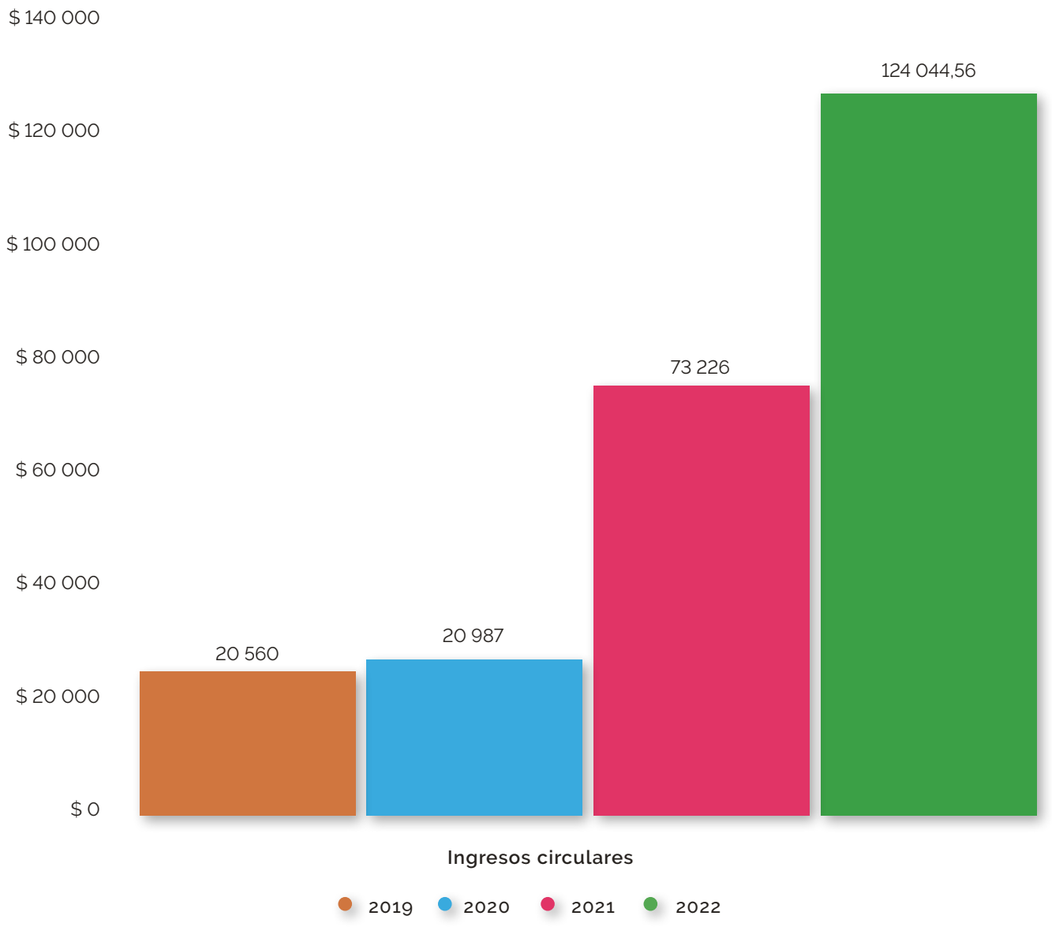
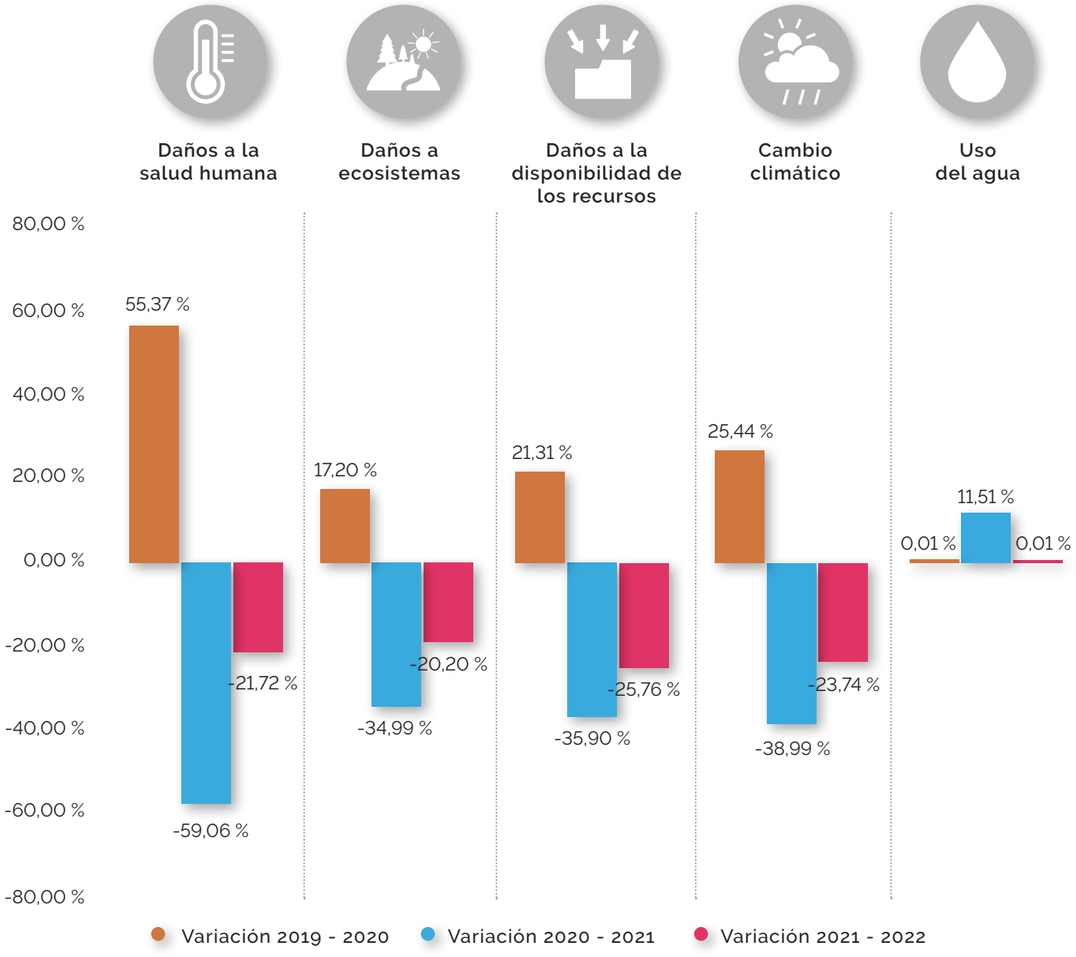


Figura 18.
Variación de los impactos ambientales de las entradas del metabolismo entre 2019-2022



Con respecto al 2019, en el 2022 se registró una reducción cercana al 29 % en el consumo de materiales de construcción y del 38 % en el consumo de bienes. Esto demuestra lo significativo que es reducir el consumo de estos materiales o sustituirlos por alternativas más sostenibles, considerando su impacto ambiental más allá de su relevancia en la circularidad material. De maneral general, en el 2022 se consumieron casi 30 % menos materiales que en el 2019; sin embargo, la huella ambiental, como ya se mencionó, disminuyó más allá del 40 %. Las contribuciones a los impactos ambientales de la empresa generados por sus consumos provienen principalmente de los materiales de construcción, seguidos por los bienes de consumo y, en tercer lugar, por la demanda de energía (figuras 19, 20 y 21).

Figura 19.
Contribución por grupo de entrada a los impactos a la salud

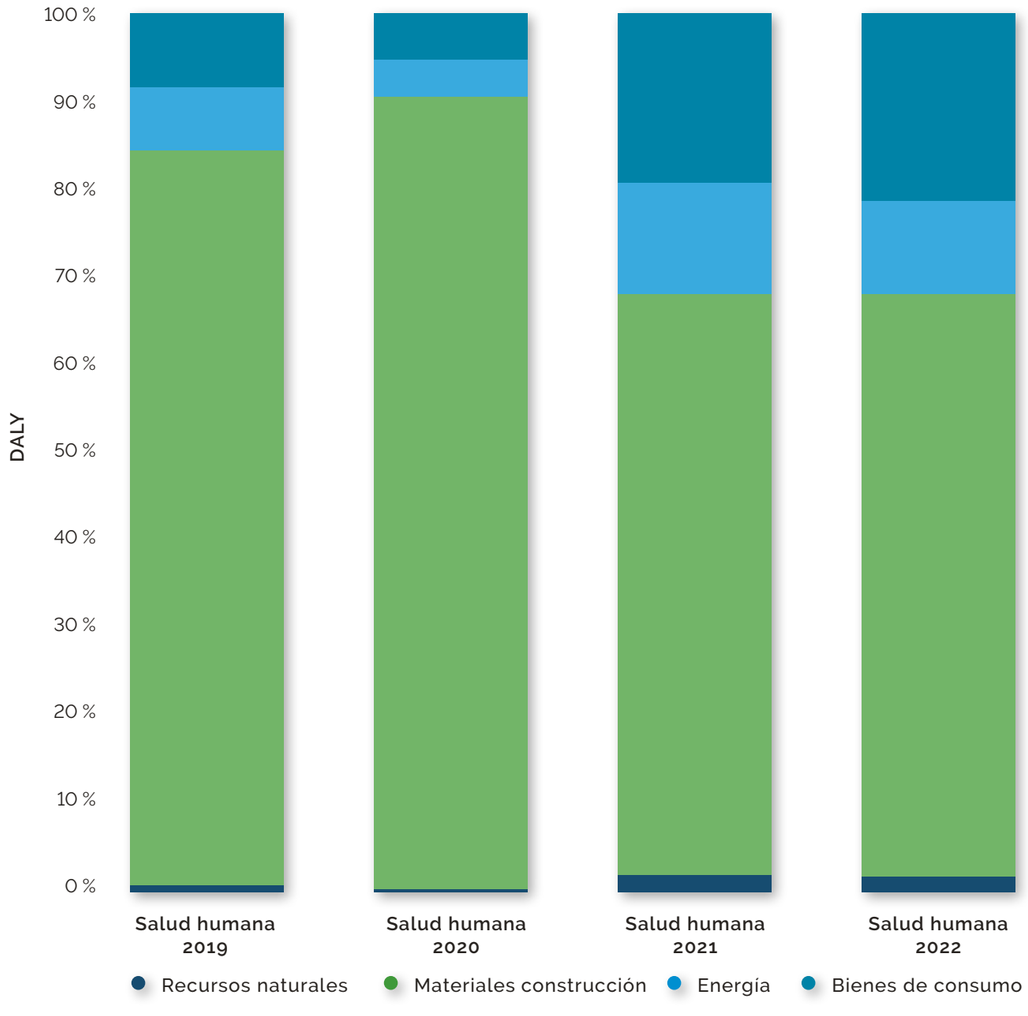


Figura 20.
Contribución por grupo de entrada a los impactos a los ecosistemas

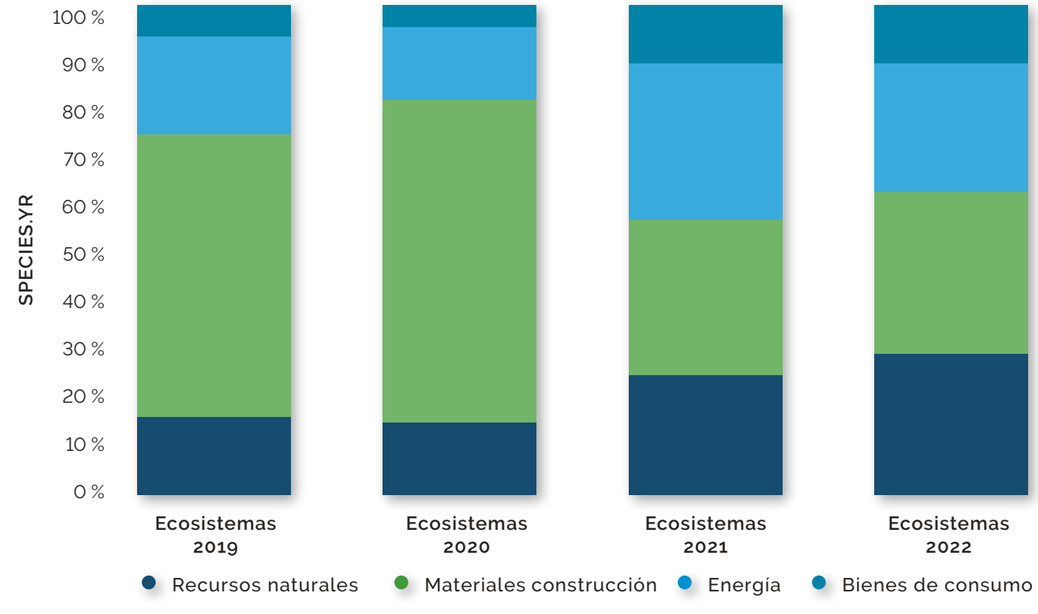
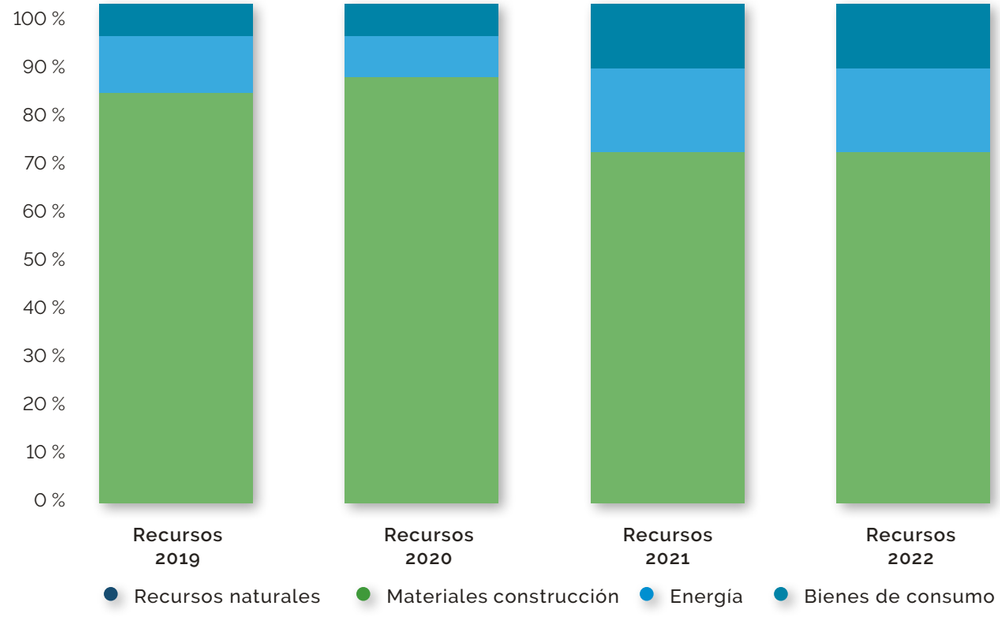


Figura 21.
Contribución por grupo de entrada a los impactos a los recursos naturales



Potencial de circularidad

En esta sección se identifican los aspectos claves que le permitirán a la EAAB E. S. P. avanzar hacia un modelo de gestión circular, con base en el análisis de circularidad 2019-2022 que alimenta la formulación de la hoja de ruta.

Cierre de ciclo

La mayor cantidad de material saliente, cerca del 75 %, corresponde a residuos de construcción y demolición (RCD), principalmente de las obras ejecutadas por externos. En la actualidad no se realiza ningún tipo de recuperación de estos residuos, por lo que es aquí donde están la mayor brecha de circularidad material y, a su vez, las mayores oportunidades de impacto, si se priorizan estrategias enfocadas a garantizar un adecuado aprovechamiento de los RCD en los contratos de obra. Por esto, las acciones de circularidad de la empresa deben apuntar a aumentar el uso de entradas circulares, recuperar las salidas, mejorar la calidad del agua que sale del sistema, promover el reúso del agua tratada y promover el consumo de la energía producida en la operación.

La segunda oportunidad relevante para cerrar la brecha de circularidad de las salidas materiales es garantizar un adecuado aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en las actividades de poda de árboles, corte de césped y mantenimiento del sistema hídrico urbano de la ciudad. Las estrategias orientadas a mejorar la circularidad en otros grupos de materiales consumidos (ej. químicos de potabilización, muebles y enseres, etc.) y en otros grupos de materiales de salida (ej. residuos ordinarios o especiales) tendrán un efecto marginal en la mejora de este indicador en la empresa; sin embargo, pueden contribuir a mejorar otros índices de optimización y/o impacto del ciclo.

A corto plazo, las oportunidades para mejorar el índice de circularidad de las entradas de agua se deben centrar en la captación de las fuentes hídricas que pertenecen a la cuenca del río Bogotá. A largo plazo, se debe buscar reemplazar gradualmente la demanda del sistema Chingaza por fuentes alternativas, como aguas lluvias o agua residual tratada recirculada. La empresa —como usuario o consumidor de agua para el lavado de filtros en PTAP, así como sus funciones administrativas— tiene el reto de escalar y normalizar la recirculación de agua *in situ* como una estrategia de circularidad. La entrada en operación del sistema de recirculación de agua de filtros en la PTAP El Dorado en el año 2021 representó una recirculación del 2 % del agua utilizada por la empresa durante ese año.

En términos de energía renovable, la empresa resulta beneficiada por la alta participación de energía hidroeléctrica en la red nacional eléctrica. La brecha de circularidad existe por el uso de combustibles fósiles, principalmente para el transporte de personal. En este sentido, las principales oportunidades residen en desarrollar estrategias que permitan priorizar el uso de biocombustibles por encima de combustibles convencionales para la flota vehicular actual, así como priorizar la compra de vehículos eléctricos en los procesos de renovación o adquisición de nueva flota. A mediano y largo plazo, la empresa podría acercarse a un 100 % de consumo de energías renovables complementando las estrategias anteriores con medidas de autoabastecimiento, a través de la expansión de sistemas de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) y el uso total y eficiente del biogás generado en PTAR.

Optimización del ciclo

La demanda de materiales críticos en la empresa está asociada principalmente a las cadenas de valor de los químicos de potabilización y el acero utilizados. Por esta razón, desarrollar acciones para garantizar la provisión de estos insumos por fuentes con altos estándares de producción sostenible genera los mayores efectos sobre el cierre de la brecha de circularidad material crítica. Adicionalmente, buscar sustitutos o fuentes de producción limpia para el aluminio también puede contribuir a disminuir la demanda de elementos críticos, por tratarse de un metal cuya producción es altamente exigente en estos elementos.

Si bien se evidencia una buena gestión de la vida útil de los activos de la empresa, excediendo en muchos casos (como vehículos del personal, muebles y enseres, equipos y herramientas de construcción, y equipos de telecomunicaciones y laboratorio) la vida promedio registrada por la industria en la literatura, aún existen oportunidades de mejora. Principalmente, se debe garantizar que los vehículos pesados y la maquinaria de obra logren cumplir con la vida útil esperada, ya que actualmente se encuentra por debajo y su vida media ha venido disminuyendo a lo largo de los años.

Valoración del ciclo

En medida que aumente la cantidad de materiales circulares utilizados en la operación de la empresa, el indicador de productividad material circular crecerá y, de igual manera, los ingresos circulares también aumentarán.

Impacto del ciclo

Disminuir el consumo de materiales de construcción y bienes de consumo serían las prácticas más efectivas para disminuir la huella ambiental de la empresa. En este sentido, las oportunidades de circularidad residen en optimizar los diseños de las obras, buscando minimizar el consumo de materiales, y el uso y la compra de activos de la empresa. La transición a fuentes de energía está en tercer lugar dentro de las estrategias que se pueden utilizar para disminuir los impactos. Adicionalmente, la empresa debe promover estrategias orientadas a garantizar compras sostenibles, principalmente de aquellos insumos con baja huella ambiental, lo cual redunda, además, en los indicadores de circularidad material y la optimización del ciclo de la empresa.



5.4. Diagnóstico estratégico

El diagnóstico estratégico permitió entender el punto de partida de la empresa desde donde se piensa llegar a la visión definida. El proceso para hacer el análisis interno incluyó la revisión de manuales, iniciativas y políticas internas, especificaciones, y normas y procedimientos. Para el análisis externo, se mapearon iniciativas externas y normativas relacionadas, y se consultaron varias fuentes de información que permitieron identificar los factores externos relevantes.

A continuación se presentan los principales hallazgos tanto del análisis interno (fortalezas y debilidades) como del análisis externo (oportunidades y amenazas).

Fortalezas

- ✓ Existen procesos y procedimientos para la innovación y el mejoramiento continuo que pueden impulsar la transición hacia un modelo de gestión circular (como la política de conocimiento y la innovación y la política de normalización técnica).
- ✓ La empresa viene implementando su sistema de gestión ambiental, que incorpora la estrategia de circularidad como insumo para la formulación de programas.
- ✓ Existen criterios internos para el diseño y la construcción de soluciones de bajo impacto asociados a la gestión del agua, como, por ejemplo, los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS).
- ✓ La empresa ha sido pionera en el aprovechamiento energético del agua, a través de la construcción y operación de pequeñas centrales hidroeléctricas (Santa Ana, Suba, Usaquén).
- ✓ La empresa cuenta con un Plan Maestro de Energía (PME) que reconoce el potencial de aprovechar los subproductos asociados a la prestación del servicio en la generación de energía.
- ✓ La empresa viene realizando el fortalecimiento de capacidades en economía circular de funcionarios y contratistas a través de conferencias, cursos y proyectos piloto.
- ✓ La empresa cuenta con el primer diagnóstico de circularidad en temas de materiales, agua y energía.
- ✓ La empresa viene identificando casos de negocio para aprovechar flujos claves de materiales, agua y energía que contribuyan a mejorar circularidad.
- ✓ La empresa ha logrado avances significativos en telemetría y gestión de pérdidas de agua.
- ✓ La alta dirección ha hecho una apuesta estratégica por la sostenibilidad, que se traduce en inversiones para lograr la carbono neutralidad y el aprovechamiento de biosólidos.
- ✓ La empresa cuenta con el apoyo de banca multilateral y otros actores estratégicos para avanzar hacia un modelo de gestión circular.
- ✓ La empresa cuenta con un plan de gestión de lodos que identifica oportunidades para el aprovechamiento.
- ✓ El diseño de la PTAR Canoas incorpora criterios de circularidad para el aprovechamiento del biogás y los biosólidos.

Debilidades

- La empresa tiene retos significativos frente a la sistematización de información.
- Se identificaron procedimientos que no están alineados con la visión, lo que impide que la gestión de la empresa sea circular.
- La norma y los documentos relacionados con el manejo del impacto ambiental y urbano de las obras internas y contratadas con terceros no están alineados con la economía circular. (p. ej. el manual de manejo de impacto ambiental y urbano).
- La normatividad para la adquisición de productos no contempla de manera explícita prácticas e indicadores de sostenibilidad y circularidad en los productos que adquiere la empresa (p. ej. la norma “Criterios para la evaluación de la conformidad de los productos que adquiere la EAAB E. S. P.”).
- Las normas para desarrollar y madurar proyectos no incorporan criterios de circularidad en las etapas tempranas del ciclo de maduración (p. ej. la norma “Modelo de maduración y gestión de proyectos”).
- Ausencia de criterios de circularidad y sostenibilidad en el manual de contratación.
- Poca ambición en los resultados a corto plazo del Plan de Gestión de Lodos.
- Los procedimientos para incorporar recursos destinados a ejecutar pilotos de innovación de fuentes externas son complejos y generan demoras en la ejecución.
- La transferencia de conocimiento al interior de la empresa es intermitente y su metodología se basa en enfoques rígidos de tipo magistral.
- La gestión administrativa se apoya principalmente en contratos de prestación de servicios, comprometiendo la continuidad de las iniciativas.
- No existen procesos formalizados de transferencia de conocimiento.
- La alta dirección tiene ciclos cortos de alrededor de cuatro años, debido a su dependencia en el ciclo político de la ciudad.
- La implementación de procesos de innovación al interior de la empresa no es una práctica establecida, lo que genera resistencia.
- Los trabajadores oficiales de planta tienen poca disponibilidad de tiempo para asumir nuevas actividades y responsabilidades.
- La empresa tiene muchos indicadores; sin embargo, un número significativo de ellos no sirve por la forma como fueron construidos, ya que miden aspectos que no son relevantes para el cambio transformacional que se quiere dar a mediano y largo plazo.

Oportunidades

- ✓ La implementación del marco normativo nacional y territorial de economía circular, ODS y cambio climático genera recursos, cooperación técnica e incentivos a empresas.
- ✓ Hay un nuevo marco legal en materia de fuentes de energía no convencionales y energía renovable (FNCER) y transición energética ofrece alternativas económicas y técnicas en la autogeneración de energía.
- ✓ La nueva política distrital de servicios públicos y de economía circular facilita el avance de todas las entidades del distrito hacia el modelo de economía circular.
- ✓ La creación del Distrito de Ciencia y Tecnología e Innovación de Bogotá permite espacios de innovación para problemáticas de la ciudad y la región.
- ✓ El plan de ordenamiento territorial 555 del 2021 tiene un enfoque ambiental, orientado al reverdecimiento de la ciudad y a la mitigación y adaptación al cambio climático (artículo 17).
- ✓ La conformación de la región metropolitana Bogotá-Cundinamarca trae una nueva visión de la región-ciudad.
- ✓ Los impuestos al carbono y al plástico de un solo uso ofrecen posibilidades para acelerar estrategias de economía circular.

- Existen beneficios e incentivos tributarios a proyectos de I+D+i y oportunidades para el apalancamiento de recursos concesionales a través de banca multilateral.
- La nueva taxonomía verde de Colombia canaliza eficientemente los recursos hacia la descarbonización y hacia una economía más sostenible.
- Hay vía libre para la autogeneración eléctrica.
- La plataforma multiactor Bogotá Circular permite la identificación y consolidación de alianzas con los sectores público, privado y de cooperación internacional.
- Cambio de gobierno distrital y formulación de un nuevo Plan Distrital de Desarrollo.
- El Gobierno nacional priorizó la economía circular como un eje de acción del sector ambiental en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.
- La Comisión de Regulación de Acueducto tiene interés en integrar perspectivas de economía circular dentro de la regulación y el nuevo marco tarifario.

Amenazas

- Incertidumbre por cambios de gobierno que amenaza la permanencia de los proyectos.
- La recesión económica y la inflación pueden encarecer los materiales e insumos y, por lo tanto, las operaciones de la empresa.
- El clima de opinión y percepción de los ciudadanos es desfavorable hacia la gestión pública.
- Una población cada vez mayor representa desafíos para introducir cambios de comportamiento y culturales.
- Alta urbanización formal e informalidad en la ciudad que amenaza la eficiencia del sistema de acueducto y alcantarillado.
- Falta de gobernanza del agua y medio ambiente con visión integral, tanto a nivel regional como nacional.
- Incremento del riesgo de escasez hídrica y aumento de las inundaciones por cambios extremos en el clima.
- La infraestructura y los cambios en el uso de suelo han generado impactos en el ciclo del agua y la vulnerabilidad hídrica de la región.
- Incertidumbre sobre actualizaciones en la normativa nacional y distrital relacionada con biosólidos, reúso de agua y aprovechamiento de RCD.
- Las normativas distritales sobre silvicultura, suelos y arbolado urbano están desalineadas y no tienen criterios de economía circular.

Brechas

- Falta información técnica sistematizada y periódica que apoye la toma de decisiones estratégicas alrededor de la economía circular.
- Dificultad para lograr la articulación y el trabajo coordinado entre áreas clave para implementar iniciativas de economía circular.
- Los procedimientos, las normas, las especificaciones técnicas y los manuales de operación clave de la empresa no incluyen criterios de circularidad que permitan la implementación de modelos de gestión y operación circular.
- El personal de la empresa, tanto operativo como administrativo, no cuenta con conocimientos y capacidades para identificar e implementar modelos de gestión y operación circular.
- La innovación al interior de la EAAB E. S. P. no cuenta con recursos humanos y financieros suficientes para desarrollar procesos exitosos.
- La gestión ambiental al interior de la empresa no cuenta con recursos significativos para realizar una gestión integral de proyectos y actividades.
- El marco tarifario no incluye criterios de economía circular.
- Los procesos de adquisición y contratación en la empresa no integran consideraciones de economía circular.
- Hay pocas iniciativas internas para ejecutar proyectos de innovación asociados a la economía circular.

Estas brechas fueron utilizadas como insumo en el proceso de formulación estratégica para alcanzar la visión de economía de circular de la EAAB E. S. P., en conjunto con los resultados del diagnóstico de circularidad. En la siguiente sección se presentan los objetivos, resultados, productos y las actividades identificadas que permitirán atender dichos retos y avanzar hacia la visión.



6

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, EFECTOS, PRODUCTOS Y ACCIONES

La definición estratégica de la hoja de ruta de economía circular se hizo utilizando la teoría del cambio como metodología de formulación. El proceso inició con los siguientes supuestos:

1. La economía circular es un modelo para la gestión de los servicios de acueducto y alcantarillado que ofrece oportunidades para reducir costos, aumentar ingresos y minimizar impactos ambientales.
2. La EAAB E. S. P. tiene oportunidades para moverse hacia un modelo de economía circular en la gestión de los servicios de acueducto y alcantarillado.
3. La EAAB E. S. P. necesita crear y desarrollar capacidades para transitar hacia un modelo de economía circular, para aprovechar las ventajas que le ofrece a corto, mediano y largo plazo.

6.1. Objetivos y metas de largo plazo

Página 64

6.2. Actividades por objetivo estratégico

Página 70

6.1.
Objetivos y metas de largo plazo

La construcción de la teoría del cambio se llevó a cabo por periodos de implementación de la siguiente forma:

- En el primer periodo de implementación (2024-2028) se detallan actividades para lograr los productos.
- En el segundo periodo de implementación (2028-2035) se identifican acciones gruesas o estratégicas que deben programarse o priorizarse para este periodo. Sin embargo, muchas acciones nuevas pueden resultar del primer periodo de implementación que no se pueden identificar en esta etapa.
- En el último periodo de implementación (2035-2050) se propone hacer una revisión detallada de la implementación de la hoja de ruta, las estrategias y logros alcanzados. Se deberá volver a establecer objetivos a corto mediano y largo plazo para abordar los que no hayan sido implementados, y evaluar nuevas tecnologías y aproximaciones que haya en la materia para ese entonces.

Con base en el diagnóstico de circularidad y el diagnóstico estratégico, y aplicando la teoría del cambio, se identificaron los siguientes objetivos a largo plazo:

- **OLP 1:** mejorar la eficiencia en las operaciones de la empresa para lograr el 50 % de circularidad en los materiales.
- **OPL 2:** incrementar el abastecimiento energético de las operaciones a partir de fuentes no convencionales y energía renovable para lograr el 100 % de circularidad de energía.
- **OLP 3:** mejorar la eficiencia en las operaciones de la empresa para alcanzar el 100 % de circularidad de agua.

Estos objetivos se construyeron tomando insumos del diagnóstico estratégico, el diagnóstico de circularidad y el diagnóstico del sector presentado por el CONPES 4004. Se identificaron tres OLP que responden a problemas de flujo de energía, flujo de agua y flujo de materiales. Estos se presentan en las figuras 22, 23 y 24.

Figura 22.
OLP 1 relacionado con flujos de materiales

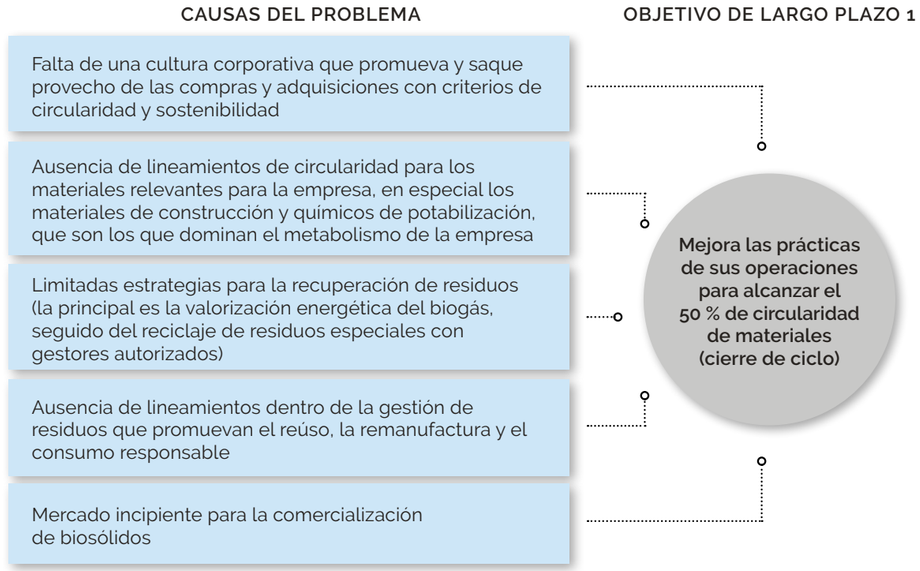


Figura 23.
OLP 2 relacionado con flujos de energía

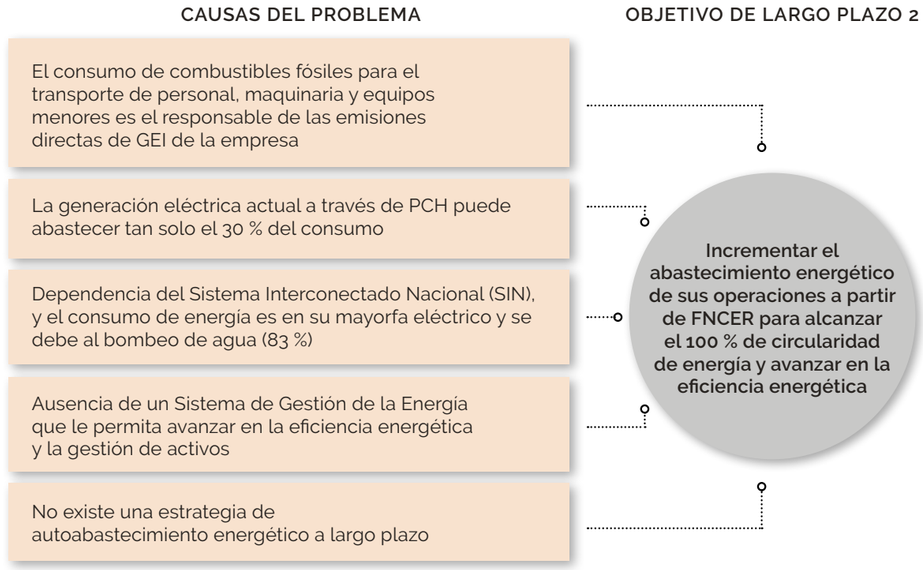
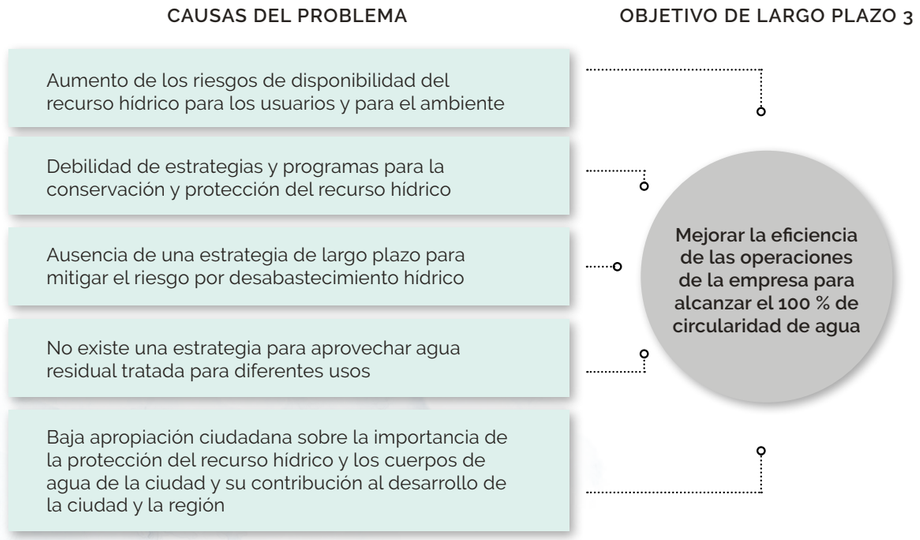


Figura 24.
OLP 3 relacionado con flujos de agua





A través de un proceso iterativo se identificaron las condiciones previas o los requisitos necesarios para lograr esas metas a largo plazo. Estas se expresaron a través de efectos o resultados, con productos asociados a cada uno de estos efectos o resultados. Esto se hizo para el primer y segundo periodo de implementación, con el fin de entender la cadena de sucesos para lograr el objetivo de largo plazo. Los resultados para los objetivos se muestran en las figuras 25, 26 y 27.

Figura 25.
Efectos y productos para el OLP 1 de flujos de materiales

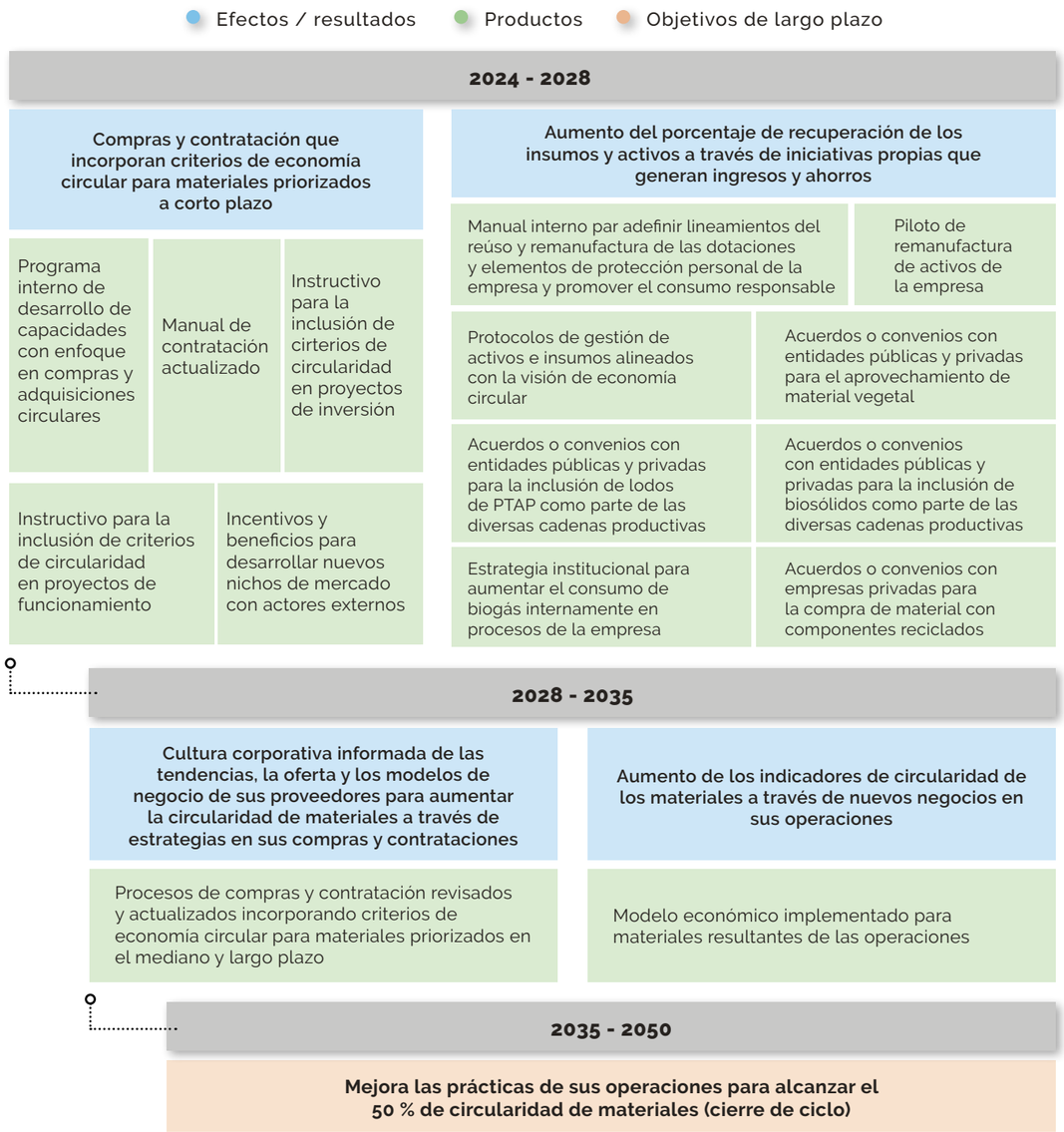


Figura 26.
Efectos y productos para el OLP 2 de flujo de energía

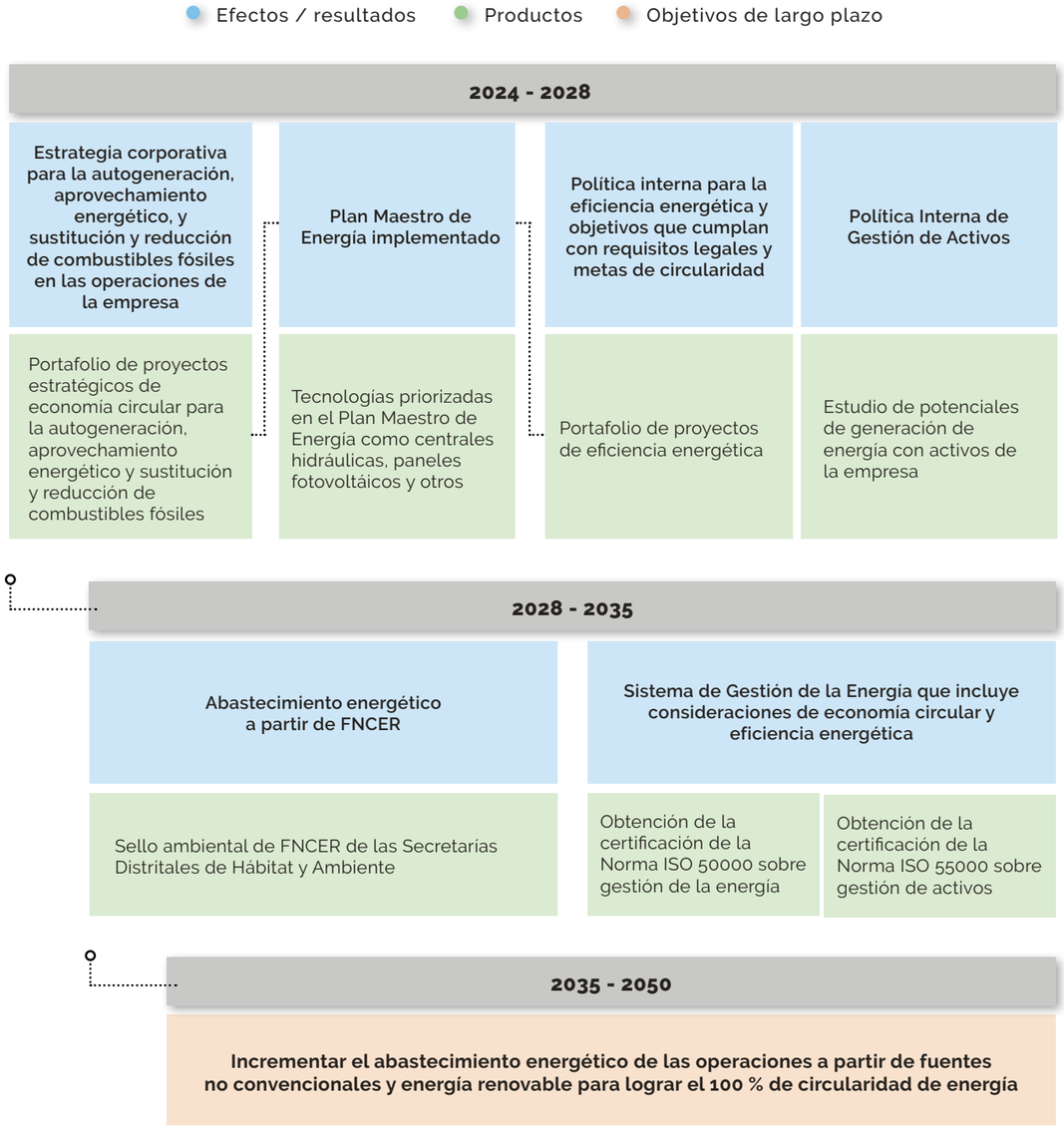
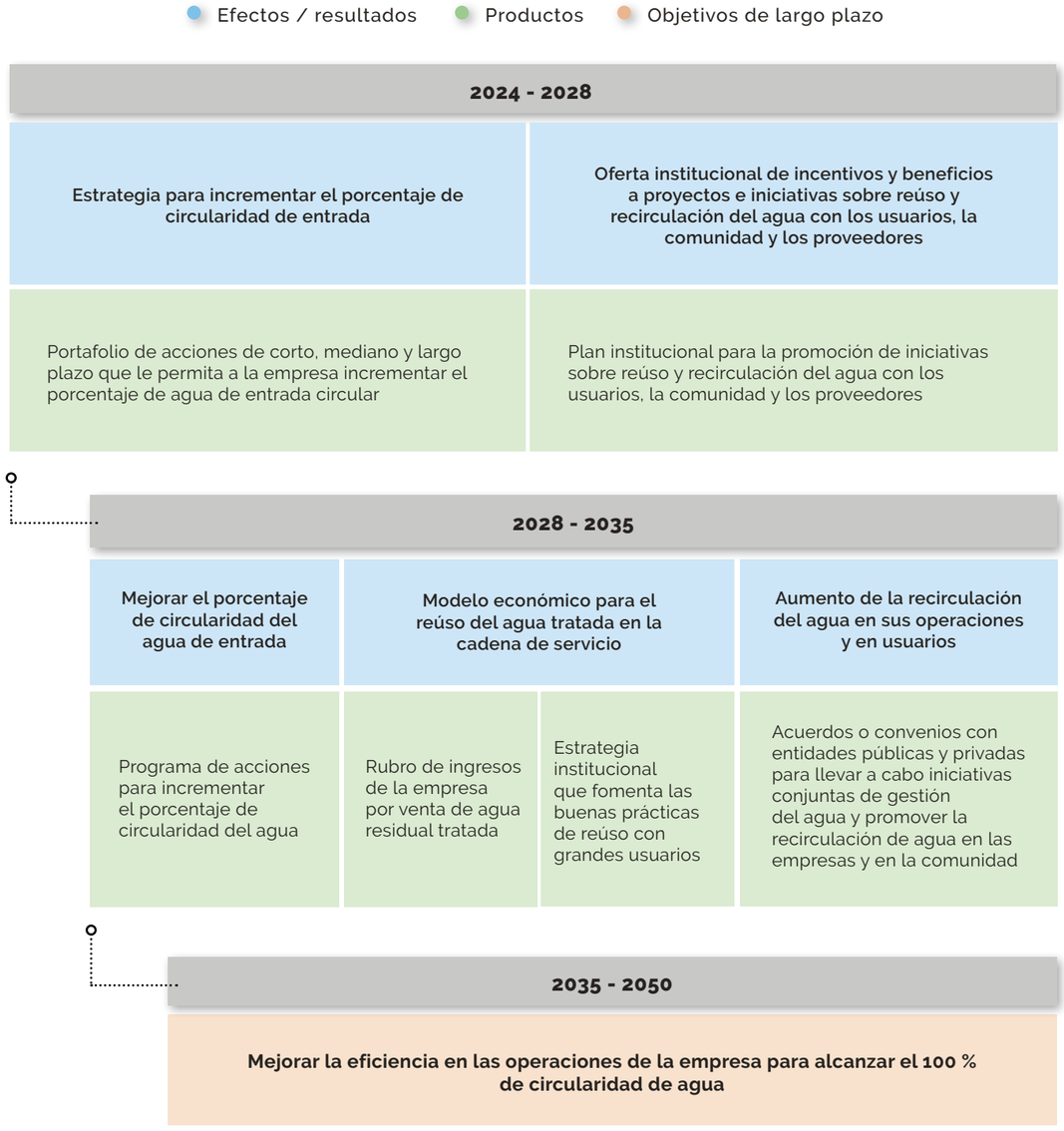


Figura 27.
Efectos y productos para el OLP 3 de flujo de agua



6.2.
Actividades por objetivo estratégico

Una vez identificados los efectos y productos, a continuación, se presentan de manera detallada las actividades para llevar a cabo dichos productos. En esta sección se incluyen las actividades que se están ejecutando actualmente al interior de la empresa, al igual que los casos de negocios, la segunda fase de la hoja de ruta y los resultados de la consultoría de diagnóstico de circularidad, para entender cómo todo aporta a los OLP.

OLP 1: mejorar las prácticas de las operaciones para alcanzar el 50 % de circularidad de materiales (cierre de ciclo)

Tabla 6.
Actividades asociadas al OPL 1 de la hoja de ruta en el periodo 2024-2028

ACTIVIDADES	2024-2028 PRODUCTO
• Identificar los actores claves para el proceso de formalización. • Implementar un programa de fortalecimiento de capacidades técnicas para acompañar la construcción de una estrategia de compras y contratación con criterios de economía circular.	Programa interno de desarrollo de capacidades con enfoque en compras y adquisiciones circulares
• Identificar los procedimientos y acuerdos que requerirán modificaciones. • Actualizar los acuerdos marco sobre compra de insumos y gestión de activos. • Actualizar la norma “Criterios para la evaluación de la conformidad de los productos que adquiere la EAAB E. S. P.”. • Actualizar la norma “Manual de manejo de impacto ambiental y urbano”. • Actualizar la norma “Modelo de maduración y gestión de proyectos”.	Manual de contratación y normas técnicas actualizadas
• Definir las acciones tácticas para hacer compras circulares en el corto plazo (enfoque en estrategias con proveedores y estrategias de gestión interna). • Definir junto con el Distrito la propiedad legal de ciertos materiales estratégicos de la empresa (tuberías, canales, redes y RCD, entre otros). • Dar preferencia a los proveedores donde el producto o activo sea de propiedad del proveedor y se pague “por uso” o “por resultado”. • Cuando el producto o activo debe quedar en propiedad de la empresa, dar preferencia a productos o bienes con posibilidad de recolección al final de su vida útil por parte del proveedor o de un tercero (para reutilizar, renovar, remanufacturar, reciclar o compostar). • Identificar los riesgos y las oportunidades relacionadas con cada uno de los activos y productos priorizados. • Construir canales de comunicación entre proveedores y gestores de residuos para que se conozcan la estrategia de la empresa y las responsabilidades de todos en el ciclo de vida del producto o activo. • Identificar la madurez y la capacidad de los proveedores de aportar a los indicadores de economía circular. • Recopilar información de proveedores a partir de los criterios de economía circular priorizados. • Elaborar un portafolio de proveedores por cada material y crear un perfil de los proveedores en el cumplimiento de los criterios de circularidad y sostenibilidad que se están persiguiendo • Definir una lista de criterios para los activos fijos, los insumos y los servicios contratados, priorizando los servicios y materiales relacionados con concreto, acero, PVC, químicos de potabilización, dotaciones y otros que priorice la empresa para el corto plazo. • Definir lineamientos para criterios obligatorios dentro de los procesos de contratación. • Definir lineamientos para criterios y prácticas voluntarias dentro de los procesos de contratación. • Priorizar los atributos y/o criterios que irán en los parámetros de evaluación de los pliegos de contratación (proyectos de funcionamiento y proyectos de inversión). • Realizar jornadas informativa previas para preparar a los actores internos y externos de la empresa. • Hacer una priorización de materiales a corto plazo para la empresa (concreto, acero, PVC, químicos de potabilización, elementos de protección personal y otros). • Establecer una línea base detallada de análisis de ciclo de vida (ACV) para los materiales priorizados. • Realizar un coste de ciclo de vida (CCV) de los bienes e insumos priorizados en el corto plazo. • Identificar y evaluar aspectos como el valor de los bienes; el costo de mantenimiento y uso; el costo de disposición final; el costo de recuperación de materiales; y los riesgos e impactos sociales, ambientales y económicos durante las fases de producción, uso y disposición. • Definir los criterios de circularidad y sostenibilidad para cada material. • Definir una estrategia corporativa de compras circulares a corto, mediano y largo plazo.	Instructivo para la inclusión de criterios de circularidad en proyectos de inversión Instructivo para la inclusión de criterios de circularidad en proyectos de funcionamiento

ACTIVIDADES	2024-2028 PRODUCTO
• Desarrollar un estudio de las empresas que proveen a la EAAB E. S. P. con las cuales se podrían explorar modelos de negocios circulares. • Evaluar los impactos financieros de la implementación de estrategias, especialmente respecto a la tarifa. • Identificar incentivos para desarrollar nuevos nichos de mercado que permitan establecer modelos de negocios circulares de largo plazo que generen beneficios para las empresas contratistas.	Incentivos y beneficios para desarrollar nuevos nichos de mercado con actores externos
• Implementar lecciones aprendidas, ajustes y recomendaciones de los resultados de los casos de negocio. • Incluir en el comité de inventarios a un colaborador con conocimientos en modelos de negocio circulares que permita dar lineamientos estratégicos a las decisiones que allí se toman • Establecer un nuevo concepto técnico que permita el ajuste en los términos y definiciones, clasificaciones, y otras consideraciones en los procedimientos y formatos de la Dirección de Administrativo de Activos Fijos • Realizar un estudio para identificar mejoras en la adquisición de dotaciones y EEP. • Solicitar/promover el ecodiseño en las dotaciones y EPP con las empresas contratistas y dentro de las compras de la empresa. • Elaborar una propuesta de detalle para la generación de energía eléctrica en las redes, transformando bombas en desuso por turbinas de generación. • Identificar gestores de insumos y dotaciones con los que existan posibilidades de valorización de estos residuos. • Junto con el Distrito, solicitar ajustes a la normatividad en materia de residuos peligrosos para los EPP contaminados que permitan estrategias de reúso y/o remanufactura. • Elaborar un estudio que identifique posibilidades de remanufactura de medidores y otros “residuos” de importancia de la empresa, para generar valor agregado o nuevos ingresos • Elaborar una propuesta, a mediano y largo plazo, para reúso, restauración, remanufactura y donación de dotaciones, EPP y activos fijos estratégicos de la empresa.	Manual interno para definir lineamientos de reúso y remanufactura de las dotaciones y los elementos protección personal de la empresa y para promover el consumo responsable Piloto de remanufactura de activos de la empresa Protocolos de gestión de activos e insumos alineados a la visión de economía circular
• Implementar lecciones aprendidas, ajustes y recomendaciones de los resultados de los casos de negocio. • Identificar posibles actores estratégicos. • Escalar el caso de negocio. • Realizar ajustes en las actividades y los procedimientos de los contratos con terceros para el tratamiento de los residuos de silvicultura. • Consolidar un modelo de negocio para el aprovechamiento de material vegetal.	Acuerdos o convenios con entidades públicas y privadas para el aprovechamiento de material de vegetal

ACTIVIDADES	2024-2028 PRODUCTO
• Identificar oportunidades para el aprovechamiento de lodos de las PTAP junto con el Jardín Botánico de Bogotá, el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el Instituto de Recreación y Deporte (IDRD), la Empresa de Renovación Urbana (ERU) y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), específicamente para crear actividades o iniciativas donde los requerimientos de los biosólidos no cumplen con los criterios de calidad, pero si los lodos de las PTAP. • Consolidar una estrategia a mediano y largo plazo para el aprovechamiento de lodos de PTAP.	Acuerdos o convenios con entidades públicas y privadas para incluir lodos de PTAP como parte de las diversas cadenas productivas
• Implementar las tecnologías y soluciones del Plan de Gestión de Lodos. • Identificar oportunidades de aprovechamiento de biosólidos en la región junto con el Jardín Botánico de Bogotá, el IDU, el IDRD, la ERU y la UAESP, con el fin de crear soluciones para el aprovechamiento de biosólidos. • Identificar oportunidades para promover el uso de biosólidos en la recuperación de suelos degradados por procesos de erosión con los municipios aledaños al Bogotá, junto con la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital del Hábitat (PDSP). • Revisar las propuestas de la PTAR Canoas y elaborar un estudio técnico y financiero para determinar si el aprovechamiento de biosólidos de las PTAR Canoas y Salitre con fines de generación eléctrica in situ es rentable para la empresa a mediano y largo plazo. • Consolidar una estrategia a mediano y largo plazo para el aprovechamiento de los biosólidos de las PTAR Salitre y Canoas.	Acuerdos o convenios con entidades públicas y privadas para incluir biosólidos como parte de las diversas cadenas productivas (PDSP)
• Implementar las lecciones aprendidas, los ajustes y las recomendaciones de los resultados de casos de negocio para materiales de construcción • Identificar empresas que garanticen la reutilización del PVC para nuevos productos. • Identificar empresas que garanticen la reutilización del acero para su aplicación en otros productos o como aleación. • Identificar empresas que garanticen la reutilización de concretos como masa para rellenos y suelo en carreteras; o lo reciclen como grava suelta, en la producción de morteros y cementos, o como material granulado. • Lograr acuerdos con las empresas para hacer pilotos y comprobar si hay un modelo de negocio para la gestión propia de dichos materiales.	Acuerdos o convenios con empresas privadas para comprar material con componentes reciclados

Tabla 7.
Actividades asociadas al OPL 1 de la hoja de ruta en el periodo 2028-2035

ACTIVIDADES	2028-2035 PRODUCTO
• Formar y concienciar continuamente a la Gerencia de Planeamiento y Control sobre la importancia de la economía circular en las adquisiciones y los proyectos de la planeación estratégica. • Incluir criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés) cuando el sector financiero cuente con una normativa específica de administración de riesgos ambientales y sociales (ARAS). • Formar y concienciar continuamente a los estructuradores de proyectos sobre la economía circular y cómo aplicarla en los proyectos. • Formar y concienciar continuamente a la Dirección de Contratación y Compras sobre la economía circular y cómo aplicarla en las compras y adquisiciones de la empresa. • Implementar un programa de fortalecimiento de capacidades para continuar incorporando criterios de circularidad en los procesos de compras y proyectos de funcionamiento de la empresa. • Implementar un programa de fortalecimiento de capacidades para continuar incorporando criterios de circularidad en la estructuración de proyectos. • Implementar un programa de fortalecimiento de capacidades para conectar la planificación, los objetivos y los indicadores institucionales con la estructuración de proyectos, compras y adquisiciones. • Identificación de nuevos requerimientos y criterios para los materiales priorizados a mediano y corto plazo dentro de las compras públicas. • Establecer una línea base detallada de análisis de ciclo de vida (ACV) para los flujos priorizados a mediano y largo plazo.	Procesos de compras y contratación revisados y actualizados incorporando criterios de economía circular para materiales priorizados a mediano y largo plazo (segunda fase)
• Desarrollar un estudio de detalle que identifique alternativas para reemplazar los materiales críticos que adquiere la empresa y que no han sido atendidos en el corto plazo. • Formular una estrategia para incrementar la vida útil de los activos fijos de la empresa que se encuentran por debajo del promedio de vida útil. • Identificar otras estrategias e iniciativas de recuperación en materiales a mediano y largo plazo. • Diseñar un procedimiento, norma o especificación que establezca criterios de selección para empresas contratistas, privilegiando aquellas que implementen el aprovechamiento de RCD, acero y PVC para incorporarlos nuevamente en las cadenas productivas.	Modelo económico implementado para materiales resultantes de sus operaciones

Insumos

- Compromiso de la alta gerencia y Junta Directiva.
- Liderazgo de la Secretaría General y la Gerencia Corporativa Ambiental.
- Apoyo de la Gerencia Corporativa Gestión Humana y Administrativa.
- Respaldo y apoyo de los sindicatos de la empresa.
- Apoyo externo de consultorías especializadas.
- Asignación de recursos para ejecutar consultorías y pilotos.
- Acompañamiento técnico especializado externo.
- Articulación con entidades gubernamentales y con medianas y pequeñas empresas.
- Programas de investigación aplicada y desarrollos tecnológicos con la academia.
- Espacios de articulación e innovación con los sectores académico, productivo y cooperación internacional.
- Gestión de recursos con fuentes locales y otras fuentes externas.

Supuestos

- Los sistemas de información y los indicadores de circularidad ayudarán al cumplimiento del objetivo y el rápido avance en los indicares de circularidad de los flujos de materiales.
- Los proveedores se ajustarán a los cambios con tiempos adecuados y todos los interesados avanzan al mismo ritmo.
- Los empleados y proveedores están abiertos al cambio y a asumir nuevas responsabilidades.
- Los programas de capacitación y formación son continuos y especializados y generan resultados.
- Existen o se asignan los recursos humanos para gestionar las nuevas acciones recurrentes que se proponen.
- Las iniciativas priorizadas generan ingresos que comienzan a ser relevantes para justificar los cambios de los procedimientos y el esfuerzo requerido en recursos económicos y humanos.
- La empresa encuentra complementariedad en las estrategias priorizadas de los criterios de compras públicas y las estrategias de aprovechamiento propio y a su cargo de sus “residuos”.

Si bien una estrategia para alimentos no tiene un peso significativo para avanzar en la circularidad de la empresa, esta implementará políticas para disminuir los desperdicios y proponer consumos alternativos de los residuos de alimentos en línea con su estrategia de economía circular.

OPL 2: incrementar el abastecimiento energético de sus operaciones a partir de FNCER para alcanzar el 100 % de circularidad de energía y avanzar en la eficiencia energética

Tabla 8.
Actividades asociadas al OPL 2 de la hoja de ruta en el periodo 2024-2028

ACTIVIDADES	2024-2028 PRODUCTO
• Concluir el piloto de secado de biosólidos en la PTAR Salitre. • Elaborar una propuesta para la reproducción del piloto de secado de biosólidos de la PTAR Salitre. • Elaborar un estudio de detalle para identificar el potencial y la costoeficiencia del uso del biogás para satisfacer el consumo de energía eléctrica dentro de las PTAR Salitre y Canoas. • Definir la estrategia institucional para aumentar el consumo de biogás internamente en los procesos de la empresa.	Portafolio de proyectos estratégicos de economía circular para autogeneración, aprovechamiento energético, y sustitución y reducción de combustibles fósiles
• Elaborar una propuesta de detalle que identifique la viabilidad técnica y financiera de renovar el parque automotor y hacer mejoras al sistema de rutas de la empresa (como aumento de la eficiencia de las rutas de los empleados y contratistas, identificación de técnicas de ecoconducción en los vehículos propios y de terceros, etc.), con el fin de reducir el consumo de combustibles fósiles en las operaciones de la empresa. • Elaborar una propuesta de detalle que identifique la viabilidad técnica y financiera de abastecerse de biocombustible hecho a partir de material vegetal. • Hacer un piloto de programa de rutas y conducción eficientes. • Hacer un piloto de renovación del parque automotor de la empresa. • Hacer un piloto de producción de biocombustibles a partir de material vegetal. • Definir la estrategia institucional para disminuir y sustituir el consumo de combustibles fósiles.	
• Elaborar una propuesta de detalle que identifique los puntos en el sistema de captación y distribución donde se puedan instalar sistemas de medición hidráulica de redes de acueducto y alcantarillado con alimentación energética a partir de FNCER. • Elaborar una propuesta de detalle para generar energía eléctrica en las redes transformando bombas en desuso por turbinas de generación. • Hacer un piloto de acondicionamiento de equipos en desuso para generación eléctrica en redes. • Hacer un piloto para generación eléctrica en redes. • Definir la estrategia institucional para consumir la electricidad generada en las operaciones.	
• Respaldar las inversiones en el Plan de Obras e Inversiones Regulado para los proyectos priorizados del Plan Maestro de Energía, buscando cumplir los indicadores circulares. • Liderar y participar en espacios de concertación legislativa y de política pública para lograr disminuir las tasas de impuestos e intereses en inversiones de FNCER. • Asignar recursos de inversión y funcionamiento para la implementación del plan a través de la maduración de proyectos.	Tecnologías priorizadas en el Plan Maestro de Energía, como centrales hidráulicas, paneles fotovoltaicos y otros
• Implementar un programa de fortalecimiento de capacidades en gestión de la energía, para sensibilizar a colaboradores y dependencias sobre la incidencia positiva del ahorro energético y el uso de FNCER. • Desarrollar una consultoría para obtener la ISO 50000. • Implementar una auditoría energética para la ISO 50000. • Elaborar un inventario detallado del consumo energético de todas las operaciones.	Portafolio de proyectos de eficiencia energética
• Implementar un programa de capacitaciones y formación para gestionar activos. • Desarrollar una consultoría para obtener la ISO 55000.	Estudio sobre potenciales de generación de energía con activos de la empresa

Tabla 9.
Actividades asociadas al OPL 1 de la hoja de ruta en el periodo 2028-2035

ACTIVIDADES	2028-2035 PRODUCTO
• Crear un portafolio de proyectos implementados a mediano y largo plazo para tecnologías de autogeneración, aprovechamiento energético, y sustitución y reducción de combustibles fósiles. • Elaborar un estudio técnico de detalle para la implementación de tecnologías de autogeneración, aprovechamiento energético, y sustitución y reducción de combustibles fósiles priorizadas a mediano y largo plazo. • Aprovechar el biogás de la gestión anaeróbica de la PTAR Canoas para producir energía térmica, eléctrica y/o motriz. • Articular soluciones y acciones de la empresa con la hoja de ruta para la transición energética del Distrito (PDSP).	Sello ambiental Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) de las secretarías distritales de Hábitat y Ambiente (PDSP)
• Implementar una estrategia de gestión energética (EGE). • Implementar un plan estratégico de gestión de activos (PEGA).	Obtención la certificación ISO 50000 sobre gestión de la energía
• Formular una política energética para la empresa. • Formular una estrategia para la generación de valor de los activos de la empresa.	Obtención la certificación ISO 55000 sobre gestión de activos

Insumos

- Compromiso de la alta gerencia y la Junta Directiva.
- Liderazgo de la Gerencia de Tecnología.
- Apoyo externo de consultorías especializadas.
- Acompañamiento técnico especializado externo.
- Asignación de recursos para ejecutar consultorías, pilotos y tecnologías.
- Apoyo del sector financiero para obtener tasas preferenciales en la implementación de tecnologías.
- Apoyo del sector público para generar beneficios tributarios por implementación de tecnologías.
- Programas de investigación aplicada y desarrollos tecnológicos con la academia.
- Gestión de recursos con el Fondo de Desarrollo Local (Política de Servicios Públicos) y otras fuentes externas.

Supuestos

- El sector público apoya los proyectos y las iniciativas priorizadas por la empresa.
- El sector financiero facilita y genera beneficios para la implementación de los proyectos priorizados.
- Los programas de capacitación y formación son continuos y especializados y generan resultados.
- Existen o se asignan los recursos humanos para gestionar las acciones que se proponen.
- Los empleados están abiertos al cambio y a asumir nuevas responsabilidades.
- Todos los actores comprenden que las acciones que se proponen para cumplir este objetivo se articulan con la misión y la visión de la empresa a largo plazo.

OPL 3: mejorar la eficiencia de las operaciones de la empresa para alcanzar el 100 % de circularidad de agua

Tabla 10.
Actividades asociadas al OPL 3 de la hoja de ruta en el periodo 2024-2028

ACTIVIDADES	2024-2028 PRODUCTO
• Implementar un proyecto piloto de un sistema predictivo inteligente que incluya el monitoreo continuo de la calidad de las aguas residuales no domésticas y el análisis inteligente de datos para la identificación de descargas en la red de alcantarillado que no cumplan con la ley (PDSP). • Elaborar el plan institucional de medición avanzada (100 % de los usuarios con telemedición y telegestión a 2035) que propone la Política Distrital de Servicios Públicos.	Portafolio de acciones a corto, mediano y largo plazo que le permitan a la empresa incrementar el porcentaje de agua de entrada circular
• Implementar lecciones aprendidas, ajustes y recomendaciones de los resultados de los casos de negocio de agua residual tratada. • Elaborar una estrategia para vender agua tratada de la PTAR Salitre a urbanizadores y constructores en uso en fase de obra, a través de carrotanques o vehículos externo, con una tarifa diferencial. • Identificar otros actores interesados en el uso y la compra de agua residual tratada (frentes de obra propios, industria colindante, etc.), a partir de las lecciones aprendidas, ajustes y recomendaciones de los resultados del piloto. • Elaborar un portafolio de clientes y soluciones para el suministro y la venta de agua tratada de la PTAR Salitre.	
• Identificar otros potenciales para recircular el agua en la operación de la PTAR Salitre (que complementen lo existente). • Identificar opciones para la recirculación del agua en las sedes administrativas. • Realizar un piloto para recirculación de agua en sedes administrativas.	
• Elaborar un programa de comunicaciones que promueva el reúso y la recirculación de agua (grandes usuarios y usuarios domésticos). • Identificar y documentar casos exitosos y buenas prácticas en el reúso y la recirculación de agua (grandes usuarios y usuarios domésticos). • Desarrollar un portafolio de proyectos exitosos de recirculación de agua con usuarios domésticos y la comunidad. • Desarrollar un portafolio de proyectos exitosos de reúso de agua con grandes usuarios. • Implementar un piloto con comunidades y barrios para establecer una manera de promover, a través de la tarifa u otros beneficios, el reúso del agua a nivel doméstico. • Realizar un estudio que permita identificar los beneficios económicos del reúso del agua por parte de los grandes usuarios, los usuarios domésticos y las comunidades en las operaciones de la empresa. • Junto con el Distrito y la academia, diseñar y desarrollar una guía de buenas prácticas (y/o mensajes vía facturación) para fomentar el ahorro y uso eficiente del agua, enfocada a la recirculación de agua en usuarios y comunidades. • Junto con el Distrito, diseñar y desarrollar una guía con los lineamientos técnicos y las soluciones tipo para el reúso de agua con beneficios sobre la tarifa para los grandes usuarios (in situ). • Con el apoyo del sector financiero, estructurar beneficios sobre la tarifa para actividades de reúso de agua vía tarifa. • Liderar y participar en espacios de concertación legislativa y de política junto con otras entidades del distrito, en el marco de los instrumentos de la política pública, con el fin incentivar el ahorro y uso eficiente del agua. • Junto con el Distrito, identificar incentivos fiscales para las empresas que implementen prácticas sostenibles de gestión del agua.	Plan institucional para promover iniciativas sobre reúso y recirculación del agua con los usuarios, la comunidad y los proveedores

Tabla 11.
Actividades asociadas al OPL 3 de la hoja de ruta en el periodo 2028-2035

ACTIVIDADES	2028-2035 PRODUCTO
• Implementar el plan institucional de medición avanzada, llegando a 100 % de los usuarios con telemedición y telegestión a 2035 (PDSP).	Programa de acciones para incrementar el porcentaje de circularidad del agua de entrada
• Consolidar un plan que le permita a la empresa incorporar la venta de agua residual de sus operaciones y la de sus usuarios como parte de sus operaciones económicas.	Rubro de ingresos de la empresa por venta de agua residual tratada
• Estructurar un programa institucional para fomentar la recirculación del agua de usuarios y la comunidad. • Implementar la operación de procesos de recirculación de aguas en las las PTAR Salitre y Canoas, alcanzado el mayor potencial.	Estrategia institucional para fomentar las buenas prácticas de reúso con grandes usuarios Acuerdos o convenios con entidades públicas y privadas para llevar a cabo iniciativas conjuntas de gestión del agua y promoción de la recirculación de agua en las empresas y en la comunidad

Insumos

- Compromiso de la alta gerencia y la Junta Directiva.
- Liderazgo de la Gerencia corporativa de Servicio al Cliente y la Gerencia Corporativa del Sistema Maestro.
- Apoyo y liderazgo del Distrito y la CRA.
- Apoyo externo de consultorías especializadas.
- Asignación de recursos para ejecutar consultorías y pilotos.
- Asignación de recursos humanos para gestionar los cambios y las nuevas tareas.
- Acompañamiento técnico especializado externo.
- Programas de investigación aplicada y desarrollos tecnológicos con la academia.
- Gestión de recursos con el Fondo de Desarrollo Local (Política de Servicios Públicos) y otras fuentes externas.

Supuestos

- El Distrito y la CRA apoyan el enfoque y los proyectos e iniciativas priorizadas por la empresa.
- El sector financiero facilita y genera beneficios para la implementación de los proyectos priorizados.
- A pesar de que los cambios culturales toman tiempo, las iniciativas muestran resultados a corto y mediano plazo.
- Existen o se asignan los recursos humanos para gestionar las nuevas acciones recurrentes que se proponen.
- La empresa percibe el reúso y la recirculación del agua en su modelo de negocio como una estrategia de sostenibilidad que es rentable a largo plazo.
- Los empleados están abiertos al cambio y a asumir nuevas responsabilidades.

CONCLUSIÓN Y LLAMADO A LA ACCIÓN

Desarrollar un modelo para la gestión circular del servicio de agua potable y saneamiento es fundamental para abordar los desafíos actuales y futuros relacionados con la escasez de agua y la sostenibilidad ambiental. Esta hoja de ruta proporciona una guía clara y detallada para implementar prácticas circulares en todo el ciclo del agua, desde la captación y distribución hasta el tratamiento y la reutilización.

El enfoque circular se basa en la premisa de que el agua es un recurso preciado y limitado, y que, por tanto, su gestión debe basarse en la conservación, la eficiencia y la reutilización. Este enfoque implica adoptar tecnologías y prácticas innovadoras que minimicen la extracción de agua fresca, reduzcan la contaminación y maximicen la recuperación de recursos valiosos.

Para lograr una gestión circular del agua, es crucial establecer alianzas y colaboraciones entre diferentes actores, incluidos los gobiernos, las empresas, las organizaciones de la sociedad civil y los ciudadanos. Se requiere un compromiso conjunto para promover la inversión en infraestructuras resilientes y eficientes, así como para fomentar la educación y la conciencia pública sobre la importancia de conservar el agua.

Además, es necesario implementar políticas y regulaciones sólidas que respalden el enfoque circular y establezcan metas claras para reducir el consumo de agua, reutilizar aguas residuales tratadas e implementar tecnologías más eficientes. Esto incluye incentivos para la adopción de prácticas circulares, así como sanciones por el uso inadecuado o irresponsable del agua.

La implementación de un modelo de gestión circular en la EAAB E. S. P. puede traducirse en una reducción en los costos de operación; integrar materiales reciclados y reutilizados ayuda a minimizar los costos de disposición, al encontrarle mercado a los residuos de la operación de la empresa. Adicionalmente, puede traducirse en una menor demanda por agua en las operaciones de la empresa, menores gastos de mantenimiento y reemplazo de infraestructura. En últimas, reduce riesgos en la operación.

El camino hacia la circularidad no es fácil pues implica ajustes en la operación, en los comportamientos y en las creencias de quienes participan de la operación de la empresa. Para lograr esta transformación se necesita que el liderazgo de la implementación de la hoja de ruta esté a cargo de la alta dirección, de forma que los cambios sean comprensivos e integrales; más aún, para que se comprometan los recursos necesarios a largo plazo, siempre con una visión de sostenibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Board of Innovation. (s. f.). *Circular Economy business models explained*. https://www.boardofinnovation.com/circular-economy-business-models-explained/

Circular Tayside. (s. f.). *What is a circular product and a circular business model?* https://circulartayside.co.uk/what-is-a-circular-product-and-business-model/

Ecoinvent. (s. f.). *Ecoinvent Database*. https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/

Departamento Nacional de Planeación. (2020). CONPES 4004: economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuals. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4004.pdf

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy 1: economic and business rationale for an accelerated transition* (vol. 1). http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports

Ellen MacArthur Foundation. (2014). *Towards the circular economy 3: accelerating the scale-up across global supply chains*.

Holmberg, J. (1998). Backcasting: A Natural Step in Operationalising Sustainable Development. *Greener Management International*, *46*, 30-52. https://doi.org/10.1080/00393277408587587

Holmberg, J. & Robert, K.-H. (2000). Backcasting — a framework for strategic planning. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *7*(4), 291–308. https://doi.org/10.1080/13504500009470049

Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout, P.M.F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M.D.M., Hollander, A., Zijp, M. & Van Zelm, R. (2017). *ReCiPe 2016 v1.1. A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Report I: Characterization*. www.rivm.nl/en

ICONTEC. (2007). *Norma técnica colombiana NTC-ISO 14040 de gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*.

Neczaj, E. & Grosser, A. (2018). Circular Economy in Wastewater Treatment Plant – Challenges and Barriers. *Proceedings*, *2*(11), 614. https://doi.org/10.3390/proceedings2110614

Robinson, J., Burch, S., Talwar, S., O'Shea, M. & Walsh, M. (2011). Envisioning sustainability: Recent progress in the use of participatory backcasting approaches for sustainability research. *Technological Forecasting and Social Change*, *78*(5), 756-768. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.12.006

Siraj, T., Steichen, T. & Shuoler, M. (2018). Water and Circular Economy: White Paper. Arup Group. Antea Group, Ellen Macarthur Foundation.

Stiftelsen Svensk Industridesign. (2018). Circular Business Models. Sustainability Guide. https://sustainabilityguide.eu/methods/circular-business-models/

TECPA. (2022). *Qué es el análisis de ciclo de vida (ACV)?* https://www.tecpa.es/que-es-el-analisis-de-ciclo-de-vida-acv/

The Center for Theory of Change. (s. f.) *What is Theory of Change?* https://www.theoryofchange.org/what-is-theory-of-change/

UNICEF. (2017). *Manual sobre la gestión basada en resultados: la labor conjunta en favor de la niñez*. http://www.mosaic-net-intl.ca/resources/FINAL-RBM-HANDBOOK-SPANISH.pdf

Verstraeten-Jochemsen, J., Baars, N. & Von Daniels, C. (2020). *Circular metrics for business - Finding opportunites in the circular economy*. https://www.circle-economy.com/resources/circular-metrics-for-business

World Business Council for Sustainable Development. (2022). *Circular Transition Indicators V 3.0 Metrics for business, by business*. https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/14172/204337/1





acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA

BID