

**Mecanismos y criterios para la reducción de pérdidas de agua en la  
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá D.C.**

Gina Paola Agudelo Cruz

Mg. Luz Stella Garnica Sandoval

Directora

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios – ECACEN

Maestría en Administración de Organizaciones

Colombia, junio de 2021

## Dedicatoria

*Agradezco a Dios y al universo, por permitirme incursionar en el ámbito académico.*

*Al igual, a mis padres y hermana, por el apoyo constante y las grandes enseñanzas que me han brindado; apoyándome en las diferentes decisiones que he tomado y confiando en mis habilidades adquiridas. Además de todas las personas que me han acompañado en el camino tanto académico como laboral, en donde he adquirido muchos conocimientos y experiencia para aplicar en el ámbito laboral y académico.*

*De igual forma a la directora del proyecto, quien me acompañó en este camino académico, me abrió las puertas de su conocimiento y experiencia para poder finalizar este proyecto.*

## Contenido

Dedicatoria	2
Contenido	3
Lista de tablas	5
Lista de figuras	6
Introducción	8
Antecedentes	9
Justificación desde el punto de vista académico	10
Justificación de la investigación soportada en las líneas de investigación	11
Delimitación y alcance de la monografía	11
Objetivos	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
Fuentes de información, instrumentos para el manejo, recopilación, análisis y procesamiento	15
Stakeholders	16
Caracterización de la organización. Empresa Acueducto y Alcantarillo de Bogotá	19
Descripción del contexto situacional	21
Contexto Distrito Capital	21
Contexto nacional	255
Contexto Internacional	311
Procesos Metodológicos	35
Observación participante	35

Reconocer las características de la gestión de pérdidas de agua acorde a la normatividad vigente a nivel nacional e internacional	37
Establecer las condiciones para aplicar la gestión de pérdidas de agua	39
Reconocer los factores y características para la aplicación del balance hídrico	55
Conclusiones y lecciones aprendidas	62
Referencias bibliográficas	66

## Lista de tablas

Tabla 1. Normatividad EAAB-ESP	13
Tabla 2. Fuentes de Información	15
Tabla 3. Responsabilidades stakeholders primarios	17
Tabla 4. Impacto stakeholders secundarios	18
Tabla 5. Terminología para el balance hídrico	42
Tabla 6. Terminología IWA	43
Tabla 7. Tipología de fugas por ubicación	45
Tabla 8. Pérdidas reales, condiciones de los componentes	47
Tabla 9. Medición	52
Tabla 10. Micromedidores	52

## Lista de figuras

Figura 1. Micromedidores	12
Figura 2. Localidades Bogotá D.C.	21
Figura 3. PHVA EAAB-ESP	24
Figura 4. Modelo de gestión del RSE de la EAAB-ESP	25
Figura 5. Indicador IANC región Andina	27
Figura 6. Indicador IANC región Orinoquia	28
Figura 7. Indicador IANC región Amazonia	28
Figura 8. Indicador IANC región Caribe	29
Figura 9. Indicador IANC región Pacifico	29
Figura 10. IANC nacional	30
Figura 11. Agua en el planeta	31
Figura 12. Distribución global de la escasez física y económica del agua	32
Figura 13. Ejemplo fuga agujero 6mm	33
Figura 14. ODS – Objetivos Desarrollo Sostenible	34
Figura 15. Proceso EAAB-ESP, desde la captación hasta disposición final del recurso hídrico	39
Figura 16. Tasa de fugas vs tiempo de fugas	46
Figura 17. Factores que afectan las fugas	51
Figura 18. Método detección de fugas	54
Figura 19. Indicadores de desempeño	55
Figura 20. Indicador de Desempeño Financiero	56

Figura 21. Indicador de Desempeño Técnico	57
Figura 22. Indicador PRAA	58
Figura 23. Pérdidas reales anuales inevitables (PRAI)	59

## Introducción

Las empresas de acueducto a nivel nacional e internacional pierden recursos monetarios por la falta de control del agua no facturada generada por fallas en los procesos comerciales y operativos, conexiones clandestinas o ilegales, entre otros, lo que genera afectación en las tarifas y traslado de costos al usuario final.

En los países en vía de desarrollo el índice de agua no contabilizada, como uno de los factores para la gestión de pérdidas, tiene un promedio de 42%, mientras que en países desarrollados como EEUU está en el 12% (Benavides, 2003), lo que representa un gran reto para a Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la cual maneja el indicador IPUF (índice de pérdidas por usuario facturado), que de acuerdo con el Informe de gestión del año 2019 se encontraba en Bogotá en 98.1% de cumplimiento (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP, 2019). Para la medición de dicho indicador, la empresa realiza el monitoreo de elementos técnicos y comerciales, teniendo en cuenta diferentes procesos, tales como: control de la micromedición, macromedición y búsqueda sistemática de fugas.

Para el caso de la capital colombiana, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP - EAAB ESP como establecimiento público del Orden Distrital tiene la responsabilidad de velar por el bienestar de los ciudadanos y sus usuarios, además del compromiso del cuidado del recurso hídrico. Por tanto, la gestión de control de pérdidas es uno de los puntos primordiales para su funcionamiento, para lo cual se han establecido diversos indicadores y estrategias al interior de las áreas misionales, sin embargo, estas no han sido escaladas a nivel empresarial, por lo que es necesario identificar mecanismos que contribuyan a



la formulación de estrategias empresariales, orientadas a la gestión de pérdidas, la mejora de los indicadores y el cumplimiento de los objetivos estratégicos la Empresa.

Con el desarrollo de la presente monografía y con el análisis de buenas prácticas en la gestión de pérdidas en empresas servicios de acueducto y alcantarillado en el nivel territorial, nacional e internacional se busca identificar y proponer mecanismos que fortalezcan la planeación estratégica de la EAAB-ESP y se minimicen las pérdidas de agua potable.

### **Antecedentes**

En la actualidad las diferentes empresas prestadoras de servicio de acueducto y alcantarillado deben establecer en sus procesos la afectación, tanto operativa como financiera, que podrían ocasionar las pérdidas de agua en los procesos comerciales y operativos, y lograr la articulación de esta con la formulación de estrategias que aseguren sus ingresos y sostenibilidad. Esto es de suma importancia ya que las empresas además de velar por la prestación del servicio son las encargadas del cuidado, distribución, tratamiento del agua, el cual es un recurso vital, es fundamento para la vida, tanto para los humanos como para todos los seres vivos, y para la biodiversidad en general, para la vida en el planeta Tierra.

Actualmente la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá mide el cumplimiento de sus objetivos estratégicos a través de diferentes indicadores, los cuales están enfocados al cumplimiento de las metas establecidas a nivel distrital, alineadas con la ley 142 de 1994, por medio de la cual se establecen los lineamientos para la prestación de los servicios públicos, sin establecer mecanismos o herramientas que permitan la gestión de pérdidas y el uso óptimo del agua potable en el Distrito Capital.

Con base en lo anterior, la EAAB – ESP debe dar cumplimiento a los indicadores de calidad, continuidad y presión del servicio de acueducto, así como continuidad y calidad en el

servicio de alcantarillado. Por lo que es necesario establecer mecanismos y criterios para la gestión de pérdidas comerciales y técnicas, para contribuir al cumplimiento de los objetivos empresariales y al cuidado del recurso hídrico, de acuerdo con la normatividad vigente y con los recursos internos de la empresa.

Para tal fin, es necesario encontrar una manera rápida y eficaz para dar respuesta al siguiente interrogante: ¿cuáles son los mecanismos o herramientas que se deben aplicar para fortalecer la planeación estratégica de la empresa, teniendo en cuenta la gestión de pérdidas de agua en los diferentes procesos que componen la organización?, lo anterior, buscando una alineación entre el funcionamiento de la empresa, la formulación de estrategias y el cumplimiento de objetivos empresariales.

### **Justificación desde el punto de vista académico**

La presente monografía permitirá reconocer los aspectos más importantes al tener en cuenta, en la gestión de las empresas de servicios públicos de acueducto, especialmente la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá; es de tipología de análisis de experiencias, en donde se comienza analizando la situación organizacional específica, tomando en cuenta sus recursos, características y escenarios; basándose en experiencias y conceptos que sirven de inicio para la búsqueda de las metodologías a seguir o construir, permitiendo mejorar el eficiencia y competitividad de la Empresa.

También, permite aplicar los conocimientos adquiridos en la maestría de administración de organizaciones; tanto en el proceso de investigación hasta en el análisis de las diferentes variables y características que afectan la cadena de suministro de la Empresa; en donde una es importante para tomar en cuenta y encontrar la mejor metodología, teniendo un pensamiento estrategia e innovador, en busca de mejorar los procesos. Teniendo en cuenta que la correcta

gestión para el control de pérdidas permite el cuidado y conservación del recurso hídrico, el cual es limitado, es necesario que las empresas que administran y distribuyen este preciado recurso tengan bajo control la mayor cantidad de variables y la planificación de las respuestas a situaciones que se puedan presentar, para así brindar a las personas un servicio bajo los estándares de calidad bajo la normatividad vigente.

### **Justificación de la investigación soportada en las líneas de investigación**

Esta monografía atiende la línea de investigación dinámica organizacional y la sub-línea gestión de procesos organizacionales, teniendo un campo de conocimiento articulado con los conceptos adquiridos y la situación de la empresa analizada.

La presente monografía de análisis de experiencia tiene como objetivo la identificación de mecanismos y criterios que permitan la gestión de las pérdidas, bajo la planeación estratégica; para ello se realizará la identificación de las principales características de la gestión de pérdidas en diferentes empresas teniendo en cuenta la normatividad, además de las generalidades necesarias para una correcta aplicación de la gestión de pérdidas con la metodología más conveniente, teniendo en cuenta los recursos existentes y el ejemplo de diferentes empresas.

También se realizará la revisión de la literatura, para la identificación de buenas prácticas y/o métodos, con el objetivo de identificar características importantes para la gestión de pérdidas aplicables a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, teniendo en cuenta sus particularidades.

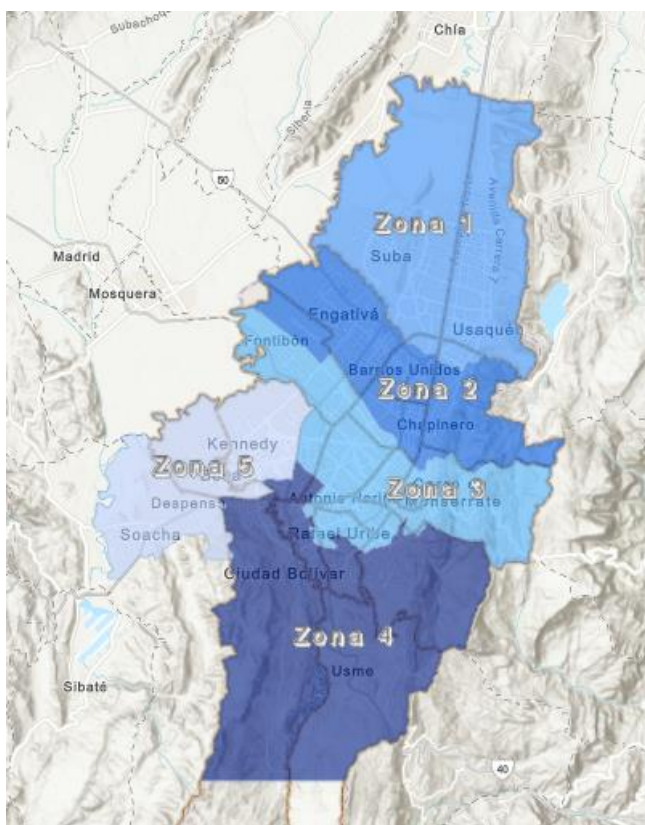
### **Delimitación y alcance de la monografía**

Considerando la información expuesta, se presenta una monografía de análisis de experiencias, con un alcance limitado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá teniendo en cuenta su escenario específico y sus características. Se realizará un análisis de los

mecanismos y criterios para la correcta gestión de la reducción de pérdidas , al igual que el estudio de los factores para la aplicación de la metodología del balance hídrico del IWA, para de este modo poder plantear estrategias el interior de la Empresa teniendo en cuenta las características internas y externas dirigida para los usuarios de servicio de acueducto, ya que la EAAB-ESP presta el servicio de agua potable y saneamiento básico (sanitario y pluvial) en Bogotá y otros 11 municipios de la región de Cundinamarca. En la figura 1 se muestra las Zonas donde la EAAB-ESP presta sus servicios de acueducto y alcantarillado.

Figura 1.

Micromedidores



Nota. El grafico presenta la división de Bogotá en zonas de servicio realizado por la EAAB-ESP.

De <https://www.acueducto.com.co/>

En la página web de la EAAB-ESP se encuentra la normatividad que obedece la Empresa de las cuales se resaltan las registradas en la Tabla 1, relacionadas con la gestión de control de pérdidas.

Tabla 1.

Normatividad EAAB-ESP

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Ley 689 de 2001	Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
Ley 1977 de 2019	Modifica ley 1176 de 2007 relacionado con el agua potable y el saneamiento básico.
Ley 1712 de 2012	Creo la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional.
Ley 1506 de 2012	Estableció medidas en servicios públicos entre ellos acueducto y alcantarillado, para toma de acciones en caso de algún desastre o calamidad.
Ley 962 de 2005	Establece disposiciones acerca de racionalización de trámites y procedimientos Administrativos de Entidades del Estado que ejercen prestación de servicios públicos
Ley 373 de 1997	Establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua.
Resoluciones CRA 151 del 2001 y 315 del 2005	Tiene como objetivo integrar y unificar la regulación expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
Resolución CRA 287 de 2004	Dicta la metodología tarifaria para el cálculo de los costos de la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado.
Resolución CRA 688 de 2014	Dicta la metodología tarifaria para las empresas prestadoras de servicio de más de 5.000 suscriptores urbanos.

Nota: Extraído página Empresa Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, esta es la normatividad vigente de la EAAB-ESP relacionada con la gestión de pérdidas.

## **Objetivos**

### Objetivo general

Análisis de los Mecanismos y criterios para la reducción de pérdidas de agua en la Empresa de Acueducto y Alcantarillo de Bogotá D.C.

### Objetivos específicos

Reconocer las características de la gestión de pérdidas de agua acorde a la normatividad vigente a nivel nacional e internacional.

Establecer las condiciones para aplicar la gestión en la reducción de pérdidas de agua en la Empresa de Acueducto y Alcantarillo de Bogotá D.C.

Reconocer los factores y características para la aplicación del balance hídrico.

## **Fuentes de información, instrumentos para el manejo, recopilación, análisis y procesamiento**

La fuente de información primarias se deriva mediante la observación, basado en el contacto directo con el proceso para el análisis y desarrollo del proceso de la gestión de pérdidas en la EAAB-ESP. El maestrante como observador se encuentra trabajando directamente en la Empresa y está involucrado de manera indirecta con dicho proceso.

Como fuentes de información secundaria se encuentra la normatividad presentada en la Tabla 1, políticas públicas, manuales tratados. Para esta monografía se recopila información de diferentes fuentes, entre generales y específicas, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Fuentes de Información según su origen y técnicas de recolección

Tipo fuente	Recolección
Primaria	Observación participante
	Publicaciones oficiales
	Investigaciones internas
	Manuales
	Focus group
Secundaria	Paginas oficiales
	Normatividad vigente relacionada
	Investigaciones

Nota: La observación del participante es fuente primaria y directa, debido a que ejerce sus labores profesionales en la EAAB-ESP. Fuente el autor

Debido a que esta monografía se basa en las características y metodologías a utilizar en la gestión de pérdidas, se puede evidenciar que es una investigación de tipo descriptiva por observación. De manera indirecta se hace uso del focus group, ya que por parte del maestrante se ha asistido a mesas de trabajo al interior de la empresa la EAAB-ESP, en donde personas con amplio conocimiento en el sistema de acueducto se reúnen para poder encontrar la mejor alternativa para la Empresa. Las personas involucradas en las reuniones son: gerente de la empresa, líderes de procesos, ingenieros de línea, líderes de departamentos, líderes del sistema de gestión de calidad, entre otros.

### **Stakeholders**

Los stakeholders son aquellos factores o personas interesadas que se afecta directa o indirectamente con la ejecución del programa de gestión de pérdidas en este caso; se puede decir que el impacto tanto positivo o negativo del momento en que se ponga en ejecución el proyecto.

Para el caso de los stakeholders primarios, es necesario establecer que son aquellas personas que son impactadas en las diferentes fases de la gestión, esto puede ser tanto positivo como negativo; en la tabla 3 se evidencian estos stakeholders primarios, como lo son la gerencia general, la secretaria general, las diferentes áreas técnicas encargadas de la gestión operativa, las áreas comerciales, los diferentes miembros del comité de pérdidas creado para la planeación de programas y proyectos encaminados al control de pérdidas, por parte de la gerencia general existe un delegado encargado de la comunicación constante y directa con el gerente general para la toma de decisiones directivas que afectan la gestión de las diferentes actividades de la Empresa encaminadas para el cumplimiento de los objetivos y por ultimo los diferentes funcionarios de la Empresa



Tabla 3.

## Responsabilidades stakeholders primarios

<i>Stakeholders</i>	<b>Responsabilidades</b>
Gerente General	Tiene como función la aprobación y control del proyecto.
Secretaria General	Controla y supervisa la correcta ejecución de las diferentes fases del plan de pérdidas en general
Áreas técnicas	Analizar y realizar el estudio para las diferentes actividades técnicas que puedan surgir.
Áreas comerciales	Analizar y realizar el estudio para las diferentes actividades comerciales que puedan surgir.
Miembros del Comité de Pérdidas	Centralizar y acompañar el desarrollo del proyecto, desde la identificación del problema, planificación y control que se tendrá en las diferentes etapas para el plan de pérdidas, además de la sincronización de las diferentes áreas de la Empresa.
Director del Proyecto (delegado Gerencia General)	Es la persona encargada de la comunicación directa con los altos directivos, para mostrar los avances y situaciones presentadas en la planeación y ejecución del plan de pérdidas.
Funcionarios	Estos pueden ser de diferentes áreas de la Empresa, en donde son las personas encargadas de traer las iniciativas y ejecutarlas para la gestión de pérdidas; además del constante análisis para mejorar los diferentes indicadores que van sujetos al proyecto.

Nota: En la tabla se ha ilustrado las diversas actividades y funciones de los stakeholders primarios que hacen parte del proyecto. Fuente el autor

Ahora bien, los stakeholders secundarios son personas que no están directamente relacionados con el proyecto, pero son elementos claves dentro del proceso, que son impactados de diferentes formas con la ejecución del proyecto.

Para el caso específico de esta monografía, se pueden evidenciar los impactos de la ejecución del proyecto como se ilustra en la Tabla 4 y están relacionados con funcionarios de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP (EAAB-ESP), usuarios y comunidad en general. Los usuarios con las partes a las cuales se les presta el servicio de acueducto y alcantarillado; y la comunidad es el entorno social en el cual hacen uso de las redes y son impactados de manera positiva con las diferentes actividades y operaciones que realiza la Empresa.

Tabla 4.

Impacto stakeholders secundarios

<i>Stakeholders</i>	<b>Impactos</b>
Funcionarios EAAB-ESP	Para el caso de los funcionarios de otras áreas no involucradas en la ejecución del proyecto, se ven impactadas por el correcto control de los ingresos empresariales.
Usuarios	Los usuarios son impactados indirectamente con la gestión de pérdidas, ya que con los diferentes programas que se pueden desarrollar se ve reflejado en la calidad del servicio, en el costo de la facturación, entre otros aspectos
Comunidad	Es afectada en cuanto a la cultura del agua y la sostenibilidad ambiental, ya que el objetivo del proyecto es el cuidado del recursos hídrico, el cual es un derecho fundamental y vital para todas las personas.

Nota: Esto son las actividades o funciones de los stakeholders secundarios. Fuente el autor

### **Caracterización de la organización. Empresa Acueducto y Alcantarillo de Bogotá**

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá tiene una historia de 132 años, en donde actualmente se presta el servicio a aproximadamente 2 millones de suscriptores, extendiendo el servicio a 11 municipios vecinos de la capital del Colombia. Actualmente se tiene un indicador de cobertura de acueducto de 99% y 98,5% en alcantarillado pluvial y sanitario. Tiene como visión, misión y valores corporativos (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP, 2019)

**Visión:** Excelencia en la gestión empresarial del agua, compromiso y empresa para todos.

**Misión:** Agua para la vida, generando bienestar para la gente.

Valores Corporativos de acuerdo con la página de la EAAB-ESP (PaginaEAAB, s.f.)

- **HONESTIDAD:** Actuar siempre con fundamento en la verdad, cumpliendo los deberes con transparencia y rectitud, y siempre favoreciendo el interés general.
- **RESPECTO:** Reconocer, valorar y tratar de manera digna a todas las personas, con sus virtudes y defectos, sin importar su labor, su procedencia, títulos o cualquier condición.
- **COMPROMISO:** Ser consciente de la importancia del rol como servidor público y estar en disposición permanente para comprender y resolver las necesidades de las personas con las que éste se relaciona en las labores cotidianas, buscando siempre mejorar su bienestar. Disposición y actitud en el desarrollo de la función pública, para satisfacer con excelencia las necesidades y requerimientos del cliente externo o interno.
- **DILIGENCIA:** Cumplir con los deberes, funciones y responsabilidades asignadas de la mejor manera posible, con atención, prontitud y eficiencia, para así optimizar los

recursos del Estado. Capacidad de desarrollar con competitividad, pertinencia y diligencia las funciones, para asumir las consecuencias de los propios actos u omisiones, implementando acciones para corregirlos.

- JUSTICIA: Actuar con imparcialidad, garantizando los derechos de las personas, con equidad, igualdad y sin discriminación.

Actualmente la Empresa cuenta con diferentes programas para proteger, conservar y recuperar el recurso hídrico de la región, trabajando en el saneamiento de 4 ríos, recuperación de quebradas, humedales y la restauración de los canales de la Capital. Además, tiene como funciones principales (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP, 2019) la captación, almacenamiento, tratamiento, conducción y distribución del agua junto a las actividades que se requieran para ello; la disposición de las aguas hervidas bajo las condiciones de la normatividad vigente; procesos necesarios para el manejo de las aguas lluvias y superficiales; la creación, mantenimiento e instalación de la infraestructura que se quiere para la prestación del servicio; gestión de los proyectos para el saneamiento básico integral; la liquidación y facturación de la prestación de los servicios; entre otras muchas; pero es de resaltar la función de la preservación del recurso hídrico, aplicando programas y proyectos, las cuales buscan el bienestar de los usuarios, el desarrollo de la ciudad y del medio ambiente.

Para las operaciones de la Empresa, se dividió la ciudad de Bogotá en cinco (5) Zonas de servicio, en donde cada una tiene como función la operación y mantenimiento de las redes menores, tanto de alcantarillado como de acueducto, al igual la atención de los reclamos comerciales y operativos (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP, 2019), como se ilustra en la figura 1.

## Descripción del contexto situacional

### Contexto Distrito Capital

#### Bogotá D.C.

La ciudad de Bogotá es la capital de Colombia, la cual permite que sea el centro político, económico, cultural y financiero del país; aproximadamente tiene 8 millones de habitantes; tiene una temperatura promedio de 14°C el cual varía según la época del año y puede llegar a bajar hasta a 8°C o subir hasta los 23°C (ColombiaAprende, s.f.).

La ciudad de Bogotá tiene una división de 20 localidades como se evidencia en la figura 2, lo cual permite una administración dividida, ya que cada una tiene un alcalde menor y una Junta Administradora Local (JAL) (Culturarecreacionydeporte, s.f.).

Figura 2.

Localidades Bogotá D.C.



Nota. Extradida de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/administracion-distrital/proceso-para-eleccion-de-alcaldes-y-alcaldesas-locales-en-bogota>

En 1954 se creó la figura de “distrito” mediante el Acto Legislativo 3640 de diciembre 17 de 1954, en donde se nombró el Distrito Especial de Bogotá incorporando los municipios de Engativá, Suba, Usaquén, Usme, Bosa y Fontibón. Luego en el artículo 322 de la Constitución 1991, se consideró a Bogotá como Distrito Capital; esto con el objetivo que al ser distrito especial se puede realizar asignación de presupuesto con criterios diferenciales (Medellin, s.f.); posteriormente la ley 1421 de 1993 se dictó el régimen especial para el Distrito Capital el cual tiene como objetivo dotar a la capital instrumentos para hacer cumplir a cabalidad sus funciones y prestación de los servicios a su cargo, contribuyendo al desarrollo del territorio además del mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes (FuncionPublica, s.f.). Posteriormente, la ley orgánica de ordenamiento territorial – Ley 1454 de 2011, estableció la distribución de las competencias en ámbito de ordenamiento del territorio, permite que los distritos especiales dividan su territorio en localidades (Medellin, s.f.)

### **Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP**

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá D.C. en la carrera 24 # 37 - 15, es una empresa de tipo comercial e industrial, además de contar personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente. Esta Empresa presta el servicio de agua potable y saneamiento básico (sanitario y pluvial) en Bogotá y 11 municipios de la región de Cundinamarca.

Mediante el Acuerdo 6 de 1995 del artículo 2° se establece la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – E.S.P, en donde sus actividades se rigen por el derecho privado, salvo disposición legal. Dentro de este mismo acuerdo en su artículo 1° relacionado con la naturaleza jurídica *“La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P., es una Empresa Industrial y Comercial del Distrito, prestadora de servicios públicos domiciliarios, dotada de*

*personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente...*”. Bajo el Acuerdo 257 de 2006 establece que la Empresa es una Entidad Vinculada al Sector Hábitat, en donde la cabeza es la secretaria Distrital del hábitat.

Ahora bien, la EAAB ha crecido junto con la ciudad de Bogotá en busca de mejorar la calidad de vida de las personas; en el año 1888 entero en funcionamiento el primer tramo de tubería en hierro por la ciudad; el brindar a las personas agua potable permitió que la disminución de epidemias y enfermedades. Ya para el año de 1955 se creó oficialmente la EAAB-ESP, pero durante todo el desarrollo de la ciudad la EAAB se invirtió en infraestructura y programas para poder brindar el mejor servicio a los usuarios.

### **Responsabilidad Social Empresarial**

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá bajo su responsabilidad Social Empresarial trabaja bajo los entornos sociales, económicos y ambientales con los 7 programas establecidos bajo la ISO 26000 y los lineamientos del Sistema Integrado de Gestión, los cuales se encuentran bajo los estándares GRI (Global Reporting Initiative) los cuales son 35 estándares con 137 contenidos.

La aplicación de la responsabilidad social empresarial de la EAAB-ESP, comenzó en el 2005 con la incorporación del pacto global, para el año 2008 se reafirmaron los compromisos del pacto global, además se creó la primera política RSE y recibió premio de la andes o por la aplicación en empresa grande, a partir del 2009 se inició la generación de informes de sostenibilidad bajo la metodología GRI (Global Reporting Initiative); para el 2010 se realizó la priorización de los grupos de interés, se realizó la segunda política y además se ganó el premio del mejor desempeño social, así continuó en la contribución al desarrollo sostenible en los distintivos ámbitos en los que influyen las actividades de la Empresa; para el año 2016 se realizó

la alineación con los ODS (objetivos desarrollo sostenible) (RSE).

El programa de RSE está enmarcado bajo la metodología del ciclo PHVA (Figura 3 y Figura 4), en donde se realizó el programa con la articulación de los entornos con los GRI, principios del pacto global, ISO 26000 y ODS; esto permite realizar un seguimiento integral y medible del subsistema.

Figura 3.

### PHVA EAAB-ESP



Nota. Para la EAAB-ESP y su Responsabilidad Social Empresarial responde al ciclo PHVA encaminados en los lineamientos existentes. Tomado de página web EAAB-ESP.

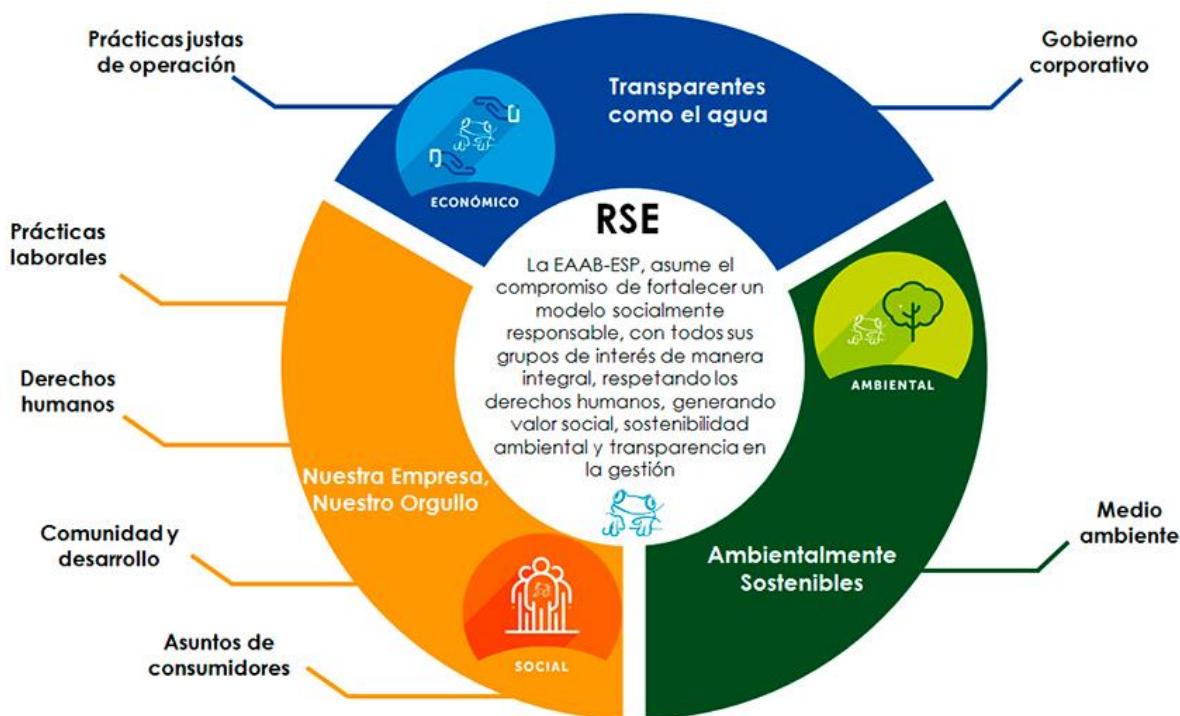
Extraído de la página de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

En el entorno económico se busca encaminar el desarrollo de la gestión empresarial, en donde se facilite la toma de decisiones en pro de la empresa y sus grupos de interés. En el ámbito social se evalúan dos escenarios el primero es el grupo de interés interno, el cual son todos los colaboradores y el grupo de interés externo en el cual se busca una participación activa.



Figura 4.

Modelo de gestión del RSE de la EAAB-ESP



Nota. La EAAB-ESP tiene modelo de gestión del RSE. Tomado de página web EAAB-ESP

En el entorno ambiental, es en donde se busca ser ambientalmente sostenible evitando la reducción perjudicial de los recursos naturales, al igual aportar a la mitigación del cambio climático y todas las consecuencias negativas que trae; esta principalmente se encuentra directamente relacionada con la gestión de pérdidas, debido al impacto positivo que trae una correcta gestión.

### Contexto nacional

Para el caso de Colombia desde hace años se viene trabajando en la gestión eficiente del agua. Desde el año 1995 se ha trabajado en la creación de políticas y programas que permita que las empresas prestadoras del servicio enfoquen sus esfuerzos en una correcta gestión de las

pérdidas del agua. La CRA (Comisión de Regulación de Agua potable y saneamiento básico) ha avanzado en este proceso con la CRA 17 de 1995 y la Ley 142 de 1994, con la cual se inició con la incorporación de los niveles de pérdidas aceptables en las empresas lo cual conlleva a establecer la tarifa.

Más tarde con la CRA 151 del 2001 se establece el nivel de pérdidas máximo del 30% IANC, esto significa la relación entre el volumen de agua siniestrada con el volumen de agua facturada, y con esta información se calcularía el CMO (Costo medio de operación). Pero a pesar de todos estos esfuerzos, las empresas prestadoras de servicio no tomaron conciencia para mejorar el indicador del IANC.

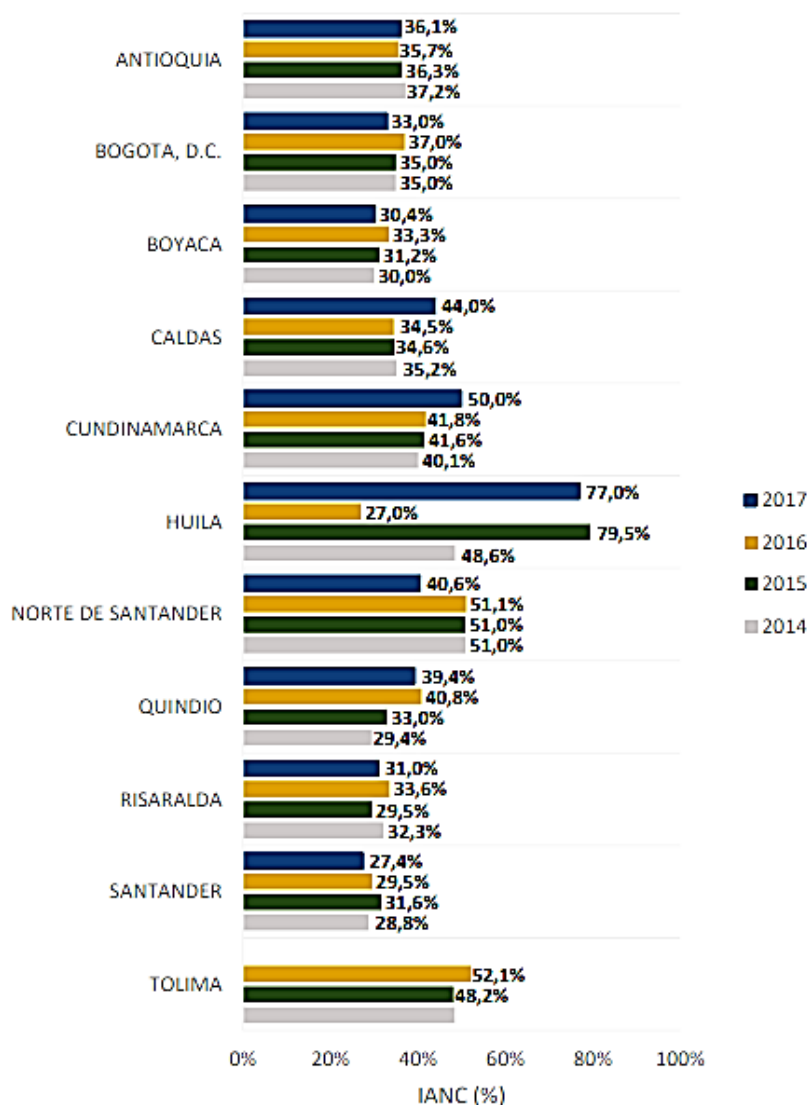
Luego se creó la CRA 688 de 2014, *“Por la cual se establece la metodología tarifaria para las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado con más de 5.000 suscriptores”*, en donde se establecen los criterios para el desarrollo de las actividades de las Empresas prestadoras del servicio, a su vez se crearon nuevos parámetros, compromisos y metas tarifarias directamente relacionadas con la gestión de pérdidas de agua. En esta resolución se crea el indicador IPUF (Índice de perdidas por usuario facturado) el cual tiene una meta de eficiencia de 6 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes.

A nivel Colombia, se puede evidenciar el comportamiento de las pérdidas en las diferentes regiones, teniendo en cuenta que para el año 2019 las empresas estaban adaptándose al nuevo marco tarifario (Porras) s.f., como se muestran en la figura 5 el indicador IAN Región Andina; en la figura 6 el indicador IAN Región Orinoquía; en la figura 7 el indicador IAN Región Amazonia; en la figura 8 el indicador IAN Región Caribe; y en la figura 9 el indicador IAN Región Pacífico. En cada una de las figuras se puede identificar cual ha sido el

comportamiento de los departamentos que integran cada región, medidos mediante el Indicador IANC (Índice de Agua No Contabilizada).

Figura 5.

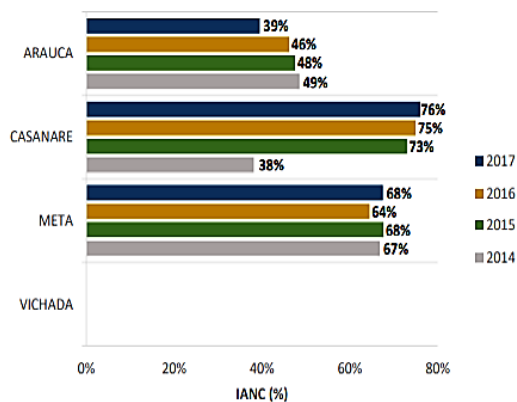
Indicador IANC región Andina



Nota. Para la región andina se evidencia que el departamento del Huila ha tenido en el año 2017 y 2015 un alto indicador del IANC. Del Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia de Porras

Figura 6.

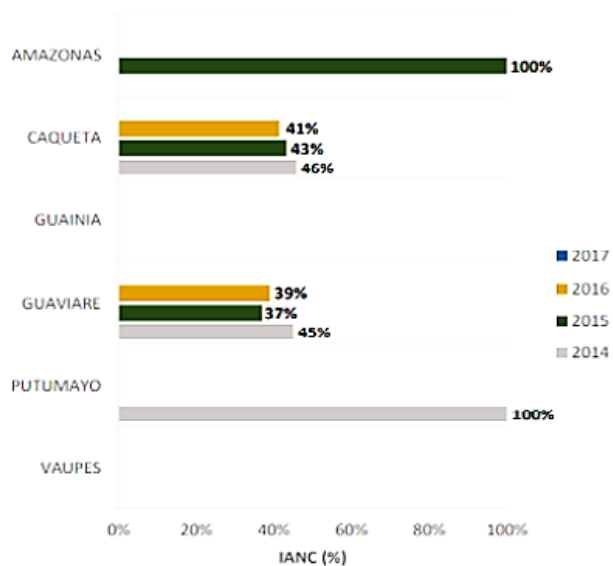
## Indicador IANC región Orinoquia



Nota. Para la región Orinoquia se evidencia que el departamento del Casanare durante los años 2015, 2016 y 2017 un alto IANC. Del Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia de Porras

Figura 7.

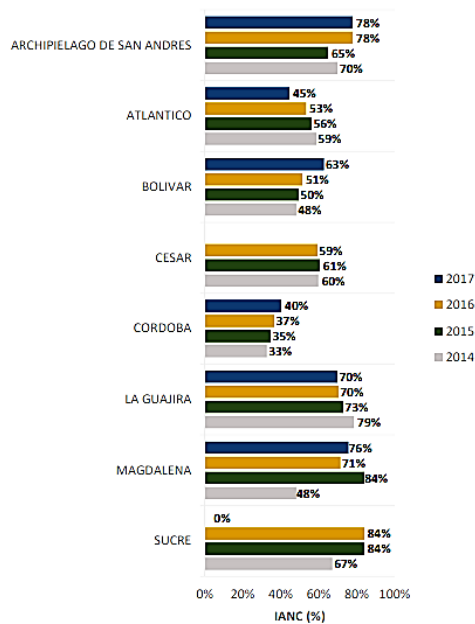
## Indicador IANC región Amazonia



Nota. Región Amazonia se evidencia que el departamento del Amazonas tiene un alto índice. Del Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia de Porras

Figura 8.

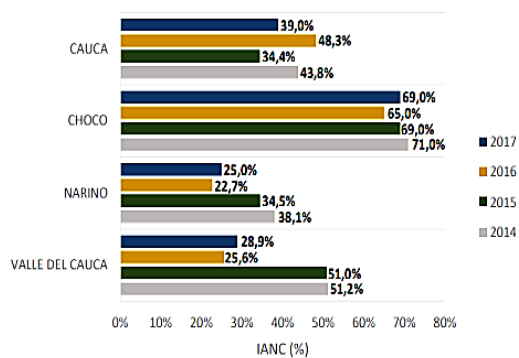
## Indicador IANC región Caribe



Nota. Para la región Caribe se evidencia que en los departamentos de la Guajira, Magdalena y Sucre tienen un alto IANC. Del Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia de Porras

Figura 9.

## Indicador IANC región Pacifico

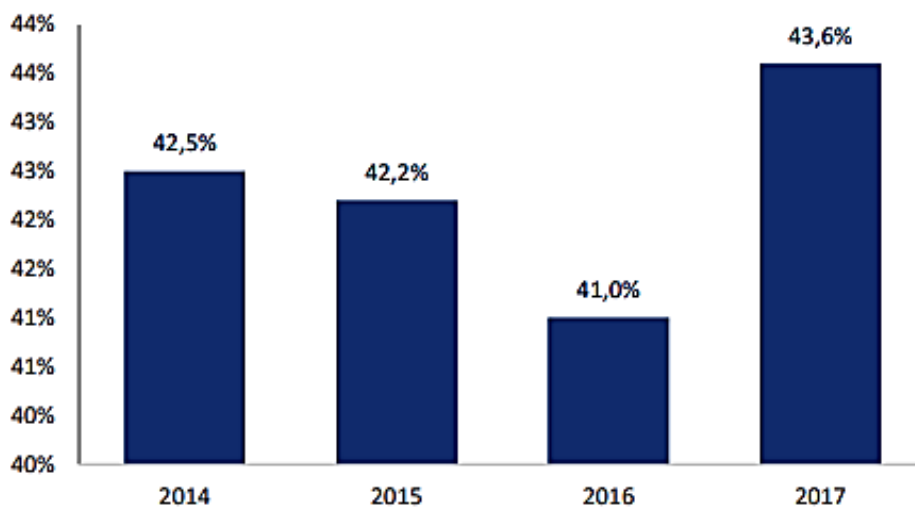


Nota. Para la región Pacifico se evidencia que el departamento Pacifico tienen un alto IANC. Del Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia de Porras

Realizando un análisis de las figuras de la 5 a la 9, se evidencia que a nivel nacional en promedio el 76% se encuentra con cumplimiento del indicador por encima del límite sugerido el cual es del 30%; esto quiere decir que a nivel nacional no se presta la atención necesaria al análisis y establecimiento de políticas y planes que permitan una reducción de pérdidas de agua, en búsqueda de la conservación del recurso. En la figura 10 se ilustra el cumplimiento del indicador IANC del año 2014 al 2017 (Porras, s.f.)

Figura 10.

IANC nacional



Nota: Extraído Porras, K. P. (s.f.). El Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/2490/2470>

En el informe sectorial de la Superintendencia De Servicios Públicos evalúa que para el año 2018, el indicador promedio del IANC es del 42% comparándolo con el año 2017 que fue de 43,6% se puede ver un pequeño avance, pero estas cifras no dejan de ser preocupantes, ya que como empresa se deben asumir los diferentes costos existentes entre el valor máximo que se

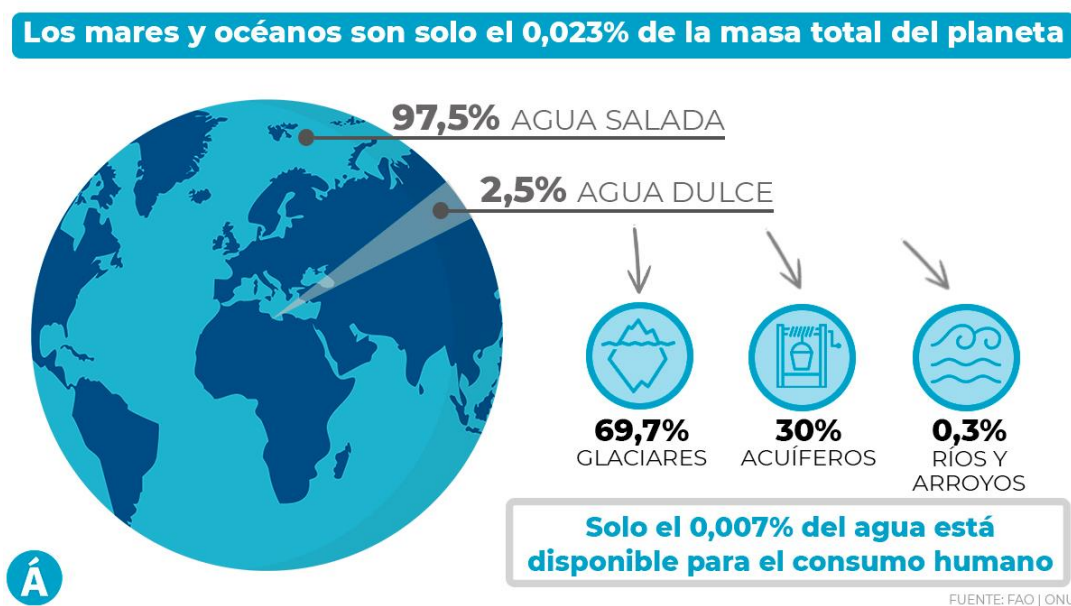
permite trasladar a los usuarios en su tarifa y el nivel de pérdidas, esto evidencia la debilidad existente y la ineficiencia técnica y comercial que presentan las empresas (públicas)

### Contexto Internacional

El agua dulce es indispensable para todo el mundo, en el planeta tierra se encuentra naturalmente de diferentes formas, pero el agua dulce representa únicamente el 2,5% del agua en la tierra, ya que el restante se encuentra congelada, de este porcentaje solo el 0,007% se encuentra para el consumo humano (Carrión, 2020) como se evidencia en la figura 11.

Figura 11.

Agua en el planeta



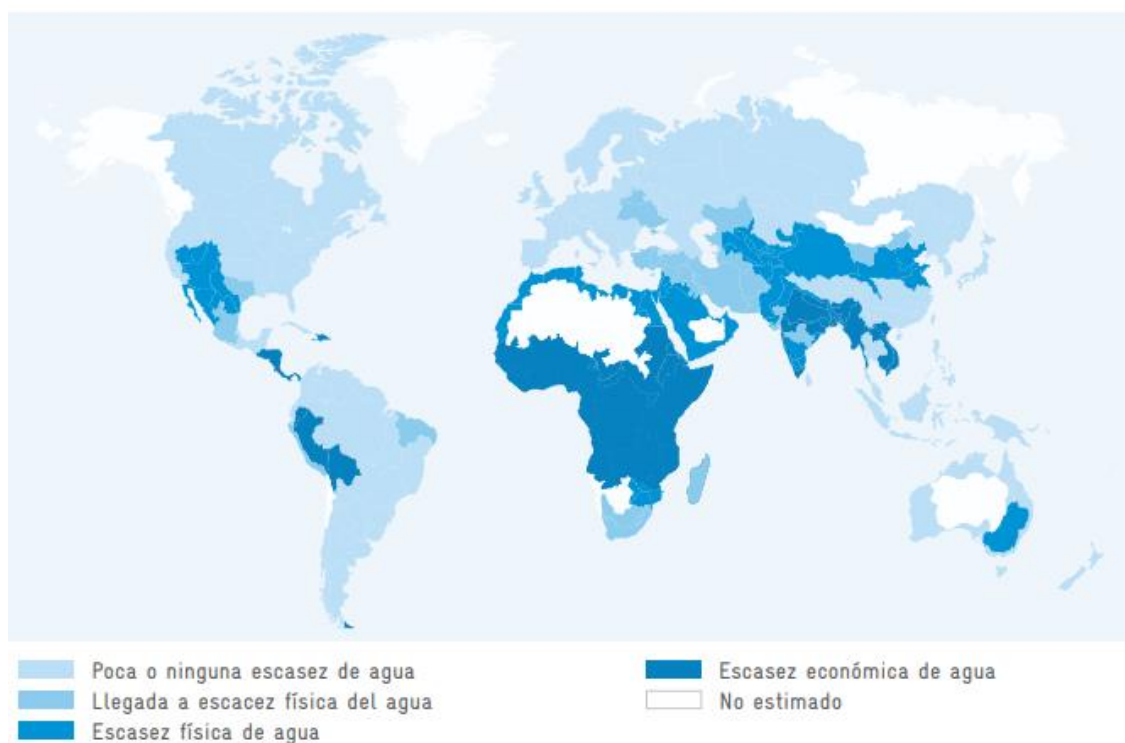
Nota: Extraído de Carrión, M. (20 de 03 de 2020). ¿Cuánta agua hay en el planeta? Obtenido de <https://www.elagoradiario.com/agorapedia/cuanta-agua-planeta/>

Estas cifras demuestran que es un recurso limitado, afectando directamente los cambios mundiales, crecimiento demográfico, urbanización, expansión, etc. Por este motivo la administración del agua es de suma importancia, para que no haya extracción del recurso que

afecte negativamente las fuentes hídricas; el efecto de dificultad del acceso al agua se conoce como escasez física y económica (Internacional, s.f.). En cuanto a la distribución hídrica en la figura 12, se evidencia a nivel global la escasez que se presenta.

Figura 12.

Distribución global de la escasez física y económica del agua



Nota: De la UNESCO, The United Nations World Water Development Report 3 - Water in a Changing World. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Francia, 2009.

En los países en desarrollo de acuerdo con la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional, se tiene una gran cantidad de pérdidas de agua por fugas en la distribución (pérdidas reales), sin facturación (aparentes) y consumo no autorizado no facturado; esto con base en un estudio que realizó esta sociedad en donde:



40 empresas de agua en el sudeste de Asia y a la base de datos IBNET sobre el desempeño de las empresas de agua que cubre más de 900 servicios públicos en el mundo, el Banco Mundial estima que la cifra actual para todos los niveles de ANF en el mundo en desarrollo está probablemente en el rango de 40 - 50 % del agua producida.

Teniendo en cuenta esta información las medidas para la reducción de perdidas permite una recuperación económica bastante significativa además del cuidado del recurso hídrico. Para poder evidencia el impacto que puede generar una fuga en una tubería la GIZ realiza el siguiente ejemplo, ilustrado en la figura13.

Figura 13.

Ejemplo fuga agujero 6mm



Nota. De la UNESCO, The United Nations World Water Development Report 3 - Water in a Changing World. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Francia, 2009.

De acuerdo con este ejemplo se evidencia que, en una fuga de una tubería con un agujero de 6 mm, por hora se puede tener una pérdida de 1,8 m<sup>3</sup>, en 2 meses se tendría 2,500 m<sup>3</sup>

(Internacional, s.f.). En Colombia en promedio una persona consume 200 litros (0,2 m3) , en Estados Unidos 565 litros (Conservemos, 2019).

De acuerdo con la ONU existen 17 objetivos los ODS (Objetivos Desarrollo Sostenible) los cuales se encuentran en la figura 14, para el caso de la gestión de perdidas una empresa apunta al desarrollo sostenible cuando sus actividades permiten mayor equidad y oportunidades, así como el cuidado de los recursos naturales en pro de las generaciones futuras, además, se requiere integridad entre los aspectos económicos, sociales, tecnológicos y ecológicos; todo esto es necesario para poder actuar en el constante crecimiento poblacional, migración, urbanización y el cambio climático.

Figura 14.

ODS – Objetivos Desarrollo Sostenible



Nota. Consultado en la pagina <https://www.pactomundial.org/2018/08/siete-publicaciones-imprescindibles-para-entender-los-ods/>

Ahora bien, el indicador del IANC se encuentra que para el caso de los países desarrollados como EEUU y gran parte de Europa son de 15% y 12% respectivamente, pero en los países de américa latina se encuentran en un promedio del 42%, esto es un indicativo de la perdida millonaria de estos países diariamente (Benavides, 2003).

## Procesos Metodológicos

### Observación participante

La investigadora ha estado vinculada en la EAAB-ESP desde el año 2017, en donde realizo su pasantía universitaria de ingeniería industrial, desarrollando actividades de levantamiento y actualización de los procedimientos de los diferentes procesos que se manejan, al casi llegar el tiempo de finalizar dicha pasantía fue vinculada mediante contrato de prestación de servicio con actividades administrativas básicas; posteriormente ya con el conocimiento y experiencia adquirida junto con la necesidad de la Empresa de tener un profesional para diferentes actividades como por ejemplo el seguimiento y análisis de algunos indicadores que se encuentran en la Planeación Estratégica; actualmente sigue vinculada, en donde cada vez adquiere mayor compromiso con la Entidad y con el constante aprendizaje.

Al estar involucrada en diferentes procesos, ha sentido interés en los diferentes proyectos que la Empresa aplica para el desarrollo sostenible y el cuidado del recurso hídrico. Cada año la empresa realiza un informe de gestión en donde muestra los resultados, actividades y proyectos que ha adelantado durante el año, esta información es publicada bajo la ley de transparencia (ley 1712 de 2014) bajo el nombre de informes de gestión, evaluación y auditoria; y en el ámbito planeación se encuentra el tablero de control corporativo, en donde se evidencia el interés de la empresa en la aplicación de planes y programas que permitan el cuidado del agua (EAAB, s.f.)

Bajo las funciones y actividades desarrolladas por la investigadora, son fundamentales para reconocer las características para la aplicación del programa de gestión de pérdidas, y el análisis necesario de los principales factores y variables a tener en cuenta para el balance hídrico, lo cual permite un mayor conocimiento para la aplicación de estrategias y programas para el

cuidado del recurso hídrico, además de ayudar a la empresa al control necesario para con los usuarios.

Cabe resaltar que esta monografía es de tipo descriptiva por observación, también se hace uso del focus group, debido a que el maestrante ha asistido a mesas de trabajo al interior de la empresa, en donde participan expertos del tema y ayudan a encontrar las mejores alternativas para la Empresa y dar cumplimiento a los objetivos estratégicos.

**Reconocer las características de la gestión de pérdidas de agua acorde a la normatividad vigente a nivel nacional e internacional**

La EAAB-ESP es la encargada de la administración del sistema de abastecimiento de agua potable, dentro de sus actividades se encuentra el cobro a los usuarios un valor eficiente por el servicio prestado y no se generen costos adicionales por problemas de lectura, medición, adaptaciones, entre otros. Es clave, tener en cuenta que en la Ley 142 de 1994 en su artículo 163 establece que:

Las fórmulas tarifarias, además de tomar en cuenta los costos de expansión y reposición de los sistemas de agua potable y saneamiento básico, incluirán los costos de administración, operación y mantenimiento asociados con el servicio. Además, tendrán en cuenta indicadores de gestión operacional y administrativa, definidos de acuerdo con indicadores de empresas comparables más eficientes que operen en condiciones similares. Incluirán también un nivel de pérdidas aceptable según la experiencia de otras empresas eficientes” (CRA).

Dentro del marco tarifario establecido por la CRA se estableció un nivel de pérdidas aceptable del 30% teniendo en cuenta las bases del indicador IANC (Índice de Agua No contabilizada) en el cual se tiene en cuenta tanto las pérdidas comerciales como las técnicas o reales; estos mismo hacen parte de los valores no facturados, junto con el consumo no autorizado, los cuales son aquellos que son consumos por usuarios de algún modo, pero nunca contabilizados para su facturación (COOPERACIÓN).

$$IANC = \frac{(Vol. producido - Vol. facturado)}{Vol. producido} * 100$$

En el documento “Marco Tarifario para los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado Nivel de pérdidas aceptable” realizado por la CRA, establece que el indicador IANC es utilizado para medir la gestión de las empresas prestadoras, pero no referente al desempeño (CRA, Marco Tarifario para los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado)

En la Resolución CRA 688 de 2014 establece la metodología tarifaria para aquellas empresas que tienen más de 5.000 suscriptores, para el caso de Bogotá se tienen aproximadamente 2'300.000. Para el caso de esta monografía se revisará el indicador del IPUF (Índice de pérdidas por usuario facturado) el cual tiene una meta de eficiencia de 6 m<sup>3</sup>/suscriptor/mes.

Para el caso del indicador IPUF, de acuerdo con el Título I aspectos generales, Artículo 9 determinación de las metas para los estándares de servicio y los estándares de eficiencia, establece que *“Para calcular las proyecciones que permiten determinar los costos de prestación, las personas prestadoras deberán establecer metas anuales para reducir la diferencia entre el valor del año base y estándar de servicio, con la gradualidad exigida, dentro de su APS”*.

$$IPUF = \frac{\text{Agua potable suministrada} - \text{Consumo de agua facturada}}{\text{Numero de suscriptores facturados}}$$

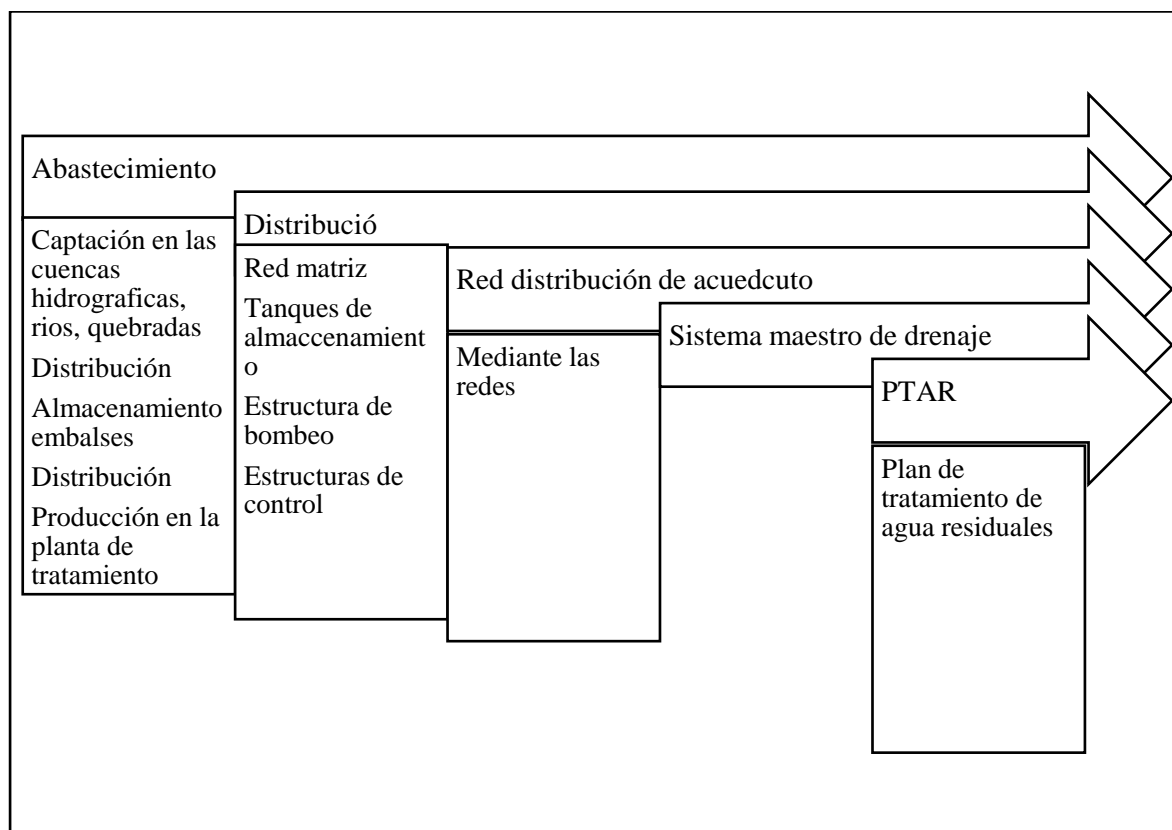
En la misma resolución, en su anexo 1 - plan de reducción y nivel económico de pérdidas; guía para la implementación de planes de reducción de pérdidas de agua en sistemas de acueducto; busca que la empresas prestadoras del servicio utilicen dicha guía para la correcta clasificación de las pérdidas totales, técnica y comerciales, con base en el balance hídrico propuesto por IWA - International Water Association (Asociación internacional del agua), esto tiene como objetivo final que al tener un mayor conocimiento de las pérdidas que se presentan se puedan priorizar las inversiones asociadas a la reducción de pérdidas y mejora de la prestación del servicio (CRA, Cra 688 de 02014).

### Establecer las condiciones para aplicar la gestión de pérdidas de agua

En la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se aplica el siguiente proceso, en donde se inicia con la captación del agua hasta su disposición final, en la figura 15 se evidencian estos procesos con las principales actividades.

Figura 15.

Proceso EAAB-ESP, desde la captación hasta la disposición final del recurso hídrico



Nota. Diseñado por la autora, con base en la información disponible en la página de EAAB relacionada con la cobertura en Bogotá, municipios Funca, Madrid, Mosquera y Soacha

Para el proceso de captación de las fuentes de agua en los sistemas de abastecimiento, para luego pasar a los sistemas matriciales de acueducto y de distribución, para posteriormente recogerla luego de ser utilizada y llevarse al plan de tratamiento de agua residuales para su

vertimiento final en el río Bogotá. Para el sistema de abastecimiento existe el sistema Chingaza, Sumapaz la cual es la cuenca del río Tunjuelo más alta, y el sistema Tibitoc. Para el proceso de potabilización del agua se utilizan diferentes procesos en las diferentes plantas convencionales, generalmente inicia con la filtración de objetos grandes, posteriormente se añaden coagulantes químicos para poder extraer las partículas en suspensión, luego se realiza una filtración de todos los materiales que están sedimentados o se encuentran en la superficie, siguiente se realiza el proceso de desinfección para agregar productos químicos para nivelar el PH.

Para el proceso de distribución se identifica el sistema de red matriz de acueducto el cual se encuentra compuesto por tanque y estaciones de bombeo, túneles, líneas expresas, y la red matriz; para la etapa de los tanques de almacenamiento son para el proceso de conducción y distribución del agua potable en las redes matrices, estos tienen como objetivo el mantener y entregar el agua mediante las redes.

Para la distribución se utilizan los sistemas de bombeo, los cuales tienen como función impulsar el agua potable para llegar a los puntos más altos de la ciudad; para que este proceso funcione de la mejor manera, existen estructuras de control y estaciones controladoras de presión, las cuales son las encargadas de realizar el seguimiento del proceso de distribución del agua bajo los estándares de calidad y servicio. Para que el agua llegue a cada hogar, se utilizan redes menores de acueducto y alcantarillado, en donde se encuentran los medidores, los cuales son utilizados para realizar la debida facturación de la prestación del servicio, siguiendo el proceso, en cuanto al sistema de drenaje existe el sistema de alcantarillado y ya por último el plan de tratamiento de aguas residuales, que se hace en las PTAR (Plantas de Tratamiento de Agua Residual).



Ahora bien, al entender la importancia y el proceso en general para la producción del agua y prestar el correcto servicio a todos los usuarios de la capital. Es necesario comprender que la gestión de pérdidas es vital para conservar el recurso hídrico. Por este motivo las empresas prestadoras de servicio y en este caso la EAAB, deben tener un plan para poder manejar el recurso teniendo en cuenta las condiciones del proceso, lo cual lo permite el balance hídrico IWA.

Se realizará un recuento general de los aspectos más importantes para realizar el balance hídrico de acuerdo con el IWA, dado que este balance es de suma importancia para lograr entender en qué factor se está yendo el recurso hídrico y de qué manera se podría recuperar los metros cúbicos dejados de facturar, lo cual permite que se tenga mayor inversión en los diferentes programas y una mejor conservación del recurso.

Las pérdidas de agua en general pueden ser derivadas por el estado de la tubería, estado de los instrumentos de medición, proceso de lectura, consumos no facturados, fraudes, conexiones fraudulentas, consumos por mantenimientos arreglos o propios de la Empresa, fugas, entre otros (MEDINA, s.f.) Entonces, teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, a continuación se realizará una explicación del IWA y las condiciones para la implementación.

En la tabla 5 se evidencian los componentes del balance hídrico establecido por el IWA (Asociación Internacional del Agua), este debe ser calculado por un período de tiempo establecido, generalmente se realiza por año. Este cálculo es beneficioso para las empresas prestadoras del servicio, debido a que, al ser estandarizado permite que la empresa tenga cifras confiables en la comparación de las pérdidas aparentes y reales, además se utilizan los indicadores de desempeño, los cuales son precisos para la toma de decisiones ya que se basa en

los datos recogidos del balance hídrico, con base en esto se determina si son comparativamente bajas o altas.

Tabla 5.

Terminología para el balance hídrico

	Consumo autorizado	Consumo facturado	Consumo no facturado medido	Agua facturada
			Consumo no facturado no medido	
Volumen de entrada al sistema	Pérdidas aparentes	Pérdidas reales	Consumo no autorizado Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos Fugas en las tuberías de aducción y distribución Fugas y reboses en tanques de almacenamiento Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente	Agua no facturada

Nota. Consultado en la página de la UNESCO, The United Nations World Water Development Report 3 - Water in a Changing World. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Francia, 2009.

De acuerdo con la “Guía para la reducción de las pérdidas de agua” del GIZ y el proyecto de grado “formulación de estrategias para la reducción de pérdidas comerciales de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Bogotá”, registrado por Parra (2019), es necesario entender las siguientes definiciones para el cálculo del IWA, ilustradas en la tabla 6.

Tabla 6.

Terminología IWA

I nivel	Descripción
Volumen de entrada al sistema	Es el ingreso de agua al sistema en un punto definido por la Entidad
II nivel	
Consumo autorizado	Es el agua de volumen de agua medida y no medida por la Empresa. Para el caso de la EAAB realiza por si mismo la medición. También se tiene en cuenta las fugas y reboses luego de la medición, junto con las actividades propias de la Empresa como el lavado de tuberías.
Pérdidas de agua	Este es el valor del agua perdida entre el agua suministrada y la medida al usuario; también se puede expresar como la diferencia entre la ingresada al sistema y consumo autorizado, con pérdidas aparentes y reales.

\*perdidas aparentes: están divididas en consumos no autorizados, inexactitudes en medidores y errores en el manejo de datos

\*perdidas reales: está compuesto por fugas desde las tuberías de distribución, fugas desde conexiones de servicio y fugas desde los tanques de almacenamiento.

---

V nivel	
Agua facturada (consumo autorizado facturado)	Es el agua que se mide y es facturada de manera exitosa al usuario, siendo los ingresos.
Agua no facturada (ANF)	Agua no facturada y que no representa ingresos a la Empresa. Esta puede ser la diferencia del agua ingresada al sistema y consumo autorizado facturado o suma de consumo no autorizado no facturado y pérdidas.

---

Nota. Consultado en Guía para reducción de las pérdidas de agua” del GIZ y proyecto de grado

En las PÉRDIDAS REALES se evidencia el volumen de agua perdida en fugas, estallidos y escapes, estas se clasifican por la ubicación en el sistema y el tamaño y tiempo; las que se encuentran en la clasificación por ubicación se pueden evidenciar a continuación:

Fugas que inician desde las redes de transmisión y distribución, las cuales se encuentra en las conexiones por desconexión o por el estado, tuberías por estallidos y válvulas las cuales pueden fallar por mantenimiento o alguna falla, las cuales generalmente son entre cortas y medianas en duración.

Fuga y reboses de tanques de almacenamiento son causadas por fallas en el control, en los cuales además puede presentar inconvenientes en las paredes de concreto o filtraciones por la construcción como tal, estas se subestiman por la baja tasa de flujo que se presenta, pero estas pueden ser un de alta inversión financiera debida a la complejidad, por este motivo se requiere un plan preventivo para evitar que se presente.

Fugas desde conexiones de servicios hasta el punto de medición del usuario, estos pueden llegar a ser los puntos débiles de las redes, los cuales tienen a ser por uniones o accesorios que tienen baja calidad o ya son antiguas y tienen un alto indicador de falla. En la tabla 7 se evidencia la tasa de flujo y tiempo para resolver las fugas reales que se presentan.

Tabla 7.

Tipología de fugas por ubicación

Tipo	Tasa de flujo	Tiempo para resolver
Fugas que inician desde las redes de transmisión y distribución	Mediano alto	Corto mediano
Fuga y reboses de tanques de almacenamiento	Baja	Largo
Fugas desde conexiones de servicios hasta el punto de medición del usuario	Mediana	Largo

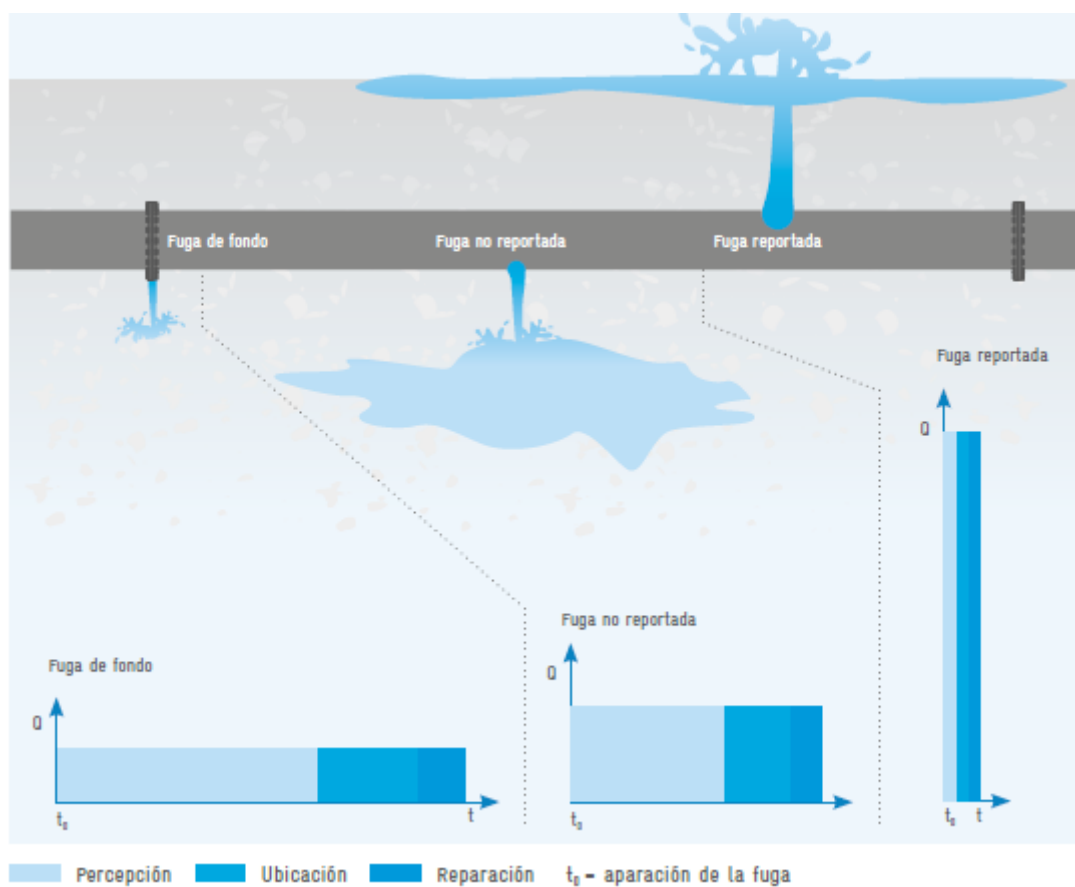
Nota. Registrado por el autor con base en la guía de la GIZ

Si se realiza la división de las fugas por tamaño y tiempo, se puede dividir según la GIZ en, fugas reportadas o visibles las cuales son causadas por un estallido o ruptura; las fugas no reportadas u ocultas son aquellas que tienen un caudal más alto que 250 l/h a 50 metros de presión pero por sus condiciones no aparecen en las superficies; y las fugas por fondo son

similares al anterior con la diferencia que se presentan en uniones, filtraciones, válvulas y accesorios, para este tipo de fugas es difícil identificarlas al llegar al punto que hasta que no se cambie el sistema no se da solución a la misma, por ende son un significativo valor en las pérdidas reales, como se muestra en la figura 16.

Figura 16.

Tasa de fugas vs tiempo de fugas



Nota. Consultado en la Guía para la reducción de las pérdidas de agua del GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional). Pg. 51

En este punto se evidencia que, aunque las pérdidas aparentes pueden llegar a tratarse, siempre abra un nivel de pérdidas reales no controlables, estas son las pérdidas reales anuales

inevitables (PRAI), y la diferencia con pérdidas reales anuales actuales (PRAA) nos da el valor de las pérdidas reales potencialmente recuperables.

Adicionalmente, Lambert y McKenzie especifican cuatro factores específicos que afectan directamente en las pérdidas reales: longitud de las redes, número de conexiones del servicio, ubicación del medidor y la presión promedio del sistema. Además, las partes de la red de distribución tienen componentes que están relacionados con las pérdidas, debido a su condición, como se registra en la tabla 8, incluyendo las condiciones de los componentes.

Tabla 8.

Pérdidas reales, condiciones de los componentes

Pérdidas en	Condiciones		Observaciones
		Material	En este se pueden presentar desde la fabricación de los elementos, puede ser causado por mal uso.
	Material, condición y edad	Condición	En el caso de tubería metálica se puede ver afectada por la corrosión.
Uniones y tuberías		Edad	Uno de los factores más significativos para las fugas es la edad de una sección, pero si se tiene mantenimiento y un buen diseño puede llegar a reducirse este riesgo.
	Diseño e instalación, con calidad	Diseño	Falencias en la etapa de diseño
		Almacenamiento de tuberías	El mal almacenamiento puede afectar desde antes de la instalación al igual que

de mano de obra		el transporte hasta el punto de instalación
	Lecho	Malas decisiones del lugar donde se pone la tubería antes de su instalación, lo cual puede producir rayones en la tubería
	Uniones	Las malas uniones también producen fugas, sea por soldaduras o por tubos de encaje
	Alta	Puede producir nuevos estallidos
	Baja	Dificulta la detección de fugas
	Variaciones	Puede causar fatiga de los materiales
Presión		Estos son causados principalmente de
	Aumento repentino	deficientes mecanismos de control y puede causar fracturas en tubería, uniones entre otras.
		Esto afecta en el momento que hay una
Suelo y agua	Tipo de suelo	fuga el suelo lo absorba rápidamente o no, afectando el tiempo para detectarla
	Agresividad del suelo	El pH del suelo en tipos cohesivos como la arena.
		Esto afecta los tubos, debido a que
Tráfico	Carga	actualmente en las vías hay mayor tráfico, y por ende más peso
	Pavimento	En los pavimentos de concreto y asfalto,



		la fuga puede aparecer en otro lugar del origen del daño
	Influencia de terceros	Esto puede ser por obras cerca de las instalaciones de tuberías, excavaciones, construcciones, etc.
	Otros factores	Puede ser el manejo operativo, inspección, mantenimientos, estrategias de manejo de fugas.
Válvulas y accesorios defectuosos		Ruptura, deformaciones, fallas, empaquetaduras, entre otras
Tanques de almacenamiento y bombas defectuosas		Se pueden presentar, pero el impacto económico de su arreglo es bastante alto, al igual que la dificultad de las mismas.

---

Nota. Creación de la autora basada en la información Guía para la reducción de las pérdidas de agua del GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional).

Los impactos de estas pérdidas reales pueden ser tanto económicas por la reparación de fugas, al perderse agua en el ciclo hasta llegar el cliente genera que se tenga que aumentar la capacidad técnica para suplir tanto al usuario como las mismas perdidas, también afectar la vía pública o construcciones contiguas a estallidos o rupturas de tubos; impactos técnicos por escape de agua potable a los sistema de alcantarillado saturándolos y generando mayor carga, fugas muy

grande pueden afectar la demanda del agua, suministro no constante; y por ultimo los impactos sociales lo cual genera que se aumenten las PQR's y sobre toda la credibilidad a la calidad del servicio prestado por la Empresa.

Ahora en el caso de las PÉRDIDAS APARENTES estas son las que no son consecuencia de fugas físicas en la infraestructura, esto quiere decir que es el agua que se entrega al usuario pero que no es facturado de manera correcta, estas pueden llegar a ser las perdidas más caras ya que valorizan el precio del metro cubico. Estas pueden ser por *inexactitud del medidor* causado por agua que no es medida debido por una constante perdida en el medidor como tal o error de medición, *errores en el manejo de los datos* causados por malas lecturas del personal encargado, uniéndose con el manejo de los datos y fases en la facturación; *consumo no autorizado* esta es una de las principales causas y que tienen un gran impacto, son causadas por conexiones clandestinas, medidores manipulados, entre otros.

Para el caso de la EAAB, se tiene un control bueno ante este tipo de fugas ya que para el caso de las conexiones, anualmente se proyecta una inversión significativa para mejorar las redes y con ello la prestación del servicio, en el caso de los tanques la EAAB desde sus Gerencias lo controla, debido a que dentro de los proyectos se encuentran el cuidado del medio ambiente, apuntando al objetivo ambientalmente sostenible y con ello la inversión en la infraestructura luego de la extracción y durante todo el proceso, teniendo en cuenta que existen factores de influencia necesarios para el correcto control de las pérdidas, esta se presenta en todo el sistema de distribución, para las empresas prestadoras del servicio y el caso específico de la EAAB, es necesario aceptar un nivel de pérdidas ya que no se pueden eliminar completamente.

Dentro del control de pérdidas, se requiere un análisis de los factores que afectan la gestión de la empresa, como es el caso de las **Fugas**, existen cuatro factores claves que influyen directamente el grado de fugas en la red, como se muestra en la figura 17 (Internacional, s.f.).

Figura 17.

Factores que afectan las fugas



Nota. Las fugas son afectadas por diferentes factores, los cuales influyen directamente el funcionamiento del sistema. Obtenido de la guía de la GIZ

Benavides, 2003, con relación a las fugas, registra que están divididas en dos: no visibles y visibles, en el caso de la primera son las que están dentro de la red interna de acueducto y que son de difícil localización, se utilizan instrumentos como geófonos, para su detección para ser reportadas y reparados. Para el caso de aplicación es necesario que se capacite al personal y se desarrolle un grupo para la detección correcta de estas fugas, esto con base en un análisis costo-beneficio. Las fugas visibles son las que se pueden percibir de manera rápida, para esto, la empresa necesita un buen sistema para atender estas situaciones, en este punto se requiere un sistema de comunicación entre usuario-empresa, ya que en esto se basa la rápida respuesta de la empresa para realizar los respectivos arreglos.

De acuerdo con Benavides (2003), en cuanto a los procesos de medición se encuentra la MICROMEDICIÓN y MACROMEDICIÓN. Se presentan las principales características en la tabla 9 y en la tabla 10 en donde se pueden establecer las diferencias entre la micromedición y macromedición. De igual manera, para la tipología de micromedidores, los cuales son utilizados para la lectura en las revisiones domiciliarias, estas son las tuberías que llegan a las domiciliarias.

Tabla 9.

## Medición

Micromedición	Macromedición
Verificación fugas	Cuantificación distribución agua
Disminución consumos no facturados	Base cálculo de pérdidas
Verificación lectura y facturación	Control sistema

Nota. Diferencia entre la micromedición y macromedición. Benavides, (2003).

Tabla 10.

## Micromedidores

Velocidad	volumétricos
Se instalan generalmente de manera horizontal	Se instalan en cualquier posición
Son más resistentes a golpes y agentes externos	Delicados
Rango metrológico de R160 horizontal y vertical R80	Mas precisos, miden caudales más bajos
	Rango metrológico de R315

Nota: Experiencia del Maestrante

El rango metrológico es la relación entre el caudal permanente y el caudal mínimo, esto mide la precisión del medidor es decir la capacidad de medir caudales menores; la EAAB debe basarse en lo establecido en la ISO 4064 de 2016, en donde el rango de Error Máximo Permisible es de 2% a 5% dependiendo del caudal y la temperatura del agua (MEDINA, s.f.).

Un programa de macromedición de se basa en la instalación de macromedidores para tener una constante medición en el sistema de las fuentes hidrográficas, plantas de tratamiento y los tanques de almacenamiento, este es una herramienta muy importante para poder orientar el sistema de abastecimiento de manera correcta, esto va de la mano con la capacitación de las personas que esta involucradas en el proceso, ya que el recurso humano es imprescindible.

Ya para el caso de la Micromedición se cuantifica el consumo de agua de los usuarios para realizar el proceso de facturación, para el caso de la gestión de pérdidas y en general la administración del recurso, es necesario tener en cuenta la calidad de los medidores ya que estos se desgastan y esto es una de las principales causas de pérdidas de agua y desviaciones, en este punto es necesario tener en cuenta el nivel de error de los medidores que están en el sistema.

Para poder establecer las condiciones para la aplicación del balance hídrico, lo que debe hacer la empresa de prestación de servicios es analizar los diferentes factores que están dentro del balance hídrico. Para el caso de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, se puede tener en cuenta los datos que entrega han en el sistema de abastecimiento y posteriormente en el proceso de facturación. Teniendo en cuenta esto, los indicadores del IPUF nos puede dar una idea de las pérdidas generales que se están teniendo, sin discriminarlas en técnicas y comerciales. Ahora para el desarrollo de una estrategia, se inicia con un diagnostico del sistema en general de la empresa iniciando por conocer la situación actual de las fugas y el nivel economico, esto se puede realizar teniendo en cuenta lo registrado en la figura 18.

Figura 18.

## Método detección de fugas

Pregunta	Métodos disponibles
¿Conocemos nuestro sistema?	Registro de la red basado en SIG y modelación hidráulica
¿Cuánta agua se pierde?	Cálculo del balance hídrico
¿Dónde se pierde?	Medición (permanente o temporal)
¿Cómo determinar las pérdidas?	Métodos de evaluación de pérdidas
¿Por qué se pierde?	Revisión de la red y práctica operativa

Nota. Consultado en la Guía del GIZ

Posteriormente del diagnóstico, se determina el balance hídrico el cual permite contabilizar y examinar los componentes que se encuentran dentro del sistema de abastecimiento, esto es necesario que se tengan los datos exactos, ya que de este mismo modo se tendrá una base sólida para el correcto análisis, se determina el volumen de ingreso al sistema, compuesto por consumo autorizado (consumo autorizado facturado y consumo autorizado no facturado) y pérdidas de agua (perdidas aparentes y perdidas reales), para realizar el balance hídrico se sugiere iniciar de arriba hacia abajo:

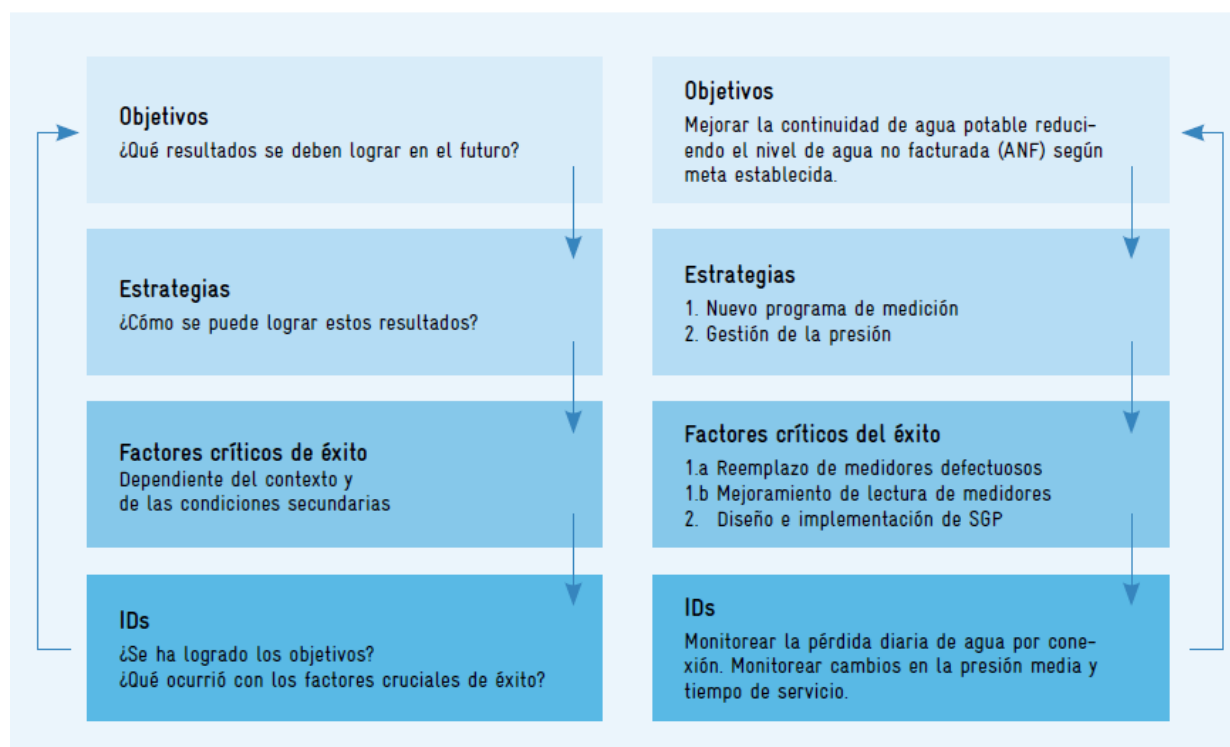
1. Volumen de ingreso al sistema, compuesto por los medidores.
2. Identificación de los usuarios, para determinar el consumo autorizado facturado, agregando los clientes facturados sin medidor
3. Consumo autorizado no facturado, en el cual se identifican los usuarios y posteriormente un promedio del consumo anual
4. Consumo no autorizado teniendo en cuenta los datos anteriores
5. Perdidas aparentes, es más complejo, debido a que toca estimar el volumen de conexiones ilegales, para el caso de EAAB puede realizar el 0.25% del volumen que ingresa al sistema.
6. Realización del balance hídrico

## Reconocer los factores y características para la aplicación del balance hídrico

Teniendo ya en cuenta la importancia y las condiciones necesarias para realizar el balance hídrico, de acuerdo con el manual de mejores prácticas del IWA, desglosa en indicadores de desempeño financieros y técnicos, en la figura 19 se evidencia el desempeño de los indicadores en la toma de decisiones, en donde se encuentra la descripción general junto con un ejemplo; estos son precisos para la toma de decisiones ya que se basa en los datos recogidos del balance hídrico, con base en esto se determina si son comparativamente bajas o altas.

Figura 19.

### Indicadores de desempeño



Nota. Consultado en la Guía para la reducción de las pérdidas de agua del GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional). Pg. 83

Para el caso de los *indicadores de desempeño financiero*, cuando se tiene el valor número del ingreso al sistema y los factores de las partes del agua facturada y agua no facturada, sugiere que se calcule un indicador de desempeño financiero ID, de cada uno de los componentes de los tres contribuyentes más grandes de agua no facturada, en la figura 20 se evidencia la formula del cálculo a aplicar.

Figura 20.

#### *Indicador de Desempeño Financiero*

$$P_A = (Q_{AuNF} + Q_{PA}) \times C_{PV} + Q_{PR} \times C_P$$

Donde:

$P_A$	[USD]	Pérdidas anuales
$Q_{AuNF}$	[m <sup>3</sup> ]	Volumen de consumo autorizado no facturado
$Q_{PA}$	[m <sup>3</sup> ]	Pérdidas aparentes
$Q_{PR}$	[m <sup>3</sup> ]	Pérdidas reales
$C_{PV}$	[USD/m <sup>3</sup> ]	Precio de ventas
$C_P$	[USD/m <sup>3</sup> ]	Costo de producción

Nota. Consultado en la Guía para la reducción de las pérdidas de agua del GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional). Pg. 83

El consumo no autorizado debe establecerse sobre el valor de precio de venta promedio de venta, ya que estos son entregados al consumidor los volúmenes. Las perdidas reales pueden ser tratados junto a los costos de producción promedio, que puede ser aplicado para la EAAB-ESP, ya que son productores de agua y no traen el agua de una empresa tercera. Ahora bien, con esta información del indicador PA (Pérdidas Anuales) y el costo anual de la administración de la red de abastecimiento, evidencia una imagen buena o a mejorar de la medida de pérdidas de agua.

En el caso de *los indicadores de desempeño técnicos*, se tiene la creencia que una tasa porcentual de pérdidas de agua, la cual se establece de la división de las pérdidas de agua reales



con el ingreso al sistema, es un indicador de desempeño conveniente, pero no es así, debido a que no tiene en cuenta la longitud de la red ni la presión del sistema ni las conexiones en el sistema; en la figura 21 se evidencia el indicador que recomienda la Guía del Guiz, el cual puede ser aplicado en la EAAB-ESP, con apoyo de las áreas misionales que se encuentran en el proceso.

Figura 21.

Indicador de Desempeño Técnico

$$Q_{PE} = \frac{Q_{PR}}{L_R \times 365}$$

$$Q_{PCD} = \frac{Q_{PR}}{N_C \times 365}$$

Donde:

$Q_{PE}$	[m <sup>3</sup> /km/d]	Pérdidas de agua específicas
$Q_{PR}$	[m <sup>3</sup> /a]	Pérdidas de agua reales anuales
$L_R$	[km]	Longitud de la red (sin conexiones del servicio)
$Q_{PCD}$	[m <sup>3</sup> /conexión/d]	Pérdidas de agua por conexión y día
$N_C$	[ - ]	Número de conexiones de servicio

Nota. Consultado en la Guía para la reducción de las pérdidas de agua del GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional). Pg. 84

En el caso del indicador QPE (Pérdidas de agua específicas) se muestra las perdidas teniendo en cuenta la longitud de la red, en cambio el indicador QPCD (Pérdidas de agua por conexión y día) el cual tiene en cuenta el número de conexiones de servicio, debido a que, de acuerdo con la guía y teniendo en cuenta la experiencia, que la mayor parte de pérdidas se encuentran en las conexiones de servicio y no en las redes.

Ahora, teniendo esta información de los indicadores, para el caso de la EAAB al tener más de 20 conexiones por kilómetro, es mejor utilizar el indicador QPCD (Pérdidas de agua por conexión y día).

El WLTF (Grupo de trabajo sobre pérdidas de agua) desarrollo el indicador PRAA (Pérdidas reales anuales actuales) que tiene la fórmula ilustrada en la figura 22.

Figura 22.

Indicador PRAA

$$PRAA = \frac{Q_{PR} \times 10^3}{N_{dsp}}$$

Donde:		
PRAA	[l/día w.s.p.]	Pérdidas reales anuales actuales de agua
$Q_{PR}$	[m <sup>3</sup> /a]	Pérdidas reales anuales de agua
$N_{dsp}$	[ - ]	Número de días en los que el sistema está presurizado (d.s.p.)

Nota. Consultado en la Guía para la reducción de las pérdidas de agua del GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional). Pg. 85

Existe otro indicador llamado Pérdidas reales anuales inevitables (PRAI), el cual se muestra en la figura 23, medido en litros por día, son aquellos volúmenes de agua de perdidas reales que no se pueden eliminar por completo. La relación existente entre el Pérdidas reales anuales inevitables (PRAI) y Pérdidas reales anuales actuales (PRAA) evidencia el potencial real de pérdidas de agua reales, para el caso de la EAAB este puede llegar a ser un indicador de alto impacto para la toma de decisiones en cuanto a proyectos de inversión.

Figura 23.

Pérdidas reales anuales inevitables (PRAI)

$$PRAI = (18 \times L_R + 0.8 N_C + 25 \times L_P) \times P_P$$

Donde:

PRAI	[l/ c.s.p. día]	Pérdidas reales anuales inevitables
$L_R$	[km]	Longitud de la red (sin tubos de conexión de servicio)
$N_C$	[ - ]	Número de conexiones de servicio
$L_P$	[km]	Longitud de tubos de servicio privados luego de la línea de propiedad
$P_P$	[m]	Presión operativa promedio

Nota. Consultado en la Guía para la reducción de las pérdidas de agua del GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional). Pg. 86

Este indicador se basa en la longitud de redes, número de conexiones de servicio y ubicación de los contadores de los usuarios, para cada componente se debe identificar el caudal de fuga desde las fugas de fondo las cuales son las indetectable, también las reportadas y no reportadas a la presión promedio.

Para el caso de la EAAB se podría realizar un levantamiento de información, la empresa tiene identificada la longitud y número de conexiones, pero es posible que no se tenga el dato exacto de la longitud de tubos en propiedad privada que ha instalado, entonces se puede asumir como 0 si el medidor está cerca al límite de la propiedad; también se puede hacer un promedio de tubos de servicio realizando inspecciones aleatorias.

El indicador Índice de fugas estructurales (IFE) muestra si la empresa tiene bien implementada la estrategia para manejo de fugas y la gestión de la infraestructura.

$$IFE = \frac{PRAA}{PRAI}$$

Es de recordar que el PRAA (Pérdidas reales anuales actuales) y PRAI (Pérdidas reales anuales inevitables) los cuales fueron explicados anteriormente.

La guía muestra una relación entre los cuatro componentes importantes para el manejo de fugas y la proporción con el PRAA (Pérdidas reales anuales actuales), los cuales son: gestionar correctamente la infraestructura que tiene la empresa, manejar las fugas de manera constante, manejo de las presiones y procesos rápidos y eficientes de reparaciones, lo cual impacta las pérdidas reales inevitables, nivel económico de perdidas reales y perdidas potencialmente recuperables; la correcta relación de todas las medidas para el manejo de las fugas, trae como consecuencia la reducción del volumen de perdidas reales anuales hasta el punto del indicador de las perdidas inevitables.

El IFE (Índice de fugas estructurales) es un indicador técnico, en el que cuanto es 1, quiere decir que no es rentable desde un punto de vista financiero. La buena sincronización de los componentes trae consigo mejora en las lecturas, reducción de consumos no autorizados, reducción de inexactitudes en las mediciones y la mejora de los datos recogidos, y esto trae como consecuencia bases para la mejor toma de decisiones.

Para el manejo de las pérdidas entonces se puede escoger o aplicar la combinación de una o varias de los cuatro métodos principales utilizados para la reducción de pérdidas; la empresa o en este caso la EAAB-ESP puede escoger uno de los métodos o varios, realizar un análisis económico para posteriormente implementarlo; en el caso que la empresa tenga inconvenientes para tener nuevo personal, equipo técnico o problemas para aplicarlas, se puede implementar

parcialmente. De acuerdo con la Giz se puede manejar desde gestionar correctamente la infraestructura que tiene la empresa, manejar las fugas de manera constante, manejo de las presiones y procesos rápidos y eficientes de reparaciones.

Dentro del desarrollo de la monografía en cuanto a los datos estadísticos y cuantificaciones, la Empresa de Acueducto continua en el análisis, construcción y desarrollo del plan de pérdidas, junto con todos sus planes, gestiones y acciones a seguir, pero al ser información confidencial no es posible exponerla en esta monografía, teniendo en cuenta la Ley 1712 de 2014. Es de resalta que en una Auditoria frente a la reducción de pérdidas de la Empresa (AuditoriaEAAB), se plasmó la importancia de continuar con el proceso de implementación de un plan de pérdidas, teniendo en cuenta la planeación estratégica y transversal de la empresa, además de la relación de los objetivos empresariales, resaltando el cuidado del recurso hídrico.

### Conclusiones y lecciones aprendidas

Al realizar la monografía el aprendizaje fue continuo para el participante, por ello se concluye enfatizando en las propuestas que se harán para disminuir las pérdidas, acorde a los planteamientos de los objetivos, y que a su vez se constituyen en lecciones aprendidas, teniendo en cuenta que el participante es funcionario activo en la empresa.

La EEAB debe establecer **criterios o medidas** para el control de las pérdidas, esto acompañado de planes que permitan un mejor control de los diferentes factores necesarios para la prestación del servicio, por ejemplo, en cuanto al control y seguridad de toda la red de la Empresa, reduciendo las conexiones fraudulentas que puedan aparecer; también puede ser el establecer mecanismos de acción rápida para las fugas en el sistema de cualquier magnitud; esto permite que tanto el usuario como la empresa no pierda el recurso hídrico, al igual que el cuidado del mismo.

Para reconocer las características de la gestión de pérdidas de agua acorde a la **normatividad vigente a nivel nacional e internacional**, es de tener en cuenta el contexto general de la normativa, como lo es la ley 142 de 1994, por la cual se rigen todas las actividades de la EAAB-ESP, y la cual es la base para los programas, condiciones, mecanismo, criterios, etc. para la gestión de pérdidas; de igual forma toda la normatividad de la CRA (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico), como son el caso de los indicadores del IANC e IPUF, los cuales son muy importantes para la gestión de las empresas prestadoras de servicios, por este motivo se deben tener la normatividad vigente en especial la CRA 688 del 2014 en la cual se realiza una explicación del balance hídrico con base en lo establecido por el IWA.

En cuanto a las **condiciones para la aplicación de la reducción de pérdidas** se debe tener en cuenta que para la EAAB y basándose en expuesto por la GIZ, las variables como la longitud de las redes, número de conexiones, ubicación del medidor y precisión del sistema, afectan directamente las pérdidas reales, también las afectan material, condición, edad, diseño, presión, instalación, suelo, tráfico cerca, influencia de terceros, y otros factores relacionados con las uniones y tuberías de sistema al igual que las válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento y bombas defectuosos. Esto tiene impactos económicos, técnicos y sociales que pueden llegar a afectar a la EAAB de manera positiva o negativa dependiendo de la gestión; estas son las condiciones que se deben tener en cuenta.

La gestión estratégica basada en los datos arrojados por los diferentes indicadores y levantamiento de información del IWA, lo cual permitirá una mejor toma de decisiones basados en la realidad; también un constante mejoramiento continuo de los procesos, esto quiere decir que, se debe estar en constante análisis de las situaciones externas e internas de la empresa, lo cual permita que la empresa tenga las herramientas necesarias para poder reaccionar de manera positiva a las situaciones favorables o desfavorables que se presenten.

La gestión de pérdidas es vital para la conservación del recurso hídrico, en el caso del acueducto es necesario tener en cuenta todos los **factores y características para la aplicación del balance hídrico**, lo cual es la base para la toma de decisiones de manera integral, esto quiere decir que para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado es necesario tener en cuenta que,

Dentro de los componentes importantes para manejo de fugas y la relación con las pérdidas reales anuales es necesaria una correcta gestión de la infraestructura, control

constante de fugas, control de la presión y calidad y velocidad de las reparaciones en el sistema.

Ahora bien, las pérdidas aparentes se pueden dar por consumos no autorizados, inexactitud en los medidores y errores en el manejo de datos, esto se puede controlar o tener el menor impacto negativo en las pérdidas si se realiza, como se está haciendo actualmente en la EAAB, mediante programas de cambio de medidores, programas para la legalización de barrios, control de los consumos, y capacitación constante al recurso humano que realiza la facturación brindando las herramientas tecnológicas necesarias para la precisión de este proceso. Dentro del control de pérdidas se evalúan las fugas en el cual se requiere que se capacite al personal para su detección al igual que la mejor de la comunicación entre el usuario y la empresa para una respuesta rápida para su control.

Las pérdidas reales por ubicación son aquellas derivadas de fugas, estallidos y escapes presentadas en las troncales de transmisión y distribución, tanques de almacenamiento y confecciones de servicios. Para una correcta administración de las pérdidas es necesario tener en cuenta que las fugas por tamaño y tiempo deben ser controladas de manera rápida, aunque hay algunas que su nivel de percepción es muy bajo generando que si es necesario se tenga que establecer planes de contingencia y planes preventivos.

También programas de macromedición y micromedición en donde se tenga un control para la correcta administración del sistema de abastecimiento y micromedidores con la precisión necesaria para la medición del volumen a facturar.



Para el caso de la EAAB en resumen se sugiere realizar el balance hídrico con los datos de los años anteriores ya que la empresa cuenta con la información necesaria para este cálculo y proceder a realizar los análisis respectivos y por ende el mejoramiento continuo.

También el cálculo e implementación de indicadores de desempeño para la toma de decisiones basados en los datos obtenidos de los registros del balance hídrico, la EAAB cuenta con la información, pero es necesario levantar algunos datos relevantes, como lo es la longitud de redes en propiedad privada.

Para el caso del Acueducto se debe plantear diferentes alternativas como proyectos para los distritos hidráulicos, mejorándolos para su mejor administración y control; gestión de la presión de los sistemas ya sea con herramientas más sofisticadas o mejora de las válvulas; algo muy importante es el control de fugas y su tiempo de respuesta, considerando que el recurso agua es vital para la vivencia de las personas, como también para la biodiversidad del planeta, considerando además que el agua es un recurso no renovable.

### Referencias bibliográficas

Auditoria EAAB. (s.f.). *Auditoria interna EAAB-ESP.*

[https://www.acueducto.com.co/wps/wcm/connect/EAB2/0b03b6e6-0214-4e97-8426-d1e94693504f/4.+0166-2020+Ambiente+de+Control+EAAB-ESP+Frente+a+la+Reducci%C3%B3n+de+P%C3%A9rdidas+de+Agua..pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE.Z18\\_K862HG82NOTF70QEKDBLFL3000-0b03](https://www.acueducto.com.co/wps/wcm/connect/EAB2/0b03b6e6-0214-4e97-8426-d1e94693504f/4.+0166-2020+Ambiente+de+Control+EAAB-ESP+Frente+a+la+Reducci%C3%B3n+de+P%C3%A9rdidas+de+Agua..pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE.Z18_K862HG82NOTF70QEKDBLFL3000-0b03)

Benavides, O. A. (12 de 2003). *Repositorio Universidad de los Andes.*

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/21267/u250662.pdf?sequence=1>

Carrión, M. (20 de 03 de 2020). *¿Cuánta agua hay en el planeta?*

<https://www.elagoradiario.com/agorapedia/cuanta-agua-planeta/>

Chile, U. C. (s.f.). *REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN SISTEMAS. MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN*

ColombiaAprende. (s.f.). *ColombiaAprende.*

<https://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/Bogota.pdf>

Conservemos. (2019). *¡Las cuentas del Agua! El consumo de los hogares Colombianos.*

<https://www.conservemos.com/las-cuentas-del-agua-el-consumo-de-los-hogares-colombianos/#:~:text=empecemos%20pues%20con%20la%20dura,200%20litros%20de%20agua!!!>

CRA. (s.f.). *Cra 688 de 02014.*

[https://cra.gov.co/documents/Resolucion\\_CRA\\_688\\_de\\_2014\\_Copia\\_y\\_Edicion.pdf](https://cra.gov.co/documents/Resolucion_CRA_688_de_2014_Copia_y_Edicion.pdf)

CRA. (s.f.). *Marco Tarifario para los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado.*

<https://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/admon1202/files/3.%20Documento%20de%20trabajo%20Perdidas.pdf>

Culturarecreacionydeporte. (s.f.).

<https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/bogodatos/bogota-y-sus-localidades#:~:text=La%20capital%20de%20Colombia%20cuenta,entretenimiento%20y%20abastecimiento%20de%20productos.>

EAAB, T. d. (s.f.). *Tablero de control EAAB.*

<https://www.acueducto.com.co/wps/wcm/connect/EAB2/dd29ccc9-1982-42c2-b64f-c3d0284054de/tablero+control+corporativo+Enero++Junio+de+2019.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mYA2ebO>

EAAB-ESP, R. c. (s.f.). *RSE ciclo PHVA.*

[https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/responsabilidad\\_social\\_empresarial/estructura!/ut/p/z1/tZjdV6M4FMD\\_lb70bSI3IV\\_sW-0y1Y79UtGRF0-AUNltgQGq6\\_71Gxzd0arQOS09p6Ulye9-5t4Uy7e-W36q7pOlqpIsVSvz-8bnt98kJycjSaaSgICFhwHmc0zcCbWunybAm9cAjs\\_](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/responsabilidad_social_empresarial/estructura!/ut/p/z1/tZjdV6M4FMD_lb70bSI3IV_sW-0y1Y79UtGRF0-AUNltgQGq6_71Gxzd0arQOS09p6Ulye9-5t4Uy7e-W36q7pOlqpIsVSvz-8bnt98kJycjSaaSgICFhwHmc0zcCbWunybAm9cAjs_)

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP. (2019).

[www.acueducto.com.co](http://www.acueducto.com.co). [www.acueducto.com.co](http://www.acueducto.com.co):

<https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/rendicion-de-cuentas/informes-de-gestion>

FuncionPublica. (s.f.). *Decreto Ley 1421 de 1993.*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=106394#:~:text=Objeto,de%20vida%20de%20sus%20habitantes.>

Internacional, G. S. (s.f.). *Guía para la reducción de las pérdidas de agua.*

[http://www.waterlossreduction.com/images/download/Technical\\_Manual\\_SP\\_-\\_Guidelines.pdf](http://www.waterlossreduction.com/images/download/Technical_Manual_SP_-_Guidelines.pdf)

Lambert, A. O. (2002). Practical Experience in using the Infrastructure Leakage.

Medellin, P. (s.f.). *Instituto de Estudios Urbanos - IEU.* <http://ieu.unal.edu.co/medios/noticias-del-ieu/item/que-son-y-para-que-existen-los-districtos-en-colombia>

MEDINA, L. J. (s.f.). *IBAL. DIPLOMADO EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS:*

<https://www.ibal.gov.co/sites/default/files/ibal/sites/default/files/images/stories/Indice%20de%20Agua%20no%20contabilizada.pdf>

Mundial, P. (s.f.). *Siete publicaciones imprescindibles para entender los ODS.*

<https://www.pactomundial.org/2018/08/siete-publicaciones-imprescindibles-para-entender-los-ods/>

Pagina EAAB. (s.f.). [https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/informacion-general/vision-y-misi%C3%B3n!/ut/p/z1/jZBPT4NAEMU_i4c9yg4LYvW2E0Of1CI12HYuZotbSoRdsiwSv72rXqoS6iRzmMI7v7wZinRNUYm3qhS20krUbt5g9BxlCfgyYIv09hwg44sELqLMD-eMrr4E8KM4xEsWBwDXKaN46IeQJZ)

[empresa/informacion-general/vision-y-](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/informacion-general/vision-y-misi%C3%B3n!/ut/p/z1/jZBPT4NAEMU_i4c9yg4LYvW2E0Of1CI12HYuZotbSoRdsiwSv72rXqoS6iRzmMI7v7wZinRNUYm3qhS20krUbt5g9BxlCfgyYIv09hwg44sELqLMD-eMrr4E8KM4xEsWBwDXKaN46IeQJZ)

[misi%C3%B3n!/ut/p/z1/jZBPT4NAEMU\\_i4c9yg4LYvW2E0Of1CI12HYuZotbSoRdsiwSv72rXqoS6iRzmMI7v7wZinRNUYm3qhS20krUbt5g9BxlCfgyYIv09hwg44sELqLMD-eMrr4E8KM4xEsWBwDXKaN46IeQJZ](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/informacion-general/vision-y-misi%C3%B3n!/ut/p/z1/jZBPT4NAEMU_i4c9yg4LYvW2E0Of1CI12HYuZotbSoRdsiwSv72rXqoS6iRzmMI7v7wZinRNUYm3qhS20krUbt5g9BxlCfgyYIv09hwg44sELqLMD-eMrr4E8KM4xEsWBwDXKaN46IeQJZ)

Parra Laura. (2019). Formulación de estrategias para la reducción de pérdidas comerciales de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Bogotá. Bogotá: Universidad de los Andes.

Porras, K. P. (s.f.). *El Oro Azul y su Gestión de Pérdidas en Colombia.*

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/2490/2470>

publicos, S. d. (s.f.).

[https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe\\_sectorial\\_aa\\_2018-20-12-2019.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_sectorial_aa_2018-20-12-2019.pdf)

RSE, E.-E. (s.f.). *Responsabilidad Social Empresarial*.

[https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/responsabilidad\\_social\\_empresarial!/ut/p/z0/IY5NC8IwDIb\\_Sj3s3LTo3FUHKoq6-QHay8hmkWptZ1vFn28V8Sh4CcmTkOelgu6oMHhXRwzKGtRx3ou0mmUpn4wzvsg49KHcMoCiYHw-6tEpFfEgLXNgGfAFdHkO5boYrpbbfLLZdF8f1O16FQMqGm](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/responsabilidad_social_empresarial!/ut/p/z0/IY5NC8IwDIb_Sj3s3LTo3FUHKoq6-QHay8hmkWptZ1vFn28V8Sh4CcmTkOelgu6oMHhXRwzKGtRx3ou0mmUpn4wzvsg49KHcMoCiYHw-6tEpFfEgLXNgGfAFdHkO5boYrpbbfLLZdF8f1O16FQMqGm)