

CASOS DE ÉXITO WOP-COLOMBIA



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Cooperación Económica y Desarrollo (SECO)





Optimización de la gestión del agua en Colombia: Estrategias para la reducción de pérdidas técnicas



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Cooperación Económica y Desarrollo (SECO)



Optimización de la gestión del agua en Colombia: Estrategias para la reducción de pérdidas técnicas

Autores

María Angélica Palomino

Editores

Clara María Corzo

María del Rosario Navia

Manuel José Navarrete

Banco Interamericano de Desarrollo

División de Agua y Saneamiento

Abril 2026

Este documento ha sido elaborado en el marco del Programa Conexión Agua, financiado por la Embajada de Suiza en Colombia (Cooperación Económica y Desarrollo, SECO). Las opiniones y contenidos son propiedad de sus autores, y no necesariamente reflejan la posición oficial de la Embajada de Suiza en Colombia.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Cooperación Económica y Desarrollo (SECO)



Optimización de la gestión del agua en Colombia: Estrategias para la reducción de pérdidas técnicas

Los desafíos que motivaron el cambio

La reducción de pérdidas de agua es un tema de común interés para todos los prestadores del servicio público de acueducto. La necesidad de disminuirlas puede obedecer a diversos factores, como el cumplimiento de requerimientos normativos, la búsqueda de un mejor posicionamiento, la reducción de costos de operación, la mejora de eficiencia y diferimiento de inversiones o, en muchos casos, puede convertirse en la principal alternativa para mitigar el riesgo de desabastecimiento ante escenarios de estrés hídrico.

En lo referente a las pérdidas técnicas, Baader et al. (2011) identifican cuatro estrategias clave para su reducción: la gestión de la presión, la búsqueda activa de fugas, la calidad y rapidez en las reparaciones, y la gestión de los activos de infraestructura. Las dos primeras estrategias están directamente relacionadas con la operación del sistema. Aunque en una primera etapa pueden implementarse de forma básica y con baja tecnificación, los avances tecnológicos han permitido su modernización mediante la medición en línea de variables, el uso de sistemas de telemetría para la transmisión de datos en tiempo real, el control automatizado de elementos operativos y la construcción de modelos hidráulicos calibrados. Estas innovaciones impulsan la digitalización del agua, facilitan la detección y localización de fugas y mejoran significativamente la eficiencia operativa.

Por su parte, en lo que respecta a las siguientes dos estrategias, ambas referidas a la gestión de la infraestructura, se relacionan con la toma de decisiones del prestador a lo largo del ciclo de vida de los activos, desde su planeación, su mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) y operación, hasta su puesta fuera de servicio y disposición final.

Este proceso abarca actividades de renovación que pueden responder al deterioro del estado físico u operacional por efecto del envejecimiento de la infraestructura o de procesos de desgaste, aumentando las pérdidas técnicas, así como a la necesidad de ampliar la capacidad operacional en respuesta a modelos de ocupación urbana (crecimiento disperso y vertical) aprobados en los planes de ordenamiento territorial y a flujos migratorios que, en algunos casos, ejercen presión sobre los sistemas existentes y dificultan la prestación eficiente de los servicios. En todo caso, una gestión eficiente de los activos de un prestador parte del conocimiento sobre su infraestructura y depende ampliamente de la manera como se identifiquen las áreas o elementos críticos y priorice sus inversiones.

En el marco de WOP-Colombia¹, se han establecido hermanamientos estratégicos entre empresas prestadoras de servicios de acueducto y alcantarillado², con el objetivo de responder a estas necesidades identificadas y fortalecer sus capacidades en la gestión de pérdidas técnicas, eficiencia operativa, la implementación de sistemas avanzados de monitoreo, y la optimización de la infraestructura. Entre ellos se destacan:

1. WOP-Colombia es una plataforma sin ánimo de lucro, creada en el 2020 con el auspicio del BID y de la Secretaría de Estado de Economía de Suiza (SECO) para fortalecer los servicios de agua y saneamiento en Colombia a través de hermanamientos e intercambio de conocimientos entre empresas prestadoras. Es gestionada por ACODAL quien a su vez ejerce la secretaría técnica y a hoy cuenta con más de 30 empresas hermanas, con un interés creciente de colaboración por parte de los prestadores del sector. Más información en www.acodal.org.co/wop-colombia/

2. Los hermanamientos se formalizan mediante un memorando de entendimiento firmado por las empresas participantes. Dentro de cada hermanamiento, una de las empresas participantes actúa como mentora y la otra como beneficiaria. El mentor tiene la responsabilidad de compartir su experiencia y crear capacidades en el beneficiario sobre los temas priorizados.

1. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. (EAAB) como mentor y Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. (amb) como beneficiaria: el hermanamiento se originó en la necesidad compartida de fortalecer sus capacidades para reducir el Índice de Agua No Facturada (IANF), particularmente el componente técnico. En ese sentido, **aunque EAAB asumió el rol de empresa mentora, se trató de un intercambio de doble vía**, dado que ambas empresas cuentan con niveles avanzados de gestión y aportaron mutuamente modelos y experiencias.

La EAAB compartió su experiencia en la regulación de presiones, **la detección de fugas y la renovación de redes**, además de presentar los avances logrados a través de su Gerencia Corporativa de Analítica y Pérdidas (GCAP). Por su parte, el amb compartió su experiencia en el uso de **sistemas de información geográfica (SIG) y en la sectorización de redes**, así como su modelo de gestión operativa apoyado en centros de control y monitoreo en tiempo real. De esta forma, ambos actores identificaron áreas de mejora y desarrollaron recomendaciones conjuntas para mejorar sus sistemas de detección temprana y respuesta operativa ante pérdidas técnicas.



2. Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. (amb) como mentor y Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P. (Aguas Kpital Cúcuta) como beneficiario, dentro de un hermanamiento que resultó siendo bidireccional: el hermanamiento surgió de la necesidad de esta última de mejorar su eficiencia operativa y reducir significativamente su alto IANF, estimado en 49,3% para 2021 (amb S.A E.S.P y Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P., 2023), lo que representaba un gran reto técnico y comercial. Frente a ello, el amb aportó su experiencia en la materia, fortalecida gracias a la implementación desde 2004 de un **proyecto integral de control de pérdidas técnicas basado en modelamiento hidráulico, medición y sectorización**. De esta forma, el intercambio de conocimientos se orientó principalmente a fortalecer a Aguas Kpital Cúcuta en la gestión de pérdidas técnicas, la calibración de modelos hidráulicos y la optimización hidráulica. A su vez, **Aguas Kpital compartió su metodología de cálculo del balance hídrico y su experiencia en gestión activa de presiones**, entre otros.

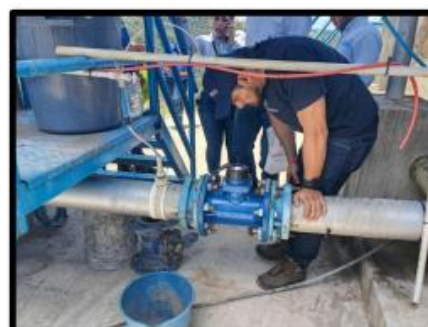


3. EMPOPASTO S.A. E.S.P. (EMPOPASTO) como empresa mentora y EMCHINAC E.S.P. (EMCHINAC) como beneficiaria establecieron un hermanamiento a partir de diversas problemáticas que afectaban directamente la gestión operativa e hidráulica de EMCHINAC. Entre los principales retos identificados se encontraba un alto IANF, que alcanzó el 63,94% en 2023 (EMCHINAC E.S.P, 2025). En la etapa de producción se evidenciaron fallas en la captación, operación no estandarizada de las plantas y tiempos de lavado excesivos, lo que afectaba la continuidad del servicio y aumentaba el consumo de agua en labores operativas. Conjuntamente, estos factores generaban pérdidas **previas a la distribución que, aunque no eran medidas, se estimaban como significativas**. En la red de distribución predominaba la operación manual de válvulas y la ausencia de una zonificación hidráulica, lo que derivaba en sobrepresurización, roturas y un bajo control de fugas. A estas condiciones se sumaba la necesidad de fortalecer la micromedición, hacer seguimiento de lecturas y detectar consumos fraudulentos, procesos que aún se encontraban en fase de reorganización.

El hermanamiento se centró en fortalecer la gestión de pérdidas, la optimización hidráulica y la estandarización operativa en producción y en redes de distribución. EMPOPASTO transfirió su experiencia en operación de plantas, manejo técnico de válvulas, diseño de rutinas de control de presiones, estructuración de un catastro de redes y definición de un plan de macromedición para la delimitación de zonas hidráulicas, elementos clave para la reducción de las pérdidas técnicas

Las tres empresas mentoras cuentan con una serie de fortalezas en la gestión de pérdidas técnicas y la eficiencia operativa. En el caso de la EAAB, se ha consolidado una estructura sólida para enfrentar estos desafíos, destacándose la creación en 2023 de la **Gerencia Corporativa de Analítica y Pérdidas (GCAP), una unidad especializada que, mediante las direcciones de Analítica y de Control de Pérdidas, lidera la estrategia de reducción del agua no facturada (ANF) a partir del uso de datos, modelación hidráulica y análisis económico** para priorizar las intervenciones en áreas críticas.

Su conformación fue aprobada por la Junta Directiva mediante el Acuerdo No. 169 de 2023. Actualmente, esta gerencia contrató a la Universidad de los Andes para el desarrollo de un Plan Maestro de Pérdidas, cuyo propósito es fortalecer la capacidad técnica de la EAAB para enfrentar fugas, fallas en infraestructura y otras causas de pérdidas técnicas, y representa un paso clave hacia una gestión hídrica más eficiente y sostenible en Bogotá (Huérfano, 2025), (El Espectador, 2025), (Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2023) y (Ortiz Rocha, 2025). Una de sus principales metas es reducir el IANF del 37% al 17% en un plazo de cinco años.



Este plan maestro integra diversas herramientas clave: analítica de datos para el monitoreo permanente de variables operativas, modelos computacionales que simulan el comportamiento hidráulico de la red en tiempo real, sistemas de macro y micromedición avanzados, y el cálculo del Nivel Económico de Pérdidas (NEP) como criterio técnico-financiero para priorizar intervenciones. Además, se incluyen el diseño de una metodología de priorización y evaluación de proyectos, una política integral de medición de caudales suministrados y consumos, y una estrategia contractual orientada a ejecutar proyectos mediante esquemas de gestión por resultados. **Esta estrategia sitúa a la EAAB como una de las empresas más avanzadas en el país en términos de planificación integral frente a pérdidas técnicas.**

En la práctica operativa, la EAAB ha venido renovando y rehabilitando redes locales de acueducto en sectores con alta criticidad, priorizados con base en estudios técnicos y datos de operación. El enfoque en la gestión de la información es también una de sus fortalezas: el catastro técnico de redes, los sistemas SCADA y las bases de datos interoperables permiten actualizar continuamente la información sobre el estado de la infraestructura y orientar decisiones de mantenimiento preventivo y correctivo.

Respecto a **amb**, se ha consolidado como una de las empresas más sólidas del país en materia de eficiencia operativa y gestión del agua potable. Su infraestructura cuenta con una red de distribución que supera los 1.500 kilómetros y cinco plantas de tratamiento de agua potable (PTAP), lo que le ha permitido garantizar continuidad del servicio por encima del 99,8% durante todo el 2024, equivalente a un promedio de **731 horas efectivas de servicio al mes**. Estos niveles de continuidad superan la media nacional y reflejan la solidez de su capacidad técnica y de gestión, minimizando las interrupciones, que en promedio solo alcanzaron **1,36 horas de suspensión mensual por suscriptor en el último año** (EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P., 2024).

En cuanto a pérdidas técnicas y comerciales, el amb ha mantenido un control menor al promedio nacional, reportando un **IANF de 23,9% en 2024**, con fluctuaciones mensuales que oscilaron entre 19,8% y 28,1% (amb S.A. E.S.P., 2024). Aunque persisten retos asociados a la micromedición y a la detección de fugas, la empresa cuenta con capacidades consolidadas para monitorear el sistema, ajustar presiones, intervenir sectores críticos y avanzar en la reducción del ANF mediante acciones técnicas basadas en datos y modelación hidráulica.

Además, el amb ha fortalecido de manera significativa su gestión de pérdidas técnicas a través de la modernización de sus procesos operativos y del uso sistemático de herramientas de diagnóstico. La empresa implementa esquemas de búsqueda activa de fugas con apoyo de tecnologías de geofonía, modelación hidráulica calibrada y regulación sectorizada de presiones, lo que le permite identificar y corregir de forma temprana anomalías en la red y reducir caudales no controlados. De igual forma, la consolidación de áreas especializadas dentro de la empresa, como la de Gestión Integral de ANF y el aprovechamiento de plataformas de monitoreo en tiempo real han contribuido a una toma de decisiones más precisa, aumentando la efectividad de las intervenciones y fortaleciendo la capacidad del amb para gestionar el componente técnico del ANF con criterios basados en datos y evidencia operativa.

Por su parte, **EMPOPASTO ha fortalecido su capacidad institucional para enfrentar las pérdidas técnicas de agua, consolidando áreas especializadas como la dirección de control de pérdidas y el laboratorio de calibración de medidores**³. De acuerdo con David Alejandro Delgado, a cargo de dicha dirección, este fortalecimiento ha permitido avanzar hacia una gestión más técnica y eficiente de pérdidas, en especial en los sectores críticos, que son los principales contribuyentes al IANF de la ciudad de Pasto, y priorizar intervenciones basadas en datos precisos y análisis técnicos.

Una de las principales herramientas desarrolladas ha sido la elaboración de un modelo hidráulico calibrado para uno de los principales sectores, utilizando software especializado como EPANET y QGIS. Este modelo ha sido validado con mediciones reales de caudal y presión, y permite simular escenarios operativos para identificar fugas, evaluar sobrepresiones y definir estrategias de intervención técnica. La simulación ha demostrado que mediante el control de presiones es posible reducir el caudal de fugas a niveles normativos, especialmente en las zonas más bajas de la red, contribuyendo a prolongar la vida útil de la infraestructura. Gracias a la implementación progresiva del modelo y las acciones en campo, se ha logrado una recuperación de hasta 146.120 m³ de agua anuales, con un valor estimado de \$388 millones de pesos, al aplicar tarifas de comercialización. El IANF de EMPOPASTO ha mostrado una disminución sostenida, alcanzando 25,94% a inicios de 2025, frente a valores superiores al 30% registrados en años anteriores (Delgado Andrade, 2025).

El éxito de estas acciones se apoya en pilares técnicos sólidos: la implementación de un sistema completo de macromedición para establecer una línea base confiable, el uso de modelos hidráulicos con software libre que facilitan el análisis de información, la instalación y mantenimiento de estaciones de regulación de presión adaptadas a la topografía de Pasto, la centralización de información catastral en el SIG, así como el fortalecimiento de brigadas internas y externas para la búsqueda de fugas no visibles. **Estos elementos han creado una cultura organizacional orientada al control riguroso y preventivo de pérdidas.**

3. EMPOPASTO S.A. E.S.P. cuenta con un Laboratorio de Calibración de Medidores de Agua completamente acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025:2017, con código de acreditación 19-LAC-010 emitido por ONAC. Este laboratorio está certificado para realizar calibraciones precisas de medidores nuevos y usados, siguiendo rigurosos métodos técnicos conforme a la norma NTC-ISO 4064-2:2016. Su operación permite asegurar mediciones confiables y oportunas tanto para usos internos como para otras empresas de la región, lo que refuerza la capacidad técnica para controlar errores de medición como parte esencial de la gestión de pérdidas técnicas (Empresa de Obras Sanitarias de Pasto - EMPOPASTO S.A. E.S.P., 2023)

Proceso de implementación

El **hermanamiento** entre la EAAB y el amb se formalizó el 9 de julio de 2024. Uno de los objetivos específicos más relevantes para este hermanamiento fue el de **compartir las diferentes estrategias avanzadas utilizadas en cada institución para la gestión del ANF, incluyendo la creación de la GCAP, sus procedimientos operativos, el cálculo del balance hídrico, el plan de reducción de pérdidas, la adopción de tecnologías de medición inteligente, la prestación de servicios en zonas de difícil gestión y la mejora de los indicadores regulatorios** definidos por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).

La EAAB compartió con el amb sus experiencias en priorización de la rehabilitación de redes de distribución a partir del análisis de datos georreferenciados e información proveniente de la operación del sistema. El conocimiento del estado de la infraestructura se resaltó como pieza fundamental para la toma de decisiones de mantenimiento preventivo, correctivo y renovación de activos.

La EAAB también hizo énfasis en **la gestión de la presión** mediante el uso de **783 estaciones de control de presión**, de las cuales **232 están equipadas con telemetría**, lo que permite el monitoreo en tiempo real de esta variable. Estas herramientas han sido fundamentales para reducir la incidencia de fugas y mejorar la eficiencia del sistema de distribución de agua en Bogotá y en municipios aledaños.

Por parte del amb, se compartió su experiencia en **el uso de SIG para la gestión operativa**, así como su enfoque en la **sectorización hidráulica y la supervisión mediante centros de control**. Estas herramientas permiten a la empresa identificar y controlar zonas críticas con alta incidencia de pérdidas técnicas, optimizando la asignación de recursos y mejorando los tiempos de respuesta ante eventos operativos.

En el marco de la visita de la EAAB al amb, se profundizó en la gestión operativa que esta última ha desarrollado para reducir su IANF.

El amb presentó una estrategia integral compuesta por siete líneas de acción: **gestión de la medición, gestión de activos, gestión de presiones, búsqueda activa de fugas, gestión socio-comunitaria, gestión de clientes y transformación digital** (EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P., 2024). Adicionalmente, se destacó la implementación de Pilas Públicas (puntos de suministro comunitario en zonas vulnerables), como una medida que permite controlar el consumo y gestionar pérdidas en lugares de difícil acceso. Actualmente, amb cuenta con **225 pilas en funcionamiento**, beneficiando a unas **21.350 personas**⁴.

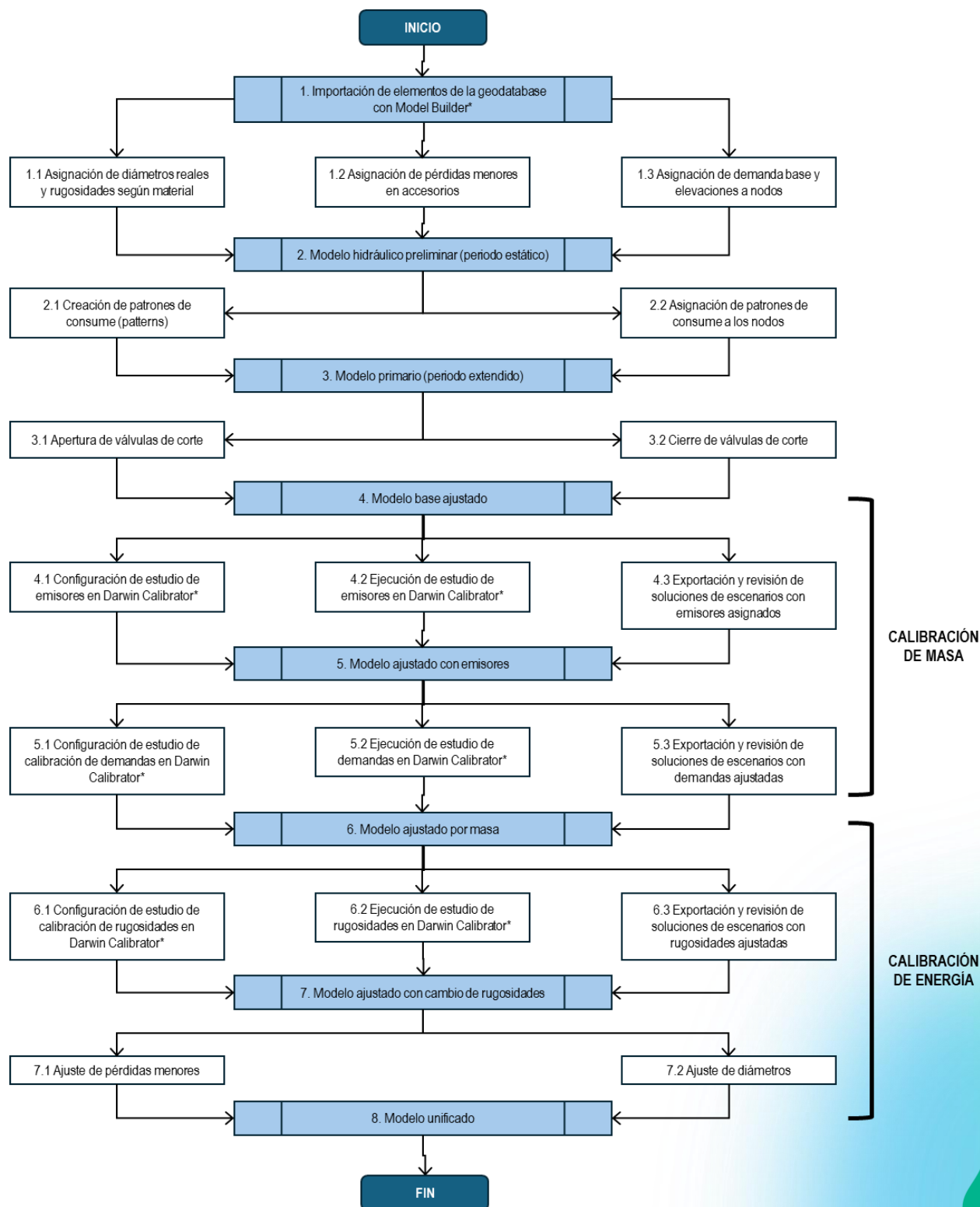
Para ampliar la información sobre experiencias de abastecimiento en asentamientos humanos ilegales, consulte el documento de WOP-Colombia Soluciones Efectivas para la Gestión de Usuarios en Zonas de Difícil Acceso en Colombia (Palomino & Corzo, 2026).

Otro aprendizaje clave fue la **implementación de tecnologías de medición con telemetría** por parte de ambas empresas. El amb está iniciando este proceso, mientras que la EAAB ya cuenta con más de **1.200 medidores ultrasónicos con transmisión de datos en tiempo real**, monitoreados a través del sistema **MIA (Medición Inteligente del Agua)**. Este sistema facilita el análisis de datos de múltiples marcas de medidores sin depender de licencias exclusivas. También se abordó la necesidad de crear una **“unidad de aseguramiento del dato”**, que concentre la información técnica de pérdidas y la gestione de forma centralizada, superando la fragmentación de datos entre áreas operativas (como distribución, micromedición, control de pérdidas y catastro técnico)

4. Para ampliar la información sobre experiencias de abastecimiento en asentamientos humanos ilegales, consulte el documento de WOP-Colombia Soluciones Efectivas para la Gestión de Usuarios en Zonas de Difícil Acceso en Colombia (Palomino & Corzo, 2026).

Por su parte, el **hermanamiento entre el amb y Aguas Kpital Cúcuta** se formalizó en diciembre de 2021. Su **propósito fue intercambiar experiencias y buenas prácticas en la gestión de pérdidas de agua, con especial énfasis en el uso y calibración de modelos hidráulicos y telemetría como herramientas para mejorar la eficiencia operativa** (amb S.A E.S.P y Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P., 2023).

El amb compartió la metodología que ha implementado en su procedimiento de calibración de modelos hidráulicos mediante el software WaterGEMS, resaltando la importancia que tiene la calidad de la información base en la confiabilidad de los resultados. Esta metodología hace uso de las herramientas Model Builder y Darwin Calibrator de WaterGEMS, para la construcción del modelo y la calibración de emisores, demandas y rugosidades. La siguiente imagen muestra el procedimiento detallado y compartido por el amb.



Los niveles de tolerancia sugeridos por el amb para la aceptación de los modelos calibrados fueron:

Para caudales

- Para conducciones y red matriz: el valor simulado no debe diferir en $\pm 10\%$ de los valores medidos.
- Para red secundaria y menor: el valor simulado no debe diferir en $\pm 15\%$ de los valores medidos

Para presiones

- 80% de los valores simulados deben estar entre ± 1.0 m.c.a. o $\pm 5\%$ de los valores medidos (la que sea más grande).
- 90% de los valores simulados deben estar entre ± 1.5 m.c.a. o $\pm 10\%$ de los valores medidos (la que sea más grande).
- 100% de los valores simulados deben estar entre ± 2.0 m.c.a. o $\pm 15\%$ de los valores medidos (la que sea más grande).

Adicionalmente, el amb socializó con Aguas Kpital su cambio de estrategia de gestión de activos, pasando de un enfoque principalmente correctivo a uno preventivo. Por medio de la gestión de la información a través del SIG y mediante el monitoreo permanente de variables hidráulicas, la empresa ha logrado ejecutar de manera oportuna actividades de mantenimiento y renovación de activos, anticipándose a fallas recurrentes y reduciendo el número de fugas en las tuberías.

También resaltó sus principales estrategias para mantener un bajo IANF, tales como aplicar tecnologías para la gestión del mantenimiento correctivo con sistemas de información móviles y cierres remotos de válvulas desde la oficina de operaciones, implementar software de analítica avanzada para la gestión predictiva y el análisis de riesgo, y mejorar la resiliencia hidráulica del sistema mediante el control de la presión.

La eficiencia operativa se fortaleció mediante el intercambio de experiencias alrededor del balance hídrico bajo la metodología de la International Water Association (IWA). En este proceso, Aguas Kpital Cúcuta desempeñó un rol clave al compartir su metodología interna de cálculo, aplicada de forma sistemática desde hace varios años para la elaboración mensual del balance hídrico.

La empresa realiza el cálculo tanto *top-down*, partiendo del volumen de entrada al sistema hasta estimar las pérdidas técnicas, como *bottom-up*, a partir de los caudales mínimos nocturnos registrados en los sectores hidráulicos medidos, los cuales abarcan el 84,31 % del total de suscriptores. A continuación, se presenta la comparación entre los resultados obtenidos mediante estas metodologías de cálculo (amb S.A E.S.P y Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P., 2023). La baja diferencia entre ambos demuestra la calidad de la información y de los supuestos utilizados en el cálculo del balance bajo el método *top-down*.



La metodología compartida por Aguas Kpital permitió al amb avanzar desde un esquema basado en un balance elaborado por un consultor externo hacia la comprensión de un procedimiento aplicable de forma periódica y con mayor detalle operativo. A partir de este intercambio, ambas empresas revisaron en conjunto la consistencia de los datos, depuraron supuestos hidráulicos y operativos, y mejoraron la distinción entre pérdidas reales y aparentes, logrando así un diagnóstico más preciso para priorizar intervenciones en zonas críticas. De manera complementaria, el amb aportó al ejercicio al contrastar esta metodología en un sistema con mayor variabilidad de presiones y demandas, lo que permitió validar la robustez del procedimiento y afinar criterios de análisis para ambos equipos técnicos.

Aguas Kpital Cúcuta también presentó su experiencia en la gestión de presiones, mediante la implementación de equipos con inteligencia artificial para el control activo de la presión, los cuales regulan la presión en función del valor requerido en un punto crítico. Este sistema permite optimizar las condiciones operativas a lo largo del día, ajustándose a la demanda real de los usuarios. Actualmente, el 63% de su red menor opera bajo este esquema de control, lo que ha permitido reducir la presión promedio en cerca de 25 m.c.a. y lograr una disminución significativa en la incidencia de daños.

En síntesis, el hermanamiento trascendió los resultados operativos puntuales y permitió fortalecer capacidades internas para una gestión más informada y proactiva del sistema. La cooperación entre ambas empresas demostró que el intercambio técnico es un catalizador para mejorar la eficiencia y consolidar prácticas sostenibles. Más que un conjunto de actividades, el proceso dejó instalada una visión común: asumir la gestión de pérdidas como un componente central de la operación y de la resiliencia futura del servicio.

Por otro lado, el **hermanamiento entre EMPOPASTO y EMCHINAC** se formalizó en el 2024, con el propósito de **transferir buenas prácticas técnicas y operativas, con énfasis en la reducción de pérdidas, la mejora de los procesos de producción y la optimización de la prestación del servicio**. A través de visitas de intercambio, se realizaron diagnósticos detallados en campo, recorridos por plantas de tratamiento, análisis de procesos de medición y facturación, y acompañamiento técnico en operación de redes y gestión comercial. Estas actividades permitieron identificar las principales debilidades y transformarlas en oportunidades de mejora.

En el ámbito operativo, se estandarizaron procesos de manejo de tanques y se implementó una bitácora de trabajo que consolidó información en tiempo real sobre la operación de los diferentes componentes del sistema. Esto mejoró el control de caudales y dio paso a la optimización de la operación de las plantas de potabilización, garantizando mayor continuidad del servicio, mejor calidad del agua suministrada, mejoras en los procesos de lavado de plantas y reducción del volumen de agua utilizada en la operación, contribuyendo a un manejo más eficiente del recurso. **Además, se optimizó el uso de insumos químicos mediante la dosificación exacta de cloro y coagulante, lo que redujo costos y mejoró la eficiencia de la potabilización** (EMCHINAC E.S.P. , 2024).

Para enfrentar las pérdidas técnicas, se **inició la digitalización y georreferenciación del catastro de redes en un SIG**, lo cual es esencial para delimitar zonas hidráulicas y mejorar el control de caudales y presiones en la red de distribución (EMCHINAC E.S.P, 2025). Asimismo, **se instalaron dos macromedidores estratégicos**—uno en la entrada de la PTAP Chitacomar y otro en el tanque principal, lo que permitió un control más preciso de los caudales y el diseño de un plan de sectorización hidráulica. **Estas acciones fueron complementadas con un programa de mantenimiento preventivo** para prolongar la vida útil de los equipos (EMCHINAC E.S.P. , 2024).



El proceso también incluyó la **revisión de la micromedición y el laboratorio de medidores**, orientada a mejorar la precisión en los registros y a promover el cambio progresivo de equipos obsoletos. Estas acciones permitieron a EMCHINAC avanzar en la consolidación de información técnica más confiable, fundamental para la caracterización hidráulica de su sistema y para una futura modelación con mayor exactitud.

En conjunto, la implementación del hermanamiento permitió a EMCHINAC adquirir nuevas herramientas técnicas y administrativas para mejorar su eficiencia operativa y reducir las pérdidas. **Más allá de la transferencia de tecnología, el proceso fomentó el desarrollo de talento humano, el intercambio de buenas prácticas y la construcción de capacidades institucionales** que hoy sirven como referencia para otras empresas del sector.



Logros y desafíos

Durante el hermanamiento entre EAAB y amb, ambas empresas lograron avances concretos en el fortalecimiento de sus capacidades para la reducción de pérdidas técnicas. En primer lugar, **se desarrolló un lenguaje técnico común y un marco metodológico compartido para el análisis del IANF**, lo que permitió alinear criterios de sectorización, control de presiones y balance hídrico. Este ejercicio facilitó la transferencia de modelos de priorización basados en datos y el uso de herramientas de simulación hidráulica que ahora sirven como referencia para la planificación de intervenciones en las dos entidades (EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P., 2024).

Asimismo, **el hermanamiento permitió la estandarización de protocolos de búsqueda activa de fugas, combinando la experiencia de la EAAB en modelación hidráulica y telemetría con la del amb en el despliegue masivo de tecnologías** como geofonía, correladores y dispositivos de inspección acústica. Como resultado, se fortaleció la capacidad operativa de los equipos locales para identificar fugas no visibles, validar resultados en campo y establecer rutinas de mantenimiento preventivo en sectores críticos.



Otro logro relevante fue la cooperación en la estructuración de un sistema integrado de datos para pérdidas técnicas. **Ambas empresas identificaron la necesidad de centralizar la información de presiones, caudales, roturas, micromedición y balances sectoriales, avanzando en un diseño compartido de la “unidad de aseguramiento del dato”.** Este trabajo conjunto permitió definir estándares de captura, interoperabilidad y calidad de la información que servirán como base para mejorar el diagnóstico de pérdidas y orientar futuras inversiones.

Pese a los avances, tanto en EAAB como en amb persisten desafíos que deberán abordarse para **consolidar una estrategia de reducción de pérdidas técnicas sostenible.** El primero es la necesidad de ampliar la cobertura de medición inteligente y telemetría, especialmente en el amb, donde los procesos apenas están iniciando. Sin una red suficiente de puntos de monitoreo, las capacidades de modelación y diagnóstico permanecen limitadas.

Otro desafío clave es la implementación plena de la “unidad de aseguramiento del dato”. Aunque se definió su diseño conceptual, su puesta en marcha requiere ajustes institucionales, integración de sistemas y la asignación de recursos humanos especializados, aspectos que actualmente presentan brechas en ambas empresas.

Finalmente, **se identificó la necesidad de fortalecer los esquemas de mantenimiento preventivo y sectorización dinámica.** El hermanamiento evidenció que la regulación de presiones y la búsqueda activa de fugas generan impactos significativos solo cuando se sustentan en rutinas periódicas, indicadores de desempeño y presupuestos estables, elementos que aún deben ser consolidados para lograr reducciones sostenidas del IANF en el mediano plazo (EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P., 2024).

Gracias al hermanamiento entre el amb y Aguas Kpital Cúcuta, esta última desarrolló un piloto de calibración hidráulica en un sector con 518 usuarios, el 75% de ellos residenciales. El sector contaba con control activo de presión y equipos con telemetría, incluyendo un macromedidor electromagnético y tres puntos piezométricos. Con los registros de estos dispositivos se construyeron las curvas de variación de demanda y presión, y la calibración del modelo se realizó en WaterGems mediante 500.000 iteraciones. Este proceso permitió identificar las zonas con mayor probabilidad de fuga en la red de distribución.

Al recorrer las zonas priorizadas con equipos de geofonía y personal del programa de búsqueda sistemática de fugas de Aguas Kpital Cúcuta, se ubicaron dos casos que fueron atendidos y que representaron una disminución de 0,5 L/s en el caudal nocturno; equivalente a un 12,5% del valor que se tenía antes de la intervención.

Otro aporte clave del hermanamiento fue la revisión conjunta del balance hídrico IWA, que permitió **depurar la estimación de pérdidas reales a partir de mejoras en la calidad de datos y en la consistencia de supuestos hidráulicos**. La integración de señales de telemetría para análisis de presiones y caudales en tiempo real permitió avanzar hacia un esquema de detección temprana de anomalías hidráulicas, uno de los aprendizajes técnicos más importantes del proceso.



CALIBRACIÓN DE MODELOS HIDRÁULICOS
Importancia de la calidad del dato



BÚSQUEDA ACTIVA DE FUGAS
Recorridos priorizados, dos fugas encontradas, disminución de 0,5 L/s en el caudal nocturno



METODOLOGÍA BALANCE HÍDRICO
Replicable, calidad de datos y consistencia de supuestos



DESAFÍOS PERSISTENTES
Red de distribución de Aguas Kpital: 1,44 daños /km/año



Zonas de mayor probabilidad de fugas. Aguas Kpital Cúcuta con apoyo del amb

A pesar de estos avances, persisten desafíos estructurales que el hermanamiento permitió visibilizar y priorizar. La red de distribución de Aguas Kpital presenta un índice de 1,44 daños/km·año, el doble del amb (0,71 daños/km·año), lo que indica activos con deterioro y tramos críticos que presionan los niveles de pérdidas. Asimismo, las acometidas registran 55 daños por cada 1.000 usuarios/año, reflejando debilidades en conexiones domiciliarias y la necesidad de mejorar estándares constructivos. **El desafío es sostener una política de renovación de redes orientada por criterios técnicos y por la información generada a partir del hermanamiento.**

En resumen, el proceso dejó logros claros para ambas partes —una metodología replicable para el cálculo del balance hídrico, calibración de modelos hidráulicos, uso de tecnología para controlar la presión de manera activa con control en puntos críticos, incremento en la detección de fugas, mayor precisión en la estimación de pérdidas reales y uso de telemetría para soporte operativo— y permitió identificar desafíos que requieren continuidad: disminuir los índices de daños, ampliar la cobertura de monitoreo en tiempo real y consolidar capacidades internas para la modelación hidráulica y la planificación de renovaciones. Estos aprendizajes, instalados gracias al hermanamiento, constituyen la base para una gestión más efectiva y sostenida de las pérdidas técnicas.

Durante el hermanamiento entre EMPOPASTO y EMCHINAC, la empresa beneficiaria logró avances puntuales en la gestión de pérdidas técnicas gracias a los aprendizajes transferidos por su empresa mentora. Uno de los principales logros fue la instalación de macromedidores estratégicos, ubicados en la entrada de la PTAP Chitacomar y en su tanque de almacenamiento, siguiendo la recomendación metodológica de EMPOPASTO. **Estos equipos permitieron, por primera vez, comparar los caudales producidos con los volúmenes realmente entregados al sistema, generando información clave para estimar pérdidas reales y depurar el balance hídrico de la empresa (EMCHINAC E.S.P, 2025).**



Otro resultado destacable fue la **mejora del programa de micromedición**, fortalecida con la guía técnica de EMPOPASTO sobre diagnóstico de medidores, reemplazo progresivo y criterios de control. Como consecuencia, en 2024, **el IANF alcanzó el 49,14%** (cálculos realizados a partir de EMCHINAC E.S.P., 2025). Adicionalmente, **la empresa incrementó la cobertura efectiva de la micromedición hasta un 97,27%**, el valor más alto registrado hasta la fecha, gracias a la adquisición de nuevos medidores y al reemplazo progresivo de equipos obsoletos. Esto permitió depurar consumos reales, mejorar el balance hídrico y contar con información más confiable para identificar pérdidas reales.

En materia operativa, EMCHINAC estandarizó procedimientos mediante la implementación de formatos de seguimiento, lo que permitió **aumentar la capacidad de respuesta ante fugas y elevar el número de reparaciones a 110 intervenciones en 2024**, más del doble del año anterior (52 en 2023) (EMCHINAC E.S.P, 2025).

Asimismo, EMCHINAC incorporó prácticas de **registro sistemático de datos de caudal, presión y maniobras operativas**, siguiendo los lineamientos de su empresa mentora. Esta información, inexistente o dispersa antes del hermanamiento, se convirtió en un insumo esencial para avanzar hacia la futura modelación hidráulica, clave para localizar sectores críticos y orientar intervenciones sobre pérdidas técnicas.

A pesar de los avances logrados durante el hermanamiento, EMCHINAC aún enfrenta el desafío de reducir su elevado nivel de pérdidas técnicas. **Su aún alto IANF evidencia que la empresa debe profundizar en el análisis de los sectores con mayor volumen perdido y avanzar hacia una estrategia más robusta** de detección temprana de fugas y priorización de áreas críticas.

Otro desafío importante es el estado de la infraestructura. Aunque la capacidad de reparación mejoró significativamente, la frecuencia de daños en tuberías y acometidas muestra que gran parte de la red requiere intervenciones estructurales. El reto ahora consiste en **pasar de una atención reactiva de fugas a un programa de renovación planificada, orientado por criterios técnicos** y sustentado en la información recopilada durante el hermanamiento.

La ampliación de la macromedición sectorizada constituye un tercer desafío. Los macromedidores instalados representan un avance inicial, pero todavía se carece de una cobertura que permita evaluar con precisión el comportamiento hidráulico de cada zona. Completar esta red es fundamental para identificar fugas ocultas y mejorar el control operativo del sistema.

Finalmente, **EMCHINAC debe avanzar en la modelación hidráulica del sistema**, utilizando los datos ahora disponibles para simular el comportamiento de la red y evaluar escenarios de intervención. Este paso es indispensable para transformar los aprendizajes del hermanamiento en una hoja de ruta técnica que permita reducir pérdidas reales de manera sostenida (EMCHINAC E.S.P, 2025).

Lecciones aprendidas y recomendaciones

- El hermanamiento entre EAAB y amb evidenció que este último no contaba con herramientas integradas para analizar datos operativos asociados a pérdidas técnicas, lo que limitaba la priorización de sectores críticos y el seguimiento del IANF. Durante el intercambio, la EAAB compartió sus metodologías basadas en sistemas como SGI, SAP y tableros de control analíticos, permitiendo al amb comprender cómo la integración de estos insumos mejora el diagnóstico hidráulico y la toma de decisiones. Como resultado, el amb avanzó en la construcción de un modelo propio de priorización orientado a la reducción de pérdidas técnicas, incorporando criterios basados en datos para definir intervenciones de mayor impacto.

Para casos similares, se recomienda fortalecer la adopción de sistemas de información operativa y capacidades de análisis de datos que permitan consolidar diagnósticos más precisos, estandarizar criterios de priorización y asegurar que las decisiones sobre pérdidas técnicas se basen en información confiable, actualizada y centralizada.



- La calibración del modelo hidráulico en el sector piloto de Cúcuta permitió identificar fugas no visibles al comparar los registros de campo con las simulaciones en el software, lo que condujo a la detección y reparación de dos fugas que representaban un 12,5% del caudal mínimo nocturno. Esta validación demostró que la herramienta era eficaz no solo como modelo teórico, sino como apoyo directo a la gestión de pérdidas.

Se recomienda implementar de manera sistemática la calibración de modelos hidráulicos en todos los sectores, priorizando aquellos con mayores índices de pérdidas, y mantener actualizados los modelos. Esto asegura que la herramienta se pueda convertir en un mecanismo permanente de apoyo a la operación, diagnóstico y control de fugas.

- El control activo de presiones con equipos inteligentes redujo la presión promedio en la red de Cúcuta en 25 m.c.a., lo que facilitó la disminución de daños recurrentes y del caudal de fugas de fondo. Sin embargo, se verificó que la tasa de daños en tuberías **(1,32 daños/km/año)** y acometidas **(55 daños/1000 usuarios/año)** seguía siendo elevada, lo que reflejó una debilidad estructural en materiales y conexiones.

Se sugiere complementar los programas de control de presión con un plan integral de reposición de tuberías y acometidas basado en criterios de criticidad, evaluando edad, material y frecuencia de fallas. Esto permite reducir los índices de daños de forma sostenible y optimizar el ciclo de vida de los activos.

- El hermanamiento entre EMPOPASTO y EMCHINAC permitió identificar que esta última no contaba con una línea base clara de su índice de pérdidas técnicas, lo que dificultó al inicio la priorización de acciones y la focalización de recursos. La implementación de macromedidores estratégicos y el cruce con datos de micromedición facilitó la primera aproximación a la cuantificación del ANF, pero evidenció la necesidad de un sistema más robusto de monitoreo y análisis.

Es ideal elaborar desde el inicio un plan de medición integral que consolide datos de macromedición y micromedición, documente el comportamiento de consumos y evalúe tendencias de pérdidas en cada sector hidráulico. Este insumo permite analizar causas, planear intervenciones más efectivas y optimizar los recursos disponibles para reducir las pérdidas técnicas.

- En este hermanamiento también se evidenció que la falta de procedimientos estandarizados en la operación diaria —control de válvulas, registro de presiones, seguimiento de niveles de tanques y atención de daños— limitaba la capacidad de EMCHINAC para identificar, cuantificar y reducir pérdidas técnicas. Con el acompañamiento de EMPOPASTO, se fortaleció el uso de formatos de registro y rutinas operativas, lo que permitió mejorar la consistencia de la información y aumentar la eficacia de las intervenciones en campo. Este aprendizaje demostró que la reducción de pérdidas reales no depende únicamente de equipos o tecnología, sino también de disciplina operativa y metodología.

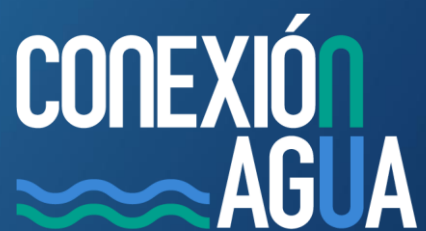
En experiencias similares, se recomienda diseñar e implementar una guía operativa unificada que incluya protocolos para manejo de válvulas, rutinas de inspección, criterios de priorización de daños y metodologías de registro. La documentación clara y el cumplimiento sistemático de estos procedimientos permiten mejorar la detección de fugas, agilizar reparaciones y asegurar que las acciones de reducción de pérdidas técnicas se mantengan en el tiempo.

- Igualmente, este hermanamiento resaltó que, además de la transferencia técnica, el entusiasmo y sentido de pertenencia del personal de EMCHINAC motivó a EMPOPASTO a reflexionar sobre el valor de la cultura organizacional. Este hecho facilitó una sinergia positiva: mientras EMPOPASTO compartió metodologías técnicas consolidadas, resaltó la disciplina y compromiso de EMCHINAC en la implementación de procedimientos documentados.

Se demuestra la utilidad de fomentar espacios de intercambio no sólo técnico sino cultural y humano, que permitan analizar cómo el compromiso del personal y la motivación institucional impactan directamente en la sostenibilidad de las mejoras. En este sentido, se recomienda priorizar capacitaciones que integren tanto aspectos técnicos como el fortalecimiento del sentido de pertenencia.

Referencias

- Acosta, J. (10 de 02 de 2025). Cinco hoteles de Bogotá robaron 139.000 metros cúbicos de agua en medio de escasez. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/regiones/cinco-hoteles-de-bogota-robaron-139-000-metros-cubicos-de-agua-en-medio-de-escasez-623516?>
- Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. y Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P. (2021). Memorando de Entendimiento. WOP-Colombia.
- Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P. (2023). Presentación gestión de pérdidas. WOP-Colombia.
- amb S.A E.S.P. y Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P. (2023). Informe final hermanamiento amb S.A E.S.P. y Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P. WOP-Colombia.
- amb S.A. E.S.P. (2024). Indicadores para control social a las personas prestadoras de servicios públicos. Obtenido de https://www.amb.com.co/amb/wp-content/Documentos/Indicadores-control-social/INDICADORES_SOCIAL_2024.pdf
- Baader, J., Fallis, P., Hübschen, K., Klingel, P., Knobloch, A., Laures, C., . . . Ziegler, D. (2011). Guidelines for water loss reduction - a focus on pressure management.
- Delgado Andrade, D. (2025). Aporte de EMPOPASTO en el caso de estudio sobre pérdidas técnicas – WOP-Colombia. EMPOPASTO S.A E.S.P.
- Delgado Andrade, D. (2025). Trabajo de fin de Máster: Plan de sectorización hidráulica para el distrito hidráulico S02 – Centenario Zona Media de EMPOPASTO S.A. E.S.P. - director de Control de Pérdidas / Coordinador del Laboratorio de Calibración de Medidores – EMPOPASTO S.A. E.S.P. Alumno Máster en Gestión Eficiente del Agua Urbana – Universidad Politécnica de Valencia UPV.
- EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P. (2024). Informe final hermanamiento EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P. WOP-Colombia.
- EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P. (2024). Memorando de entendimiento EAAB E.S.P y amb S.A E.S.P. WOP-Colombia.
- El Espectador. (16 de ENERO de 2025). Obtenido de Acueducto y Universidad de Los Andes trabajarán para gestionar pérdidas de agua: www.elespectador.com/bogota/acueducto-y-universidad-de-los-andes-trabajar-para-gestionar-perdidas-de-agua-en-bogota
- EMCHINAC E.S.P. (2025). INFORME DE GESTIÓN DE PÉRDIDAS. EMCHINAC E.S.P.
- EMCHINAC E.S.P. (2024). INFORME FINAL DEL HERMANAMIENTO ENTRE EMPOPASTO S.A. E.S.P. y EMCHINAC E.S.P. WOP-Colombia.
- EMPOPASTO S.A. E.S.P. y EMCHINAC E.S.P. (2024). Memorando de Entendimiento. WOP-Colombia.
- Empresa de Obras Sanitarias de Pasto - EMPOPASTO S.A. E.S.P. (2023). EMPOPASTO. Obtenido de Laboratorio de Calibración de Medidores de EMPOPASTO S.A. E.S.P: https://empopasto.com.co/publicaciones/119/laboratorio-de-calibracion-de-medidores-de-empopasto-sa-esp/?utm_source=chatgpt.com
- Huérffano, M. A. (2025). Universidad de los Andes. Obtenido de EAAB y Uniandes contribuyen a enfrentar el reto del agua en Bogotá: https://ingenieria.uniandes.edu.co/es/EAAB-y-Uniandes-contribuyen-a-enfrentar-el-reto-del-agua-en-Bogota?utm_source=chatgpt.com
- Ortiz Rocha, J. (03 de 03 de 2025). Universidad de los Andes. Obtenido de 37 % del agua en Bogotá se pierde: https://www.uniandes.edu.co/es/noticias/ingenieria/37-del-agua-en-bogota-se-pierde?utm_source=chatgpt.com
- Palomino, M., & Corzo, C. (2026). Soluciones Efectivas para la Gestión de Usuarios en Zonas de Difícil Acceso en Colombia.
- Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (12 de 2023). ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Obtenido de Acuerdo 169 de 2023 Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -ESP - Junta Directiva: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=153098&utm_source=chatgpt.com



www.acodal.org.co/wop-colombia/



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Cooperación Económica y Desarrollo (SECO)

