

Innovación y nuevas tecnologías para reducir las pérdidas de agua potable¹

FABIAN CHANG, CEO Y SOCIO FUNDADOR DE AQUAINTEL

En Ecuador, las pérdidas de agua potableⁱ alcanzaron un 48,35% según el último Boletín Estadístico del año 2021 de la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) que evalúa el desempeño de 221 prestadores de servicios de agua potable y saneamiento a nivel urbano.ⁱⁱ

Esto significa que los municipios y empresas a cargo del agua potable pierden casi la mitad del volumen de agua tratada, lo que genera a los operadores y a la comunidad un triple impacto:

i) Económico. Las pérdidas de agua potable reducen los ingresos facturables y a la vez las empresas prestadoras deben incurrir en costos y gastos operativos incrementales para captar, potabilizar y distribuir más agua pero que termina abasteciendo apenas una fracción de este volumen a los usuarios, lo que provoca ineficiencia y debilita su sostenibilidad financiera.

ii) Social. Más pérdidas de agua implican menos agua disponible y esto se traduce en menor acceso a agua segura e insatisfacción de clientes actuales y potenciales. Además, los usuarios afectados deben sacrificar tiempo y recursos para abastecerse de agua, lo que limita también sus oportunidades de crecimiento personal y productivo.

iii) Ambiental. Un elevado nivel de pérdidas contribuye a un mayor stress hídrico y reduce la disponibilidad y la calidad de agua tanto para generaciones futuras como para la conservación de ecosistemas.

A estos impactos hay que añadir otra problemática y es que gran parte de la infraestructura de agua potable (líneas de transporte y conducción, redes matrices, válvulas, acometidas, guías domiciliarias, etc.) se encuentra bajo el suelo lo que dificulta las actividades de mantenimiento y gestión de activos al requerirse de excavaciones en la vía pública para reparar las fugas una vez que han sido localizadas.

¿QUÉ SON LAS FUGAS DE AGUA POTABLE?

Las fugas son fallas en la red de distribución que generan pérdidas de agua potable. Es un término genérico aplicable para cualquier tipo de activos independiente de su tamaño. Desde la perspectiva de la gestión de pérdidas, no existe diferencia entre fugas, fisuras o roturas.ⁱⁱⁱ

Estas fallas son atribuidas al desgaste en los elementos de la red por: a) características intrínsecas de los materiales como antigüedad, estado de revestimiento interno y externo, reacción química con el tipo de agua y terreno; b) agentes externos como interferencia de otras infraestructuras, raíces, temperatura, tráfico pesado, sismos; c) operación de la red como golpes de ariete, vibración, taponamientos o atascos; d) condiciones de instalación de tuberías como asentamiento de terrenos, mala ejecución y montaje de obras hidráulicas; y e) otras causas.^{iv}

De acuerdo a la International Water Association (IWA), las pérdidas de agua potable se pueden clasificar en dos tipos: pérdidas físicas y pérdidas comerciales. Las pérdidas físicas corresponden a fugas en líneas de conducción, redes de distribución y accesorios, fugas y reboses en reservorios y plantas de tratamiento y fugas en acometidas domiciliarias hasta el punto de medición del usuario. En cambio, las pérdidas comerciales abarcan las conexiones ilegales y los errores en la medición de consumos (submedición e inexactitud en la toma de lecturas o en el proceso de facturación).^v

A su vez, las fugas de agua se clasifican en visibles y no visibles, y estas últimas pueden persistir por días, meses o años hasta que afloran a la superficie y se hacen visibles.

¿QUÉ HACEN LAS EMPRESAS DE AGUA POTABLE PARA ENFRENTAR LAS PÉRDIDAS?

¹ Artículo publicado en páginas 18 a 22 en la Revista EcuAmbiente Edición No. 53 de Noviembre de 2023 publicado por la Asociación Ecuatoriana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AEISA. Disponible en <https://aeisa.com.ec/ecuambiente-edicion-53/>.

Ilustración 1.- Balance Hídrico para calcular el Agua No Contabilizada

Agua No Contabilizada	Pérdidas de agua potable	Pérdidas Físicas	Fugas en conducciones, redes y accesorios
			Fugas en reservorios y plantas de tratamiento
			Fugas en acometidas domiciliarias
		Pérdidas Comerciales	Consumos clandestinos
	Errores de medición de consumos		
Volumen autorizado no facturado		Medido o no medido	

Fuente: Balance Hídrico - Metodología de la International Water Association (IWA).

La mayoría de las empresas de agua tanto a nivel nacional como internacional aplican la detección reactiva de fugas donde los operadores del servicio atienden solamente las fugas visibles que son reportadas por los prestadores de servicio o los usuarios. La principal desventaja de este método tradicional es que omite totalmente las fugas no visibles.

Algunas empresas han migrado del método tradicional hacia una búsqueda proactiva de fugas en la que los operadores de agua emplean personal competente (propio o subcontratado) con equipos acústicos como geófonos, varillas, sensores y correladores para inspeccionar a nivel superficial las tuberías y accesorios con el fin de detectar ruido provocado por las fugas de agua en tuberías presurizadas y posteriormente repararlas.

Otras técnicas convencionales para la detección proactiva de fugas^{vi} consisten en introducir elementos o sensores en el interior de las tuberías de agua para hacer un diagnóstico y ubicar las fugas, entre ellas:

- Inyección de gas (helio o hidrógeno) para tuberías con diámetro de 75 mm a 1.000 mm. El gas inyectado emerge a la superficie a través de las fugas en la infraestructura. Cabe resaltar que estos gases son inertes y su mezcla con el agua no afecta la calidad del líquido vital.
- Hidrófono con cable umbilical. El hidrófono viaja a través del caudal de la tubería y un operador a nivel de superficie monitorea su localización y determina la ubicación de las fugas mediante la huella acústica registrada por el sensor. Esta técnica es aplicable para tuberías de 48 mm o diámetros superiores e incluyen inspección con vídeo y ultrasónica que evalúa el estado de las paredes de las tuberías.
- Sensores de libre navegación (free swimming) que detectan fugas a través del análisis del interior de las tuberías de transporte o conducción^{vii} y sus accesorios.

Estas tres técnicas son consideradas invasivas en el sentido de que su procedimiento requiere la manipulación de accesorios en la red para ingresar a los sistemas de distribución de agua potable y recuperar los elementos introducidos.

Sin embargo, existen varios problemas con la búsqueda proactiva de fugas y es que según la longitud del sistema de agua potable, un diagnóstico de toda una red de distribución puede tomar meses o incluso varios años, e incluso, una vez completado, éste puede quedar desactualizado ante la aparición de nuevas fugas. Por otro lado, muchas fugas no visibles son difíciles de detectar debido a ruido ambiental, inseguridad en la vía pública, infraestructura inaccesible, entre otros factores.

¿CÓMO LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN CONTRIBUYEN A SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE LAS FUGAS NO VISIBLES?

En la actualidad, las fugas no visibles de agua potable pueden ser identificadas a través del análisis de imágenes satelitales y datos de radar de apertura sintética^{viii}. Este servicio denominado comercialmente “Recover” fue desarrollado por la startup israelí ASTERRA^{ix} y ha sido implementado en más de 65 países.

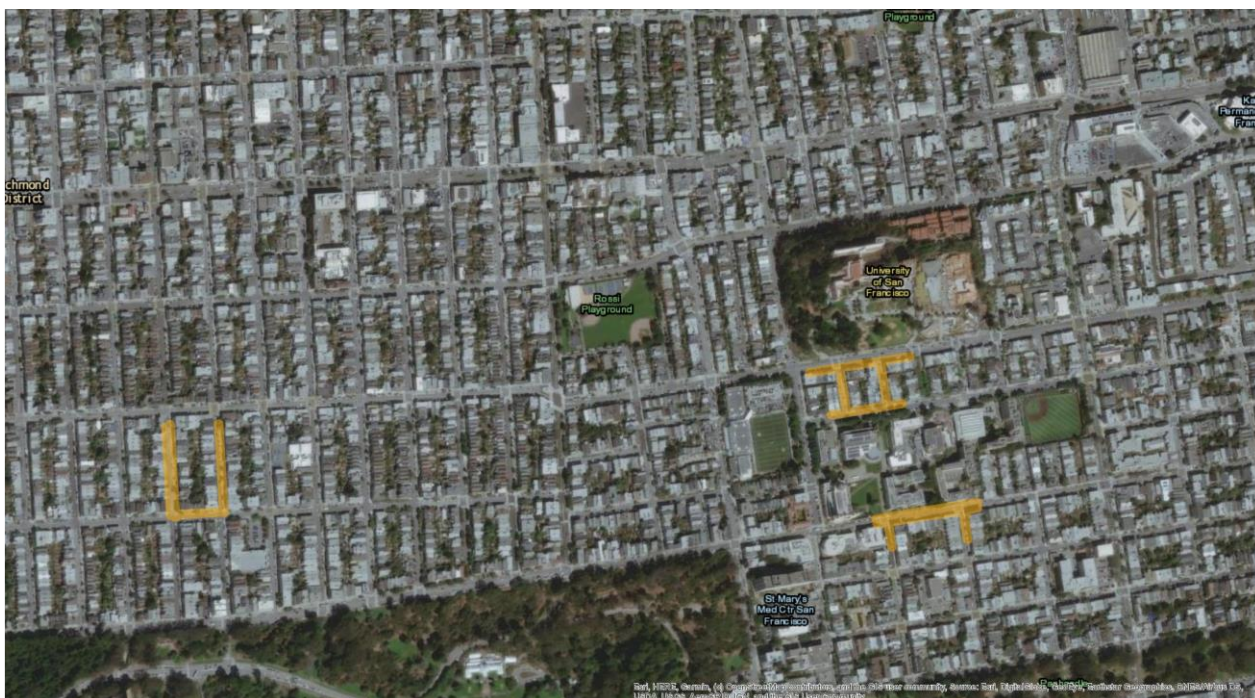
Esta técnica no invasiva permite realizar en corto plazo un diagnóstico de todo un sistema de distribución de agua potable pues cada imagen satelital tiene una extensión de 3.500 km².

El radar instalado en los satélites emite ondas electromagnéticas usando la banda de frecuencia L (1 - 2 GHz) que son enviadas hasta el área de interés y registra la interacción de las ondas reflejadas en la Tierra. Esta banda de frecuencia atraviesa la vegetación, penetra el suelo hasta una profundidad de 3 metros y visualiza la humedad en el suelo puesto que el agua es sensible a la conductividad dieléctrica. La tecnología de radar opera en todo clima, en cualquier

condición atmosférica (soleado, nuboso) y de forma continua durante el día o la noche.

desde líneas de conducción y redes matrices hasta guías domiciliarias, incluyendo accesorios (medidores,

Ilustración 2.- Visualización de Puntos de Interés con tecnología de imagen satelital.



Fuente: ASTERRA (2023).

Los datos e imágenes satelitales son procesados y corregidos con algoritmos patentados e inteligencia artificial para identificar la huella espectral del agua potable a nivel de píxeles y crear un mapa de humedad que se muestran como Puntos de Interés. Cabe indicar que estos algoritmos tienen la capacidad de distinguir los distintos tipos de agua presentes en el subsuelo (agua potable, aguas residuales, agua del mar, agua dulce, nivel freático, etc.) lo que permite identificar las fugas subterráneas en la red de agua potable.

Estos Puntos de Interés se visualizan sobre una imagen satelital georreferenciada en formato GIS que muestra la capa de tramos de tuberías de agua potable que deben ser inspeccionados para verificar en campo la existencia de fugas no visibles detectadas por la tecnología.

De esta forma, la búsqueda proactiva de fugas se vuelve inteligente al estar guiada por analítica de datos. Esto hace más eficiente las inspecciones de campo y los operadores encuentran más fugas por kilómetro recorrido en menor tiempo comparado con el método tradicional y otras técnicas convencionales, optimizando así los recursos de las empresas prestadoras de servicios.

A diferencia de otras técnicas antes descritas, la tecnología de imagen y datos satelitales funciona con cualquier tipo de material y diámetro de tubería,

válvulas e hidrantes) tanto en área de responsabilidad del prestador de servicio como en área de responsabilidad del usuario.

En Ecuador, esta tecnología ha sido implementada con resultados positivos por las empresas de agua potable de Ibarra (2021), Quito (2022) y recientemente en Ambato (2023) y es distribuida a nivel nacional por Hydriapac S.A.

A continuación cito algunas referencias publicadas sobre la experiencia y puesta en marcha de esta tecnología innovadora:

Según el informe de rendición de cuentas del año 2021 de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA -I), el índice de Agua No Contabilizada bajó del 42% al 38% en el 2021 gracias a la planificación y ejecución de recorridos de búsqueda de fugas con información de detección satelital de fugas.^x

En noviembre de 2022, en el Taller Regional de Agua No Contabilizada organizado en Argentina por la Asociación Latinoamericana de Operadoras de Agua y Saneamiento (ALOAS), Othón Zevallos -gerente general de la Empresa Metropolitana de Agua y Saneamiento de Quito (EPMAPS agua de Quito)-expuso los resultados de un piloto con la tecnología satelital que analizó 1.000 km de tuberías del Valle de los Chillos y del centro sur de la capital. El servicio

Recover identificó 211 Puntos de Interés que representó una longitud de 97 km para ser inspeccionada con geófonos y que arrojó 1.33 fugas por punto de interés.^{xi}

En julio de 2023, Diana Caiza -Alcaldesa de Ambato-, realizó junto a Marcelo Pinto -gerente general de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EMAPA-A)- un recorrido con el equipo de búsqueda y reparación de fugas de EMAPA-A que identificó más de 190 puntos de interés con la tecnología de imagen y datos satelitales de ASTERRA. Según la máxima autoridad del cantón, la ejecución de este proyecto le permitirá a EMAPA-A ahorrar unos USD 100 mil mensuales gracias a la detección acelerada y reparación oportuna de fugas.^{xii}

Es preciso mencionar que además de la tecnología satelital, existen otras soluciones en el mercado que emplean algoritmos, machine learning e inteligencia artificial para detectar fugas no visibles, entre otros aspectos de la gestión de agua, que por su extensión serán abordados en una próxima entrega.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Ecuador, casi la mitad del agua potable se pierde en las redes de distribución y solo una fracción del

agua tratada abastece a los usuarios y se traduce en menores ingresos facturables para las operadoras del servicio de agua potable.

Con el empleo de la tecnología de detección satelital de fugas no visibles, la búsqueda proactiva de fugas se vuelve inteligente al ser orientada por análisis de datos que encuentra la humedad del agua potable en el subsuelo y acelera la localización de fugas para su inmediata reparación. Esto contribuye a una reducción eficaz del Agua No Contabilizada y a la recuperación de volúmenes de agua potable para mejorar el acceso a agua segura o niveles de servicio (presión y continuidad) a usuarios actuales o para abastecer a nuevos usuarios.

Es importante destacar que la tecnología satelital tiene la capacidad de analizar todo un sistema de distribución de agua potable de manera no invasiva y con resultados a corto plazo.

Finalmente, esta solución especializada en prelocalización de fugas no visibles ha sido implementada por empresas municipales de distinto tamaño en Ecuador y que han apostado por la innovación y la adopción de mejores prácticas internacionales para la reducción eficaz de sus pérdidas de agua potable.

ⁱ Este indicador corresponde al Agua No Contabilizada (ANC) que mide el volumen de agua tratada que se pierde desde que es enviada a la red de distribución hasta que llega a los consumidores y se factura.

ⁱⁱ Agencia de Regulación y Control del Agua, Boletín Estadístico Agua Potable y Saneamiento 2021 disponible en: http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/12/Boleti%CC%81n-estadi%CC%81stico-APS-2021_fn_v02.pdf.

ⁱⁱⁱ David Pearson, Standard Definitions for Water Losses (2019), disponible en: <https://iwaponline.com/ebooks/book-pdf/627718/wio9781789060881.pdf>.

^{iv} Arturo Albaladejo Ruiz, ¿Por qué se producen las fugas de agua en las tuberías?, publicado en iAgua el 09/09/2019, disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/arturo-albaladejo-ruiz/que-se-producen-fugas-agua-tuberias>.

^v Metodología de Balance Hídrico de la International Water Association (IWA). El indicador de Agua No Contabilizada se calcula a partir del volumen de las pérdidas físicas y comerciales más el volumen autorizado no facturado (consumos de agua de la empresa prestadora de servicios, consumos de los hidrantes, agua utilizada en los operativos para el lavado de tuberías).

^{vi} Para más detalles sobre las técnicas de detección de fugas, véase Stuart Hamilton y Bambo Charalambous, Leak Detection: Technology and Implementation, segunda

edición (2022), disponible en:

<https://iwaponline.com/ebooks/book/778/Leak-DetectionTechnology-and-Implementation>.

^{vii} Nautilus de Aganova funciona para tuberías con diámetros superiores a 250 mm.

^{viii} Para más información sobre la tecnología de radar de apertura sintética, véase "What is Synthetic Aperture Radar?", disponible en:

<https://www.earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/what-is-sar#:~:text=SAR%20is%20a%20type%20of,after%20interacting%20with%20the%20Earth>.

^{ix} La solución Recover de ASTERRA detecta y analiza fugas de agua potable, para más información:

<https://asterra.io/solutions/recover/>.

^x EMAPA Ibarra, Informe de Rendición de Cuentas 2021, disponible en:

https://emapaibarra.gob.ec/assets/docs/rendicionCuentas/rendicionDeCuentas_emapa2021.pdf.

^{xi} ALOAS WOP, presentación de EPMAPS – Agua de Quito, disponible en: <https://aloas.org/institucional/Documents/Presentacion%20EPMAPS%20ANC.pdf>.

^{xii} EMAPA-Ambato, vídeo del 14 de julio de 2023, disponible en:

<https://www.facebook.com/watch/?v=127698767005226&ef=sharing>.