



DIRECCIÓN DE

Aseguramiento de la Prestación del
Servicio

 **#EPCPrimeroenAgua**

GUÍA DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO

1. Responsable del Documento

Director de Aseguramiento

2. Objetivo

Plantear estrategias para la reducción de pérdidas de agua potable.

3. Alcance

Esta guía es aplicable para la reducción, control y seguimiento de pérdidas del sector agua potable para el fortalecimiento de los prestadores del departamento que se encuentra incluida en el Plan de Aseguramiento de la Prestación de Empresas Públicas de Cundinamarca.

4. Normatividad aplicable

Según lo establecido en la legislación colombiana se encuentran:

- ✓ Constitución Política de Colombia de 1991
- ✓ Ley 142 de 1994 "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones"
- ✓ Ley 373 de 1997 "Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua."
- ✓ Ley 388 de 1997 "Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones."
- ✓ Norma técnica Colombiana NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería
- ✓ Decreto 1077 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio."
- ✓ Decreto 1425 de 2019 "Por el cual se subroga el capítulo 1, del título 3, de la parte 3, del libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, con relación a los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento"
- ✓ Resolución 0330 de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS"

- ✓ Resolución CRA 151 de 2001 "Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo."
- ✓ Resolución CRA 688 de 2014

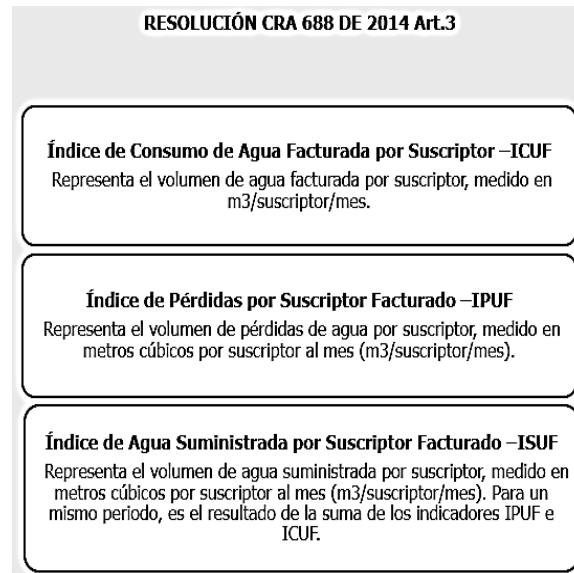


Figura 1. Indicadores CRA resolución 688 de 2014

- ✓ Resolución CRA 825 DE 2017

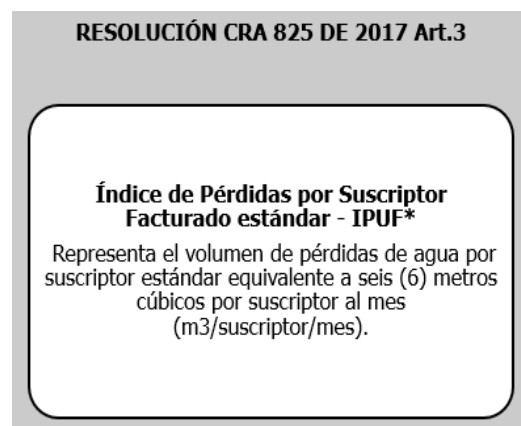



Figura 2. Indicadores CRA resolución 825 de 2017

	GUIA DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 4/26

5. Definiciones

Las siguientes definiciones son tomadas de la Resolución No. 0330 de 2017.

Acometida de acueducto: Se entiende por acometida el tramo de tubería comprendido entre la red menor de distribución y el medidor.

Aducción: sistema de acueducto al conducto que transporta el agua de la bocatoma, desde la cámara de derivación, hasta el desarenador.

Bocatoma: Es una estructura hidráulica destinada a derivar parte del agua disponible desde un curso de agua.

Capacidad de almacenamiento: Capacidad total de almacenar un liquido

Capacidad hidráulica: Es la cantidad de agua que se podrá transportar

Caudal: Cantidad de fluido que circula a través de una sección

Caudal de diseño: Caudal máximo semanal para el periodo de diseño

Caudal máximo diario: Es el máximo consumo que se espera realice la población en un día

Caudal máximo horario: Caudal a la hora de máxima descarga.

Caudal medio: Caudal medio anual

Conducción: Es la tubería que transporta el agua desde el punto de captación hasta el reservorio.

Consumo: Agua consumida por el usuario

Desarenador: Cámara diseñada para permitir la separación gravitacional de sólidos minerales

Diámetro: Sección dimensionada de la tubería

Índice de agua no contabilizada: Índice del agua que ha sido producida y que se pierde antes que llegue al cliente

Lavado de tuberías: Limpieza que se le realiza a la red de acueducto

Macromedición: dispositivos que sirven para medir tanto el flujo (caudal) instantáneo de agua que circula a través de una tubería, como el total acumulado de agua que ha fluido durante un tiempo determinado.


Medición: control sobre el uso y distribución del agua en una red

Micromedición: Dispositivo mecánico que conectado a la acometida de acueducto permite determinar el volumen de agua que ingresa a las viviendas.

Red de distribución: Conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidos diferentes usuarios

Red matriz: Tubería de distribución principal

Sectorización: Formación de zonas de suministro autónomas, mas no independientes, dentro de una red de distribución

	GUIA DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 5/26

Telemetría: Sistema de control y monitoreo a distancia de las fuentes de abastecimiento de agua que nos permite conocer en tiempo real el estado de las operaciones

6. Generalidades

En Colombia el uso desmesurado de los recursos naturales ha ocasionado emergencias y recortes en los últimos años. La mayoría del agua es extraída a partir de acuíferos y fuentes de agua dulce, las cuales han disminuido su caudal de manera progresiva, por factores como el aumento de la demanda hídrica en compensación al crecimiento poblacional, el desarrollo económico y el uso industrial.

Según Dirk Ekkehard Niebel, *"En los países en desarrollo y de economía emergente, entre el 40 y el 80 por ciento del agua incorporada a las redes de abastecimiento de agua potable se pierde por fugas"*, cifras respaldadas por el Banco Mundial el cual estima que la *"cifra actual para todos los niveles de Agua No Facturada en el mundo en desarrollo está probablemente en el rango de 40 a 50% del agua producida"*, en términos volumétricos equivale a un rango anual de 26,7mil millones de m³ y económicos a USD 5,9mil millones que dejan de facturar las empresas de agua. Sí redujéramos estas cifras a la mitad reflejaría un aumento en las ganancias y la disponibilidad para suministrar agua a 90millones de personas más, correspondiente a 2,42 veces la población de Canadá a 29 de agosto de 2018¹.

Tales afirmaciones concuerdan con ejercicios realizados a una muestra de los 116 municipios del departamento de Cundinamarca, en los que tenemos porcentajes oscilantes desde un 25% a un 75%, generando gran preocupación para la Administración actual. Pero estas pérdidas no sólo son fruto de fugas visibles y fugas imperceptibles sino además de conexiones fraudulentas. Por esto en este manual encontrará pautas para iniciar un programa para la disminución de pérdidas de agua.

¹ Tomado de: <http://countrymeters.info/es/Canada> Consultado por última vez: 18 de diciembre de 2018

7. Información Preliminar

La detección de fugas de agua es una oportunidad para mejorar servicios existentes para los consumidores y extender los servicios a la población no servida. Como entidad prestadora del servicio de acueducto debe revisar los siguientes ítems:

- **CATASTRO DE USUARIOS:**

Es el conjunto de registros y procedimientos que permiten la identificación exacta y localización de los usuarios, en este se consigna toda la información necesaria de los diferentes tipos de usuarios, como lo es datos de usuario, del predio, características técnicas de las conexiones existentes, de las cajas de registro, de tapas y micromedidores, así como información complementaria del predio y servicios. Por tanto, se recomienda mantenerlo en una base de datos en medio magnético para así actualizar. Todo esto permite realizar seguimiento del comportamiento por periodo de facturación del usuario².

En estos registros se encuentran caracterizados en función del tipo de usuario, como son:



Figura 3. Catastro de usuarios⁵

² CATASTRO DE USUARIOS DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE, Manual para entidades prestadoras de servicios. Servicio Universitario Mundial del Canadá -SUM Canadá et Agence canadienne de développement international. Edición 1era, junio 2007. <https://es.scribd.com/doc/7473944/Catastro-Usuarios-Agua-Potable>

La información del tipo de usuario es entrelazada a los planos los cuales permiten generar el código catastral, toda esta información se copia en un software de la preferencia del prestador, el cual facilita la actualización de los datos y consigo un seguimiento del comportamiento de los usuarios para identificar posibles anomalías desde el enfoque del consumo.

La información de este ítem permite analizar las perdidas por unidad de sectorización, calibrar el modelo hidráulico y realizar gestión de anomalías; toda vez que permite el control de bajo consumos, renovación de medidores e identificación de grandes consumidores.

El comportamiento de esta información es dinámico y considerando que el tiempo entre cada censo puede durar años se deben programar periodos de actualización.

• **CATASTRO DE REDES:**


El objetivo principal de un catastro de redes es tener una base de datos técnico geo-referenciada que contenga información real y oportuna del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario de una ciudad o municipio, con el fin de controlar y visualizar el inventario real de su sistema para la toma apropiada de decisiones.

Entre las ventajas de la referenciación de redes se encuentran:



Figura 4. Ventajas Referenciación de redes³

³ Tomado de: https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/manuales/52220-1Manual_Referenciacion07_09_2010.pdf
Consultado por última vez: 18 de noviembre de 2018

	<p style="text-align: center;">GUIA</p> <p style="text-align: center;">DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO</p>	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 8/26

La figura anterior enumera las principales ventajas de realizar un catastro de redes, lo cual de manera directa aporta en la reducción del índice de pérdidas comerciales.

• SISTEMA DE MACROMEDICIÓN:

El sistema de macromedición permite tener un control de los volúmenes de agua, es decir, mejorar la gestión de la captación, potabilización, red primaria y red secundaria, lo cual afecta directamente la eficiencia de cada proceso.

Entre los puntos estratégicos para la instalación de los macromedidores se encuentran:

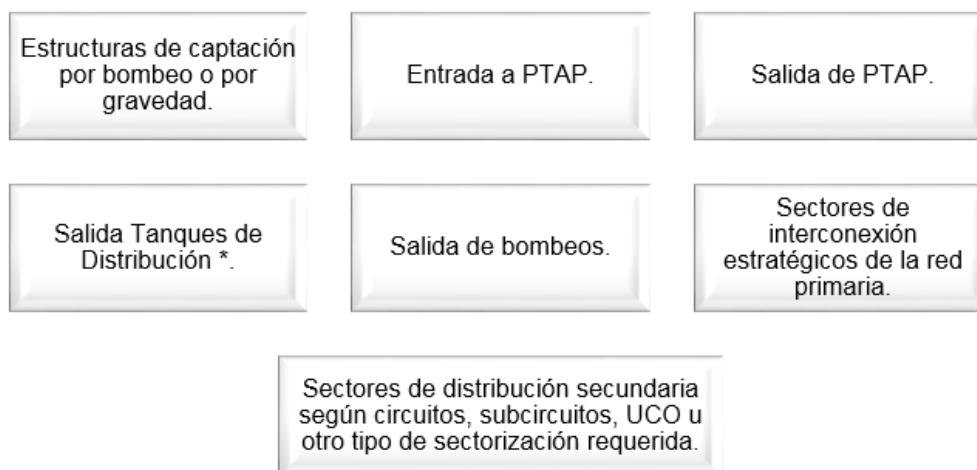



Figura 5. Puntos estratégicos de instalación macromedición⁴

El tipo de medidor que se implemente debe ajustarse a lineamientos internacionales como OIML-R49 (*L'Organisation Internationale de métrologie légale*), ANSI, EN o BS.

Es así como los volumétricos, electromagnéticos, de presión diferencial, vortex, etc., deben ser calibrados hidráulicamente en fábrica contra un medidor maestro que sea aceptado por NIST (*National Institute of Science and Technology*) o entidad similar (*PTB, UK BIPM, CENAM, CNCR, CEM, etc.*).

⁴ Tomado de Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. Pg 4-91 y 4-92.

	<p style="text-align: center;">GUIA</p> <p style="text-align: center;">DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO</p>	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 9/26

• **SISTEMA DE MICROMEDICIÓN:**

Incluye actividades desde la instalación, lectura, mantenimiento y calibración de los equipos medidores pertenecientes a cada uno de los usuarios a los que se les suministra el servicio; proporcionando una evaluación permanente en aspectos como eficiencia, calidad e historial de consumo.

Tener un programa de seguimiento a partir de los historiales de cada usuario e información de las características de los medidores como tiempo de vida útil, facilitará la reducción del Índice de Agua No Contabilizada.

Los ítems anteriormente mencionados son herramientas que coexisten en un sistema de aducción, conducción, distribución de agua tratada apta para el consumo de los seres humanos.

8. Pérdidas de Agua

El bienestar y la prosperidad en la sociedad son relacionadas con la disponibilidad de agua dulce, recurso limitado y en ocasiones escaso; por ende, la cantidad por las pérdidas presentadas por fugas en la red de distribución de un acueducto (*pérdidas físicas o reales*) sumado a los volúmenes de agua distribuidos sin facturación (*pérdidas aparentes*) incrementan los niveles de agua no facturada. Según el Banco Mundial estima que las pérdidas globales oscilan entre un 40 a 50% del agua producida⁵. En un sondeo realizado por la Dirección de Aseguramiento de la Prestación de Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP a municipios de las diferentes categorías del PDA este porcentaje puede ser superior con un máximo de 70%, toda vez que se tienen inconvenientes en los sistemas de medición, desde macromedidores averiados, déficit en la lectura de micromedición, no uniformidad en tubería de distribución, ausencia de válvulas que permitan un control, instalaciones fraudulentas de antigüedad mayor a la administración actual que pueden estar ocultas por diferentes obras como adoquinado, placa huella y pavimentación.

Es así como los inconvenientes anteriormente mencionados al momento de operar sistemas de suministro de agua se convierten en un obstáculo para la sostenibilidad pueden dar origen a impactos como:

⁵ Tomado de: Guía para la reducción de las pérdidas de agua. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y VAG-Armaturen GmbH. El Institute for Ecopreneurship (IEC) de la University of Applied Sciences Northwestern Switzerland (FHNW) pag. 31



Figura 6. Impactos globales por pérdidas⁶

La figura anterior presenta algunos impactos globales generados por las pérdidas, evidenciando la necesidad de priorizar el manejo de pérdidas de agua; es decir, justificar un mayor "gasto" para el manejo de estas. Se plantea el término de gasto, al considerarse una inversión no remunerada a corto plazo.


Algunas de las razones por las cuales se justifica ese aumento en la inversión son las que se presentan a continuación:

⁶ Tomado de: Guía para la reducción de las pérdidas de agua. Cap 3.4 páginas 59 y 60 Desarrollo de una estrategia técnica para la reducción de pérdidas de agua.



Figura 7. Impactos globales por pérdidas⁷

⁷ Tomado de: Guía para la reducción de las pérdidas de agua. Cap 4.2 páginas 69 y 70 Desarrollo de una estrategia técnica para la reducción de pérdidas de agua.

	<p style="text-align: center;">GUIA</p> <p style="text-align: center;">DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO</p>	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 12/26

i. Tipos de Pérdidas según ubicación


En la figura 6 se encuentra de forma esquematizada los tipos de pérdidas según el manual de *Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. Ed. 2013*⁸:

	<p>PÉRDIDAS TÉCNICAS EN CONDUCCIÓN Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son las pérdidas en conducción luego de la PTAP, incluyendo reboses y posible infiltración en tanques. • Se proyecta como valor máximo el 2% del caudal medio diario.
	<p>PÉRDIDAS TÉCNICAS EN RED DE DISTRIBUCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son el resultado de las fugas detectables (se pueden encontrar con tecnología avanzada) y las no detectables (económicamente inviables con tecnología avanzada). • Se proyecta como valor máximo el 15% del caudal medio diario.
	<p>PÉRDIDAS COMERCIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son aquellas relacionadas con el funcionamiento técnico y comercial, por ejemplo, conexiones fraudulentas, desactualización clientes, caudales sin medir por imprecisión o deficit en micromedición. • Se proyecta como valor máximo el 10%. (5% por submedición, 3% por fraudes y 2% por instalaciones cortadas).

Figura 8. Tipos de pérdidas según ubicación⁸

En la anterior figura se encuentra un porcentaje por cada tipo de pérdida, lo cual da como resultado final 27% como valor máximo. En un muestreo reciente

⁸ Tomado de Cap 3.5 páginas 3-48 y 3-49 Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. Ed. 2013.

	GUIA DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 13/26

realizado por la Unidad de Detección de Fugas de Empresas Públicas de Cundinamarca se encuentra que este porcentaje asciende a 75%.

ii. Tipos de Pérdidas según tamaño y tiempo.

Se clasifican en tres tal como:

- **Fuga reportada o visible:** Son principalmente resultado de estallidos súbitos o rupturas de uniones en tuberías de distribución; el comportamiento de estas dependiendo la presión, tamaño de fuga, características del suelo y superficie, permite su localización con el agua que aparece rápidamente en la superficie.
- **Fuga no reportada u oculta:** Son aquellas con caudales mayores a 250l/h a 50m de presión, pero por condiciones de no favorabilidad no aparecen en la superficie, estas se pueden localizar con el uso de instrumentos acústicos y no acústicos pero el primer paso para la identificación de estas es analizar las tendencias en el comportamiento del consumo de agua por sector.
- **Fuga de fondo:** Son aquellas con caudales menores a 250l/h a 50m de presión, es decir, se presentan, pero sus características no permiten localización con equipos especializados, toda vez que son goteos, filtración en uniones, válvulas o accesorios no herméticos. Este tipo de pérdida generalmente son la causa de gran parte de las pérdidas reales de agua debido a la gran cantidad y su duración a través del tiempo. Toda vez que para eliminarlas es de manera ocasional cuando se reemplaza el tramo de tubería.

Para entender la diferencia de este tipo de fugas se presenta la figura 13

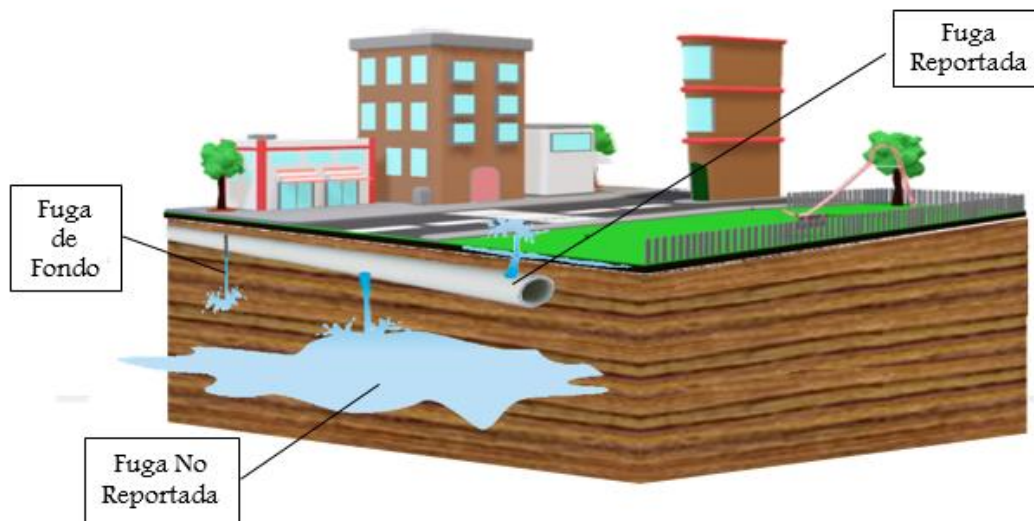


Figura 9. Tipos de pérdidas según ubicación⁹

9. Diagnóstico del Sistema

Para realizar un diagnóstico del sistema se debe tener en cuenta de cuáles son los procesos a realizar y como se debe ejecutar cada uno de ellos, para así poder encontrar los problemas a resolver; Si evitamos este paso fundamental de no realizar el diagnostico cometeremos errores a la hora de ejecutar y no tendremos el resultado esperado.

Los pasos para efectuar el diagnostico son:

⁹ Tomado de: Guía para la reducción de las pérdidas de agua. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH et all. pag. 50

10. Identificar los procesos y componentes del sistema de acueducto.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO					
Subsistema	Proceso	Componente	Existe (si/no)	Tipo de estructura	Observaciones
Producción	Captación	Cuenca			Sin asentamientos, aguas arriba
		Fuente			Quebrada La Guagua, con calidades fisicoquímicas aceptables
		Captación	SI	Lateral	Dique en concreto
		Estación de bombeo			
		Aduccion-Impulsion	SI	Canal	
		Desarenador	No	-----	-----
	Tratamiento	Aducción	SI	Tubería	Tuberías en diferentes diámetros y materiales
		Tratamiento - macromedición	SI	Convencional	Canaleta Parshall a la entrada de la planta. Macromedidor a la salida, mal ubicado
Distribución	Distribución	Bombeo	NO	-----	-----
		Almacenamiento - macromedición	SI	Dos tanques	En concreto, semi-enterrados
		Distribución:	SI	Tubería de PVC	Entre 3" y 8"
		Redes principales	SI	Tubería PVC	Entre 6" y 8"; su distribución no obedece a un criterio técnico
		Redes secundarias	SI	Tubería PVC flexible	Entre 4" y 2", de reciente instalación, según plan maestro (1991)
		Conexiones domiciliarias	SI	Tubería PVC y HG	90% en PVC flexible
		Instalaciones internas o intradomiciliarias	SI	Tubería PVC y HG	

Figura 10. Identificación de componentes.

11. Recopilar la información técnica y operativa existente

Dentro de la información recopilada debemos tener:

- Un plano general del sistema, debe especificar la funcionalidad de este.
- Un plano de la toma de agua o un esquema general con dimensiones y conexiones al pre tratamiento.
- Un plano planta-perfil de la línea de conducción con sus accesorios (válvulas, ventosas, purgas, macro medidores etc...).
- Un plano de la llegada a la planta y el recorrido del agua por las unidades de tratamiento que permita conocer el funcionamiento de la planta.
- Tipo de macro medidores con sus especificaciones.
- Planos de los diversos tanques con sus conexiones con el sistema.
- Plano de la red de distribución, con indicación de las tuberías, matrices entre otros con sus accesorios más importantes.
- Las memorias de cálculo de los diferentes componentes del sistema con sus criterios de diseño y capacidad.
- Manuales de operación del sistema donde se evidencie el funcionamiento de los mismos (Sectorización, razonamientos etc...)
- Debe encontrarse la persona encargada ya sea un administrador, un técnico, fontanero etc...

Esta información conforma el castro del sistema y se debe verificar que sea la más actualizada e identificada posible, de no contarse con esta información el diagnostico estará basado en supuestos y elementos de poca confiabilidad.

12. Efectuar trabajos de campo y análisis de la información

De acuerdo a la información obtenida del sistema se debe entrar a estudiar cada uno de los componentes del sistema así:

iii. SUBSISTEMA DE PRODUCCIÓN

- **Cuenca hidrográfica:** Cuando hablamos del acueducto el diagnostico técnico del sistema debe comenzar por la cuenca abastecedora para así poder calcular las condiciones de impacto negativo.

- **Fuente de abastecimiento:** Las fuentes de un acueducto se catalogan en dos; la primera son las fuentes superficiales donde podemos encontrar los ríos, las quebradas, lagunas entre otras; y la segunda son las fuentes subterráneas que pueden ser subsuperficiales (Se explotan a través de aljibes o pozos excavados) y acuíferos (a través de los pozos profundos).
- **Captación:** Aquí tenemos los más comunes tipos de captación como son las tomas de fondo, lateral, sumergida y flotante, la presa de derivación y el poso con bombeo entre otros; para saber la cabida de captación, se pueden examinar las memorias de diseño del sistema de acueducto en caso de que estas no fuesen encontradas se debe contactar con un ingeniero que tenga experiencia en hidráulica quien determinara sobre un pequeño estudio la capacidad de captación de la estructura.
- **Desarenador:** Esta estructura se ubicará en el primer tramo de la aducción lo más cerca posible de la captación del agua ya que el fin de este es remover el material suspendido como arena y arcilla.

iv. SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Este sistema de distribución de un acueducto comienza a partir de la salida de tratamiento e incluye los siguientes componentes:

- **Almacenamiento:** Acá comprenderemos tanques de cavidad máxima para guardar grandes volúmenes de agua y así distribuirla a los usuarios a las horas más apetecidas o para casos de emergencia que exijan cantidades adicionales de este recurso; para tener este diagnóstico claro debemos tener una información clara que permita la localización con las áreas de distribución, las dimensiones de los tanques y cavidad de almacenamiento, así mismo debemos contemplar la información del estado físico, funcionamiento de las válvulas y accesorios; esta información deberá ser recopilada por un técnico o fontanero que especificara a través de graficas la distribución de la red y como recibe el agua y la suministra a los diferentes sectores.

- **Redes de distribución:** Estas se componen de tuberías matriz o base que se diferencian por su diámetro, este será mayor a 12 pulgadas (300mm) de esta se desprenden las redes menores o secundarias que su diámetro será menor o igual a 12 pulgadas y de allí se despliegan conductos, accesorios y conexiones que como finalidad tendrán el suministro de agua domiciliaria a los usuarios; para obtener esta información debemos asociarnos con la ejecución de un catastro o plan maestro que diferenciara y especificara datos e información como las tuberías (primarias y secundarias), diámetros, material, longitud, válvulas (tipo y estado), Hidrantes (Numero y estado) entre otros.
- **Conexiones Domiciliarias:** Estas son comprendidas por las conexiones que conectan con la distribución de internas de las viviendas de los usuarios, Se percibirán por su medida ya que en su gran mayoría serán de ½ pulgada y se equipan por micromedidores de consumo para cada vivienda; para consumos mayores como hospitales, ejercito, bomberos etc... serán de diámetros de 1, 1½, 2 y 3 pulgadas para recopilar esta información accederemos a el catastro de redes de los usuarios.

13. Producir un informe completo del diagnóstico técnico y del plan de acción

Después de tener toda la información compendiada se realizará un diagnostico técnico que se sujetará a los siguientes puntos:

- Título y fecha de elaboración.
- Identificación de los componentes del sistema de acueducto.
- Diagnóstico de cada componente con su formato de uso.
- Resumen de perdidas visibles identificadas en el subsistema de producción.
- Pérdidas identificadas en subsistema de producción.
- Criterios de priorización y atención de las pérdidas.
- Priorización de actividades.
- Plan de choque, lista de reparaciones con definición de tiempos y responsables.

La ejecución de este diagnóstico técnico basado en el análisis anterior debe emplearse en un tiempo no superior a un mes.

Las actividades para controlar estas pérdidas se denominan plan de choque y se deben ejecutar como tiempo máximo un mes después de realizado el diagnostico técnico al finalizar el plan de choque se debe tomar muestras de lectura de caudal, presión en los diferentes puntos del subsistema de producción y se realizara un informe especificando los resultados obtenidos.

14. Ejecutar el plan de acción.

Para ejecutar el plan de choque debemos adoptar en su orden los siguientes criterios:

- Identificar las fugas visibles en el sistema de acueducto.
- Establecer la solución preventiva más acertada para las fugas más representativas.
- Realizar atención inmediata a las fugas encontradas en el subsistema de distribución primordialmente las que suministran agua potable.
- Dar prioridad a la atención de fugas que afecten las presiones en las redes o la continuidad del servicio

15. Metodología

A partir de los conceptos del primer capítulo o generalidades, se encuentra el primer escalón metodológico, establecer un balance hídrico por periodos regulares que será el fundamento para identificar y eliminar las pérdidas de agua. En la publicación de Octubre del año 2000 por parte de la Asociación Internacional del Agua -IWA-, *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*, en el que propuso la un estándar para el balance hídrico como se observa en la Figura 15.

Volumen de entrada al sistema Q_i	Consumo autorizado Q_A	Consumo autorizado facturado Q_{AF}	Agua facturada exportada	Agua facturada
			Consumo facturado medido	
			Consumo facturado no medido	
	Pérdidas de agua Q_p	Consumo autorizado no facturado Q_{AUNF}	Consumo no facturado medido	Agua no facturada
			Consumo no facturado no medido	
		Pérdidas aparentes Q_{PA}	Consumo no autorizado	
			Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos	
		Pérdidas reales Q_{PR}	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	

Figura 11. Balance Hídrico.¹⁰

Los prestadores deben clasificar las pérdidas totales a partir del balance de la figura anterior, el grado de exactitud de este depende únicamente de la precisión y calidad de los datos utilizados para el cálculo, es decir, el grado de incertidumbre aumentará conforme a información errónea tanto de entrada como de salida de agua en el sistema de abastecimiento.

En el trabajo realizado en el marco del Plan de Aseguramiento Fase II y III con la móvil de detección de fugas, se identificaron situaciones en diferentes prestadores como son:

Cultura de no pago	Tendencia a informalidad, fraude vs consumo.
Estado de red conducción y distribución.	Errores en micromedición.
Carencia en el control de presiones y material.	Baja cobertura con válvulas en buen estado.
Oposición por parte de usuarios a suspensión, normalización e instalación de medidores.	

Figura 12. Situaciones que aumentan pérdidas de agua.

¹⁰ Ibid pag. 47

Según lo planteado en *Leak detection practices and techniques: a practical approach* por Pilcher R., existen cuatro métodos de intervención fundamentales para combatir las pérdidas de agua, tal como se observa en la figura 16¹¹

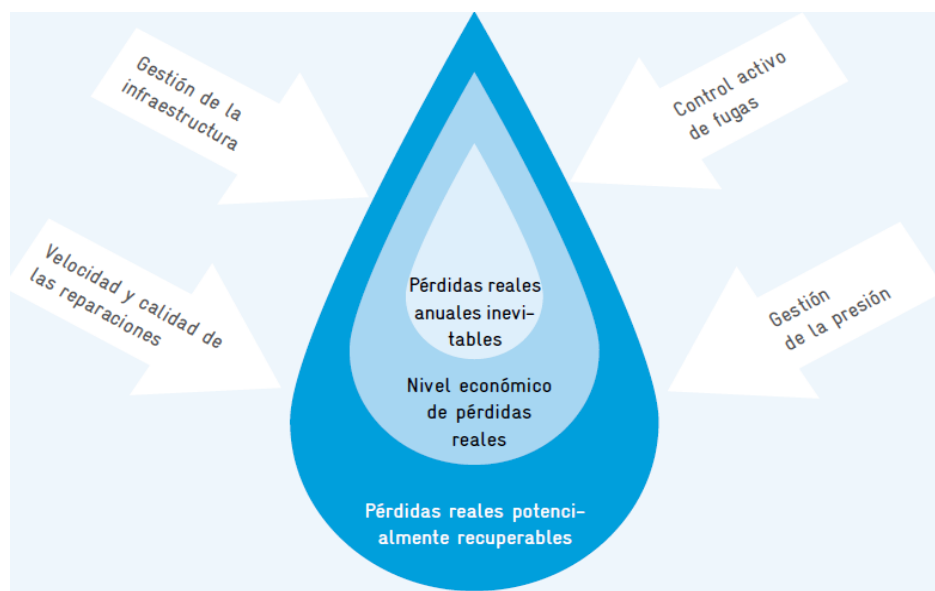


Figura 13. Principales métodos de intervención para combatir pérdidas¹²

A partir de la figura anterior y de los conceptos vistos en el desarrollo de esta guía se plantean programas para combatir y reducir los índices de pérdidas, especialmente el IANC.

16. Programa de Micromedición

Este programa contempla varias líneas de acción como se observa en la figura 13:

Optimización en
micromedidores

Optimización
facturación.

Figura 14. Líneas de acción micromedición

¹¹ Tomado de: Pilcher, R. *Leak detection practices and techniques: a practical approach*. Water 21-Magazine of the International Water Association. 2003.

¹²

17. Optimización en micromedidores

La línea de optimización en micromedidores tiene como objetivo principal el mantenimiento correctivo, es decir, el reemplazo de los instrumentos de micromedición luego de la detección del no funcionamiento, por lo general, un usuario tiene baja probabilidad de reportar esta situación por tanto se sugiere realizar un cronograma en el que de forma aleatoria se realice inspección comparando las últimas lecturas, por tanto, la revisión de la base de datos comercial permitirá:

- ✓ Suscriptores con anotación de **INVERTIDO**, se recomienda realizar inspecciones diferentes a la lectura de consumo para facturación, además de la instalación de sellos resistentes a humedad, en caso de reincidencia, aplicar sanción por defraudación de fluidos.
- ✓ Suscriptores con anotación de **EN CONSTRUCCIÓN**, se recomienda realizar un cronograma para realizar visitas de verificación, en obras que incluye desde excavación se sugiere un término de cada cinco meses. Al constatar la finalización de la obra, se debe revisar la documentación pertinente para las matrículas y actualizar la base de datos con el ajuste acorde.
- ✓ Suscriptores con anotación de **DESOCUPADO**, se recomienda visitas periódicas para actualizar en caso de ocupación, durante el tiempo en que no exista ocupación se debe seguir realizando la lectura pertinente. Se ha observado en municipios de Cundinamarca predios que son usados solo para descanso, pero al revisar el sistema de micromedición y al verificar las acometidas de alcantarillado se han encontrado consumos y desperdicios de agua potable por fugas o registros abiertos.
- ✓ Suscriptores con anotación de **VIDRIO ILEGIBLE**, se recomienda remitir comunicación formal donde se exija al usuario la instalación de medidor. Recuerde que para estratos 1 y 2 se puede gestionar recursos con instituciones cofinanciadoras.
- ✓ Suscriptores con anotación de **ENTERRADOS**, se presentan generalmente en usuarios estratos 1 y 2, por tanto, se puede gestionar recursos con instituciones cofinanciadoras para la instalación de cajas también se puede realizar programa de concientización a los usuarios y jornada de acompañamiento integral para la ejecución de obra.

- ✓ Suscriptores con anotación de **BLOQUEADOS**, se recomienda realizar visita a los predios para determinar estado, acometida, micromedición, así como de uso; en caso afirmativo iniciar el trámite pertinente para inclusión en la base.
- ✓ Suscriptores con anotación de **DIRECTOS**, se recomienda para estratos 1 y 2 gestionar proyectos de cofinanciamiento mientras que, para suscriptores de estratos altos, se les remitirá comunicados oficiales para adquisición e instalación de micromedición en un término máximo de treinta días, en caso de no ser así, la empresa instalará el equipo y será cobrado a la factura del suscriptor.

Otro tipo de mantenimiento es el preventivo, en el cual se contemplan jornadas de limpieza, calibración, reparación o sustitución de piezas del micromedidor, esto se realiza a partir de la información de vida útil de la tecnología instalada y de las anotaciones durante las jornadas de inspección visual.

Respecto a las pérdidas intradomiciliarias se recomienda jornadas de concientización a los usuarios respecto a la identificación y reparación de la red interna de cada suscriptor, además del uso racional del agua.

18. Optimización en facturación.

Se recomiendan las acciones de la figura 19:

Estandarizar el procedimiento de bloqueo del usuario por un determinado lapso de tiempo. Se firma un compromiso empresa-usuario.

Realizar estadísticas de reclamos y denuncias, para determinar comportamiento.

Programar inspecciones periódicas a hoteles, establecimientos comerciales, industrias, lavaderos, grandes consumidores para determinar comportamiento acorde a historiales.

Actualización de cartera y generar cobros efectivos.

Figura 15. Actividades para optimizar facturación.

19. Programa para la reducción de consumos no facturados

Los consumos no facturados abarcan desde los volúmenes autorizados para actividades como extinguir incendio y la operación de equipo succión presión; mientras que existen volúmenes que son netamente de pérdidas por conexiones fraudulentas, mediante acciones como micromedidor invertido, by-pass del micromedidor y conexiones clandestinas.

Estas últimas pueden ser detectadas a partir de información de forma incógnita por diferentes usuarios, por sospecha ante bajo consumo respecto a las características del suscriptor, alternar los sectores para establecer un promedio de consumo por cada uno de estos y con equipos especializados que se encuentran en la móvil de Detección de fugas de Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP. Por tanto, para el manejo de fraudes se encuentran actividades como:

Análisis bajo consumo

- Revisión periódica a consumos bajos gracias a un análisis estadístico.

Facturación presuntiva

- A partir de planos actualizados de asentamientos o de barrios ilegales en los que la tasa de suscriptores es más bajo que la cantidad de predios. Se recomienda corte y un análisis con Secretaría de Planeación para la identificación en caso de ser zona de alto riesgo no generar suscriptores autorizados.

Proceso de lectura

- Realizar análisis cada dos ciclos de lectura vs efectividad .
- Actualizar y atender de caracter prioritario solicitudes por inconformidad en la lectura y generar un plan de control.

Actividades comerciales

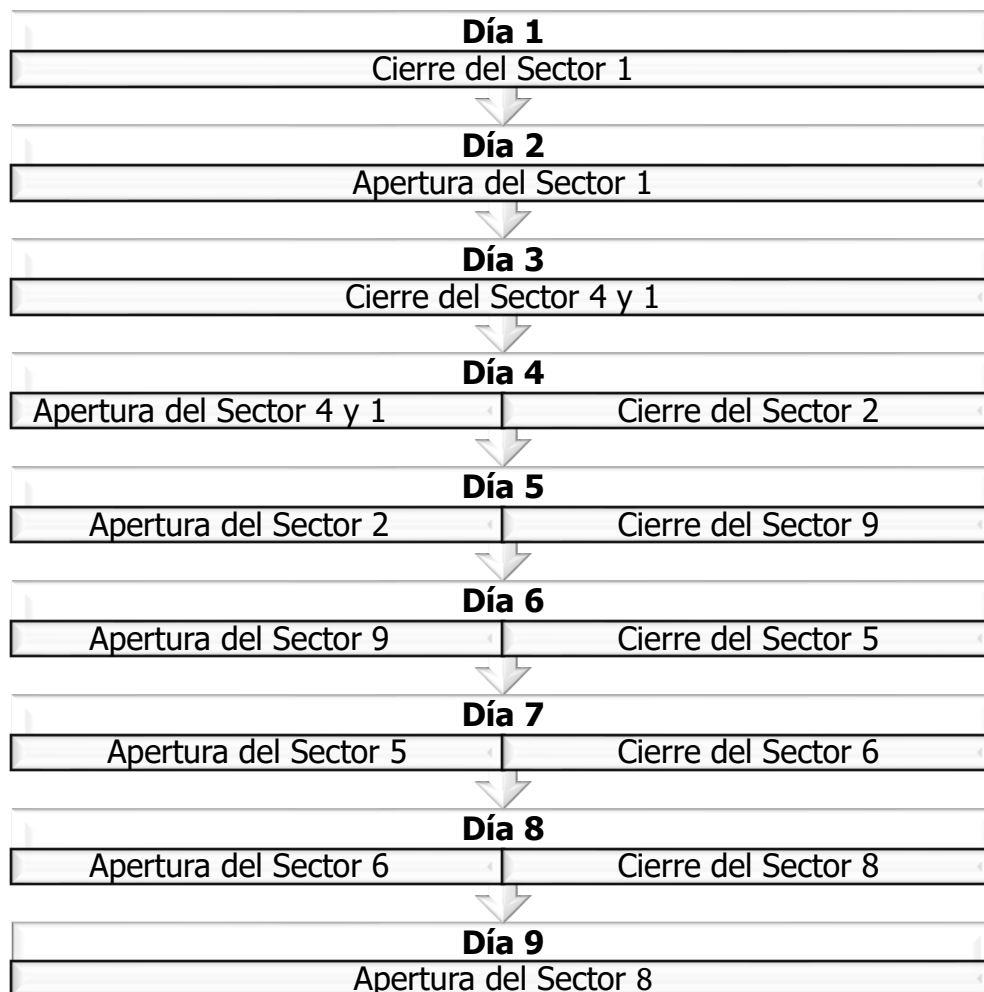
- Cortes definitivos a deudores morosos por periodo mayor a seis meses o cobro con porcentaje significativo de interés.
- Inspección a suscriptores con anotación de suspensión.
- Inspección a nuevas obras urbanísticas.
- Inspección periódica aleatoria a grandes consumidores.
- Acciones jurídicas al detectar conexiones fraudulentas.

Mantenimiento de redes

- Diseñar, estructurar y socializar procesos para la intervención de las redes a constructores y proyectar cambio de tuberías respecto a la vida útil y comportamiento fenomenológico del terreno.


Figura 16. Manejo de fraudes

Además del manejo de fraudes de la figura 20 se presenta un método para que sin la realización de obras se puede identificar el caudal de cada uno de los sectores y de esa manera se pueden identificar de mejor manera las pérdidas de la red como se observa en la figura 16.


Figura 17. Identificación del caudal

20. Programa de macromedición

Este programa es compromiso de la empresa para actuar sobre dos líneas, la primera, educar a fontaneros respecto a la toma de lectura frecuente y acertada a la entrada y la salida de las plantas de tratamiento de los macromedidores, la segunda es gestionar la adquisición de macromedidores para la instalación en los nudos principales que alimentan cada sector, así como en conjuntos habitacionales o en sectores masivos clandestinos, como son, estructuras habitacionales en zonas de alto riesgo (Confirmar según POT y Planeación).

	<p style="text-align: center;">GUIA</p> <p style="text-align: center;">DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO</p>	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 27/26

21. Programa detección de fugas

Para ejecutar este programa recuerde que, entre las principales causas de las fugas imperceptibles, es el deterioro del material de la tubería por la interacción con el tipo de suelo, movimiento por asentamiento del terreno y en material metálico la corrosión por el fenómeno de electrólisis.

La disminución en pérdidas por fugas, inicia con cierres programados por sectores en periodos de tiempo similares y el análisis del comportamiento evidenciado en el sistema de macromedición, tal como se planteó en la figura 21; cuando se confronta estadísticamente se determina anomalías en el sector a inspeccionar con equipos como correlador, georradar, hidrófonos y geófonos, los cuales fueron adquiridos por Empresas Públicas de Cundinamarca SA ESP y que se encuentran a disposición para los municipios de Cundinamarca dentro del Plan Departamental de Aguas.

Respecto a las fugas presentes en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), se recomienda realizar revisiones periódicas de las estructuras o equipos, es decir, que no se observen filtraciones o fisuras. En los tanques de almacenamiento se deben programar pruebas de estanqueidad cada seis meses, es decir, dejar a tope agua y cerrar válvulas de entrada y salida de este por un tiempo de ocho días, para medir disminución en el nivel.

22. Programa de atención para reparaciones


Se debe iniciar un proceso de seguimiento y estandarización desde el momento en que se recibe el comunicado de daños o averías hasta que se da por superada la atención, así como el análisis de las posibles causas que generaron la alteración en la prestación del servicio.

Con esta información se recomienda analizar los sectores en los que se generan con más alto índice la cantidad de contratiempos y acotar las causas de estos, en la mayoría de los casos se encuentra como razones principales, deterioro en el material de la red, movimiento del suelo, picos en la presión y aireación en la red.

Por último, se debe realizar cálculo del volumen de agua perdido en cada daño, pues esto aumenta el índice de agua no facturada.

23. Programa para la renovación de dispositivos y accesorios

Este programa tiene tres etapas como se observa en la figura 22.

	GUIA DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS TECNICAS EN REDES DE ACUEDUCTO	Código:AS-G011
		Versión:0
		Fecha:24/03/2021
		Pág. 28/26

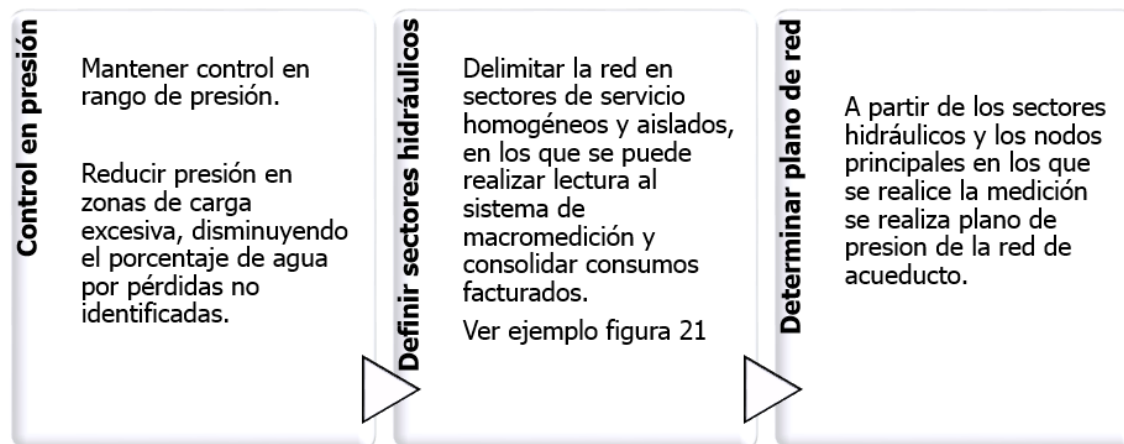


Figura 18. Etapas para renovar dispositivos

Luego de cumplir con las etapas de la figura anterior y a partir del análisis estadístico de reparaciones, se debe generar un árbol que permita estructurar procesos de rehabilitación en la infraestructura, proyección de un cronograma para el mantenimiento preventivo y concientización de cada uno de los fontaneros quienes son el puente entre usuario y empresa.

24. Conclusiones

Para la disminución de pérdidas se deben generar múltiples acciones desde todas las áreas de la empresa prestadora del servicio, el conocer la presión, optimizar el sistema de macromedición, realizar seguimiento a los usuarios con anotaciones especiales, generar educación a cada uno de los integrantes de la empresa y a los usuarios respecto a conexiones fraudulentas, alteración en las acometidas y el sistema de micromedición.

La detección y reparación de fugas es sólo una alternativa de conservación del agua; otras incluyen: prueba de medición y reparación/ reemplazo, programas de rehabilitación y reemplazo, instalación de dispositivos de reducción de flujo, control de corrosión, políticas de cuotas de agua que alientan la conservación, programas educativos públicos, reducción de presión, peticiones por reducciones voluntarias o prohibiciones de ciertos usos de agua y reciclaje de agua.

En general, 10 a 20 por ciento de tales pérdidas incrementa el consumo de energía. Este aumento en presión empeora las fugas y tiene un impacto negativo sobre el medioambiente.

De las muchas opciones disponibles para la conservación del agua, la detección de fugas es un primer paso lógico. Si la empresa de servicio hace lo que puede para conservar el agua, los consumidores tenderán a ser más cooperadores en otros programas de conservación, muchos de los cuales dependen de esfuerzos individuales. Un programa de detección de fugas puede ser altamente visible. Pero una pérdida de más de 20 por ciento requiere una atención primordial y acciones correctivas. Sin embargo, avances en la tecnología y experiencia pueden hacer posible una reducción de pérdidas y agua no contabilizada por debajo del 10 por ciento.

Mientras que los porcentajes son buenos como guías de manejo, una medida más significativa es el volumen del agua perdida. Una vez que el volumen es conocido, los gastos de las pérdidas pueden ser determinados y la rentabilidad de la implementación de acciones correctivas puede ser entonces determinada.

25. Anexos

1. Formato equipo detección de fugas AS-F416 Control de Fugas y Pérdidas de Agua Potable.
2. El control de operación de los equipos de la Unidad Móvil de Detección de Fugas debe ser registrado en el formato AS-F400 Control de Operación de Equipos Unidad Móvil.

CONTROL DE CAMBIOS				
VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	RESPONSABLE	CARGO
0	24/03/2021	Versión inicial	Ludwig Jimenéz	Director de Aseguramiento de la Prestación del Servicio