



# GUTERMANN

## **ESTUDIO DE CASO: Mejorando la Eficiencia con Monitoreo Permanente de Fugas.**

**Palabras clave:** Monitoreo de fugas de agua; monitoreo permanente de fugas; Loggers Acústicos.

### **Abstracto**

En este trabajo se revisa información recogida de autoridades del agua en USA, Europa, Medio Oriente y Australia quienes han adquirido equipo para monitoreo permanente y detección de fugas de agua. El análisis de estos datos se presenta en forma estructurada y cubre lo siguiente:

- Justificación para el monitoreo permanente
- Evaluación de los diferentes productos que ofrece el mercado
- Elección de la zona de instalación de los loggers
- Retos durante la instalación
- Recolección y validación de datos
- Manejo de falsas Alarmas
- Manejo del cambio de procedimientos operativos
- Cálculo del retorno de inversión
- Viabilidad de expandir el programa
- Beneficios operativos de un monitoreo permanente de fugas

El objetivo es compartir conocimiento, experiencias, beneficios operacionales, beneficios económicos y resultados en control de pérdidas de agua.

### **Introducción al monitoreo permanente**

El monitoreo permanente de fugas es un concepto que ha sido practicado por muchas autoridades del agua en los últimos cinco años. Loggers acústicos son instalados con una conexión magnética sobre válvulas e hidrantes. Se programan para registrar niveles de sonido en horas de la madrugada cuando la presión es más alta y los ruidos ambientales son más bajos. Haciendo un análisis cuidadoso de los datos, se puede calcular la probabilidad de fuga basándose en el nivel y consistencia del sonido. Estos datos se envían diariamente al servidor web o al servidor mediante SMS o GPRS (dependiendo del sistema). Algunos sistemas tienen un modem en cada logger y otros usan repetidoras y unidades de recolección de datos para minimizar el costo de la transmisión de datos.

La mayoría de los sistemas muestran los datos en un mapa, usan códigos de color para los loggers y presentan los resultados en una tabla. Algunos sistemas tienen capacidad de hacer correlación, mostrando la ubicación exacta de la fuga.

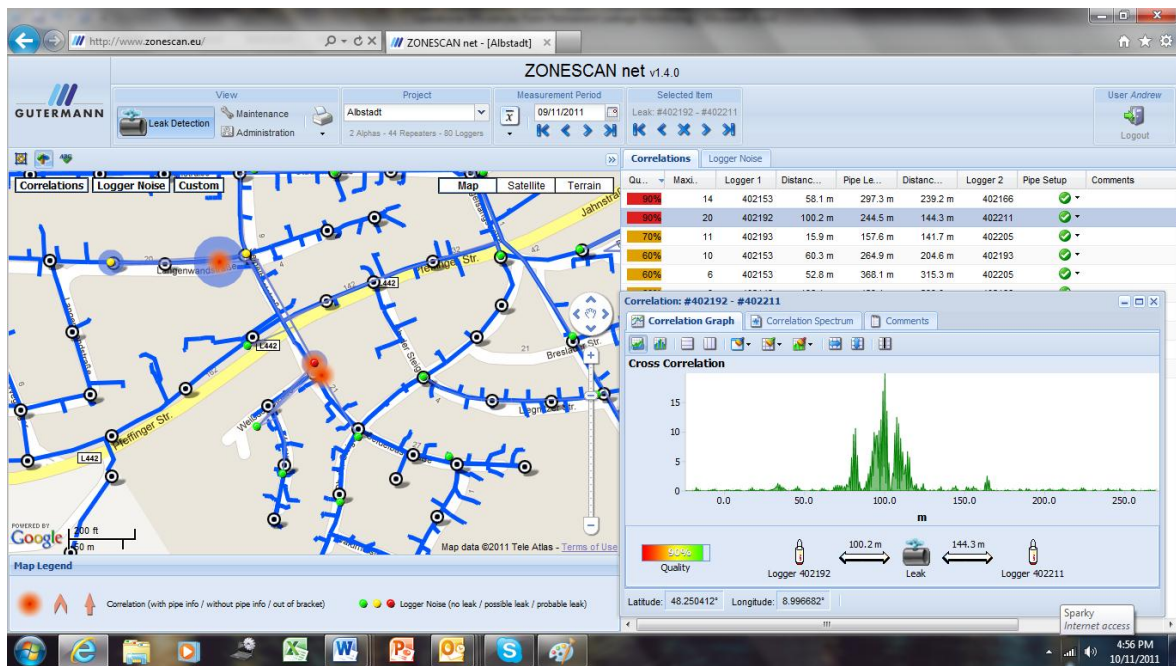


Figura 1.1 Foto de pantalla de un sistema de monitoreo permanente de fugas

## Justificación para el monitoreo permanente

Existen muchas razones para monitorear fugas en forma permanente por lo que esto amerita una evaluación individual para cada compañía de agua. Los puntos a considerar pueden incluir lo siguiente:

- Reducción del tiempo de fuga de agua al tener mayor frecuencia de datos.
- Identificación de fugas cuando son pequeñas y pueden ser reparadas de forma controlada y programada sin interrupción de suministro al cliente.
- Monitoreando lugares críticos para asegurar que no hay roturas que causen trastornos.
- Un subsidio o un presupuesto para investigación para experimentar con nueva tecnología y asegurar que los métodos actuales de operación son los óptimos.
- El deseo de reducir pérdidas de agua rápidamente. Sin esperar a que la sectorización haya sido implementada antes de empezar la detección de fugas.
- El costo de agua desalinizada es muy alto para desperdiciarla.
- Reducir las pérdidas para poder diferir la inversión en una nueva planta de tratamiento o reservorio.
- La agencia de protección ambiental no permitirá el incremento de reparto de agua hasta que la pérdida sea reducida.

## Evaluando los diferentes productos que ofrece el mercado

Loggers acústicos han sido instalados de forma permanente durante muchos años, siendo el patrullaje la forma más común de recolección de datos. Existen muchas marcas de loggers en el mercado con capacidad de transmitir datos via radio a una unidad móvil. Esta tecnología es efectiva si los datos se colectan regularmente. Sin embargo con poco personal, alta rotación del mismo e incremento del tráfico en las

ciudades, ha sido muy difícil asegurar que estos datos se colecten con la frecuencia suficiente para reducir el tiempo que una fuga corre sin detección. Luego de que se calcula la tasa de incremento para un área, la frecuencia de patrullaje se determina usualmente de forma individual para cada área. Esto puede variar desde una vez por semana hasta cada 3 meses.

En los últimos años, un creciente número de empresas de agua han iniciado la instalación de sistemas de monitoreo de fuga que transmiten datos a la oficina o a un sitio web todos los días. La ventaja de este sistema es que es automático y no requiere de personal para coleccionar los datos. Con los datos recibidos diariamente, el tiempo de respuesta mejora significativamente y se reduce el tiempo que una fuga queda sin detección. Esto tiene un gran efecto en el control de pérdida de agua. Una ventaja adicional en muchos de estos sistemas automáticos es que se pueden introducir algoritmos de auto aprendizaje para aumentar la inteligencia del sistema. Esto permite encontrar fugas casi imperceptibles y reducir falsas alarmas. Se deben considerar varios puntos al momento de evaluar los sistemas automáticos de monitoreo de fugas existentes en el mercado:

- Loggers de ruido o Loggers correladores de ruido?
- Comunicación SMS Individual o radio comunicación a un colector de datos con comunicación GPRS?
- Loggers acústicos versus loggers acústicos con registro de frecuencias?

Los loggers de ruido típicamente localizarán la posición de la fuga dentro de una longitud de 100 metros sin embargo un logger correlador determinará la ubicación de una fuga dentro de una distancia de 1 metro. En áreas de gran movimiento no se puede hacer correlación durante el día. El logger correlador proveerá una reducción masiva en costos asociados con localización de fugas y reducirá el tiempo de duración de la fuga en varios días. Loggers correladores coleccionan los datos diariamente para encontrar fugas difíciles que no pueden ser encontradas con loggers de ruido. Estas son usualmente las fugas más importantes. Correlaciones repetidas en días consecutivos en la misma zona incrementan el nivel de confianza y reducen las posibilidades de una falsa alarma.

Loggers con SMS requieren tarjetas SIM en cada uno de ellos y pueden ser programados para enviar los datos de forma diaria, semanal, mensual o en caso de alarma. Los loggers SMS son los más rápidos y fáciles de instalar y son ideales para monitoreo temporal. Este tipo de loggers no puede hacer correlación y la cantidad de datos que transmiten es limitada. Los costos asociados al hecho de tener una tarjeta SIM en cada logger pueden ser muy altos si se considera un periodo de permanencia de cinco años o más.

Los sistemas de registro de datos que usan radio en los loggers, repetidoras en los postes de alumbrado y colectores de datos en tanques elevados de agua o edificios altos pueden transmitir grandes cantidades de datos via GPRS a un precio muy económico. Con un promedio de treinta a cuarenta puntos de registro por cada colector de datos, la comunicación cuesta una fracción de lo que cuesta el envío con loggers que tienen SMS en cada uno. Este método de comunicación permite el envío de datos adicionales como grabaciones de sonido para correlación y permite hacer análisis de frecuencias. La instalación es un poco más lenta y más cara que los loggers con SMS sin embargo es posible instalar un sistema con ochenta puntos de registro en tres o cuatro días. El capital inicial para un sistema de este tipo es usualmente más caro pues se requiere más hardware. Sin embargo la mayor eficiencia de operación pronto tendrá un mayor peso que el costo adicional.

Los loggers acústicos han generado históricamente muchas falsas alarmas pues una gran cantidad de ruidos constantes en la red son interpretados como fugas. Los sistemas más avanzados monitorean la frecuencia del ruido además del nivel del ruido para determinar si el ruido es mecánico, eléctrico o efectivamente es una fuga.

El clima frio incrementa la tasa de rupturas. Algunos de los sistemas más avanzados incluyen temperatura (figura 1.2) para el análisis.

Alpha	Repeater	Logger					
Logger...	Last Reached	Batt.	Version	Min Temp.	Max Temp.	Peak..	
400118	07/11/2011	3.13 V	4.8	10.5 °C	11.0 °C	45 dB	
400232	09/11/2011	3.64 V	4.4	9.0 °C	9.5 °C	55 dB	
400233	09/11/2011	3.60 V	4.4	12.5 °C	13.5 °C	49 dB	
402138	09/11/2011	3.58 V	4.4	11.5 °C	12.0 °C	22 dB	
402139	09/11/2011	3.62 V	4.4	11.0 °C	12.0 °C	20 dB	
402140	09/11/2011	3.58 V	4.4	10.5 °C	11.5 °C	28 dB	
402141	09/11/2011	3.68 V	4.4	11.0 °C	11.5 °C	26 dB	
402142	09/11/2011	3.59 V	4.4	10.5 °C	11.5 °C	27 dB	

Figura 1.2 Foto de Pantalla mostrando detalles del Logger incluyendo temperatura

Una actualización más reciente orientada al usuario ha sido adaptar las unidades de recolección de datos para hacer interfase con un red wi-fi de una ciudad. Esto elimina la necesidad de tener tarjetas GPRS SIM y sus costos asociados. Esto se muestra en la figura 1.3.



Figure 1.3 Recolector de Datos conectado a la red Wi-Fi

## Eligiendo la zona de instalación de los loggers

Las empresas de agua seleccionan el área de instalación de su sistema de monitoreo permanente por motivos particulares. Si se requiere una prueba con fines de evaluación, es importante tener un medidor de flujo y un registrador de datos que capture la información antes y durante la prueba. Una zona de reservorio puede ser la ubicación ideal para una prueba. Es lo suficientemente grande para encontrar al menos una fuga durante un ensayo corto y debería ser una zona segura donde se pueda monitorear el flujo.

Se selecciona con frecuencia “zonas de fugas”. El costo de una inspección regular es más caro en estas zonas y la probabilidad de reducir las pérdidas de agua e incrementar la eficiencia es alta. Se debe asegurar que el Flujo Mínimo Nocturno es el punto de referencia para definir una “Zona de Fugas”. Una zona con un alto ILI (Infrastructure Leakage Index) puede no tener fugas.

Muchas empresas de agua que no practican un “Control Activo de Fugas” no saben dónde están sus “Zonas de Fugas” y creen que éstas están en el área donde las fugas a menudo salen a la superficie. Si se va a realizar una prueba se recomienda hacer un balance de agua a nivel de la zona de reservorio antes de seleccionar la “Zona de Fugas” para la prueba.

Detección de fugas en áreas remotas representa el costo más alto a una empresa de agua debido a desplazamientos frecuentes a dichas zonas. Monitoreo Permanente en esas áreas producirá un gran ahorro en costos operativos si se reduce el número de visitas requeridas para localizar y reparar fugas.

En las áreas residenciales es más sencillo instalar sistemas permanentes de monitoreo de fugas. En ellas usualmente se encuentran acoples e hidrantes a intervalos regulares, buena señal GSM para los loggers con SMS y suficientes postes de luz para instalar repetidoras de radio.

Es a menudo mucho más difícil instalar sistemas de monitoreo de fugas en zonas comerciales. Edificios altos bloquean y hacen rebotar las ondas de comunicación. Sin embargo debido a la compleja red de distribución y al alto nivel de ruidos de fondo estas son también las áreas en las que es más difícil hacer una efectiva detección de fugas de alguna otra forma.

## Retos para la instalación

Las cajas de válvulas son a menudo muy pequeñas y no hay espacio para colocar un logger en el tope o la parte lateral del eje de la válvula. En esta situación se debe usar un soporte en ángulo para unirse magnéticamente al logger al lado del eje de la válvula. (Ref Figura 1.4)





**Figura 1.4** Logger Acústico instalado en un eje de válvula con un soporte en ángulo

Es difícil encontrar una buena ubicación para instalar loggers acústicos en hidrantes sobre la superficie. En estos casos puede requerirse un logger especialmente diseñado para encajar dentro del hidrante de manera que el logger queda firmemente conectado e invisible.



**Figura 1.5** Fotos de un logger acústico desarrollado para encajar sobre hidrantes superficiales

Si el robo es una preocupación se puede requerir camuflaje o un novedoso sistema de seguridad para los loggers. La figura 1.6 muestra un logger acústico con un aro de acero inoxidable y un cable de acero asegurando el logger al hidrante.



**Figura 1.6** Logger correlador de ruido asegurado al hidrante con un cable de acero

La longitud de onda estándar de GSM es aproximadamente 30 cm de pico a pico. Por lo tanto, mover la antena de un logger SMS bajo tierra puede hacer una gran diferencia en la calidad de señal. El trabajo de mantenimiento se realiza periódicamente en redes GSM y el alineamiento de los picos de señal puede moverse unos centímetros. En caso de señal muy baja la antena tendrá que ser movida. En algunas ocasiones habrá áreas en las que la señal es muy débil para comunicación desde debajo de la superficie y el logger tendrá que ser instalado en otro lugar. De lo contrario habrá una pequeña brecha en la red de monitoreo.

A menudo se requiere permiso para instalar repetidoras de radio en postes, tanques, etc. proveídos por otras empresas de servicio. Cada municipalidad tiene su propio manejo. En algunos lugares es sólo una compañía la que maneja todos los servicios. En otros lugares el gobierno local maneja todos los servicios. En algunos lugares cada empresa de servicio es manejada por empresas privadas. El objetivo es tener tantas opciones disponibles como sea posible e instalar las repetidoras a una altura entre 5 y 15 metros. Los puntos típicos de instalación de repetidoras son:

- Postes de Luz
- Postes de líneas eléctricas
- Señales de Tránsito
- Puentes pequeños o peatonales
- Postes de luces de campos deportivos
- Venteos de desagues
- Tanques elevados de agua
- Edificios

Es muy raro encontrar una cámara donde la comunicación por radio a un logger sea imposible. La profundidad y construcción de la cámara determinará si la señal viajará hacia arriba o hacia afuera. Si la señal viaja hacia arriba la repetidora necesitará instalarse entre unos 15 a 20 metros del logger. Si viaja hacia afuera la repetidora puede ser instalada entre 100 y 150 metros del logger.

Si se instalan las Unidades de Recolección de Datos en lugares altos como el tope de torres de agua y edificios altos se reducirá significativamente el número de unidades requeridas. Con este tipo de instalaciones una sola Unidad de Recolección puede servir para 40 o 50 puntos de monitoreo. Esto reduce el capital de inversión y los costos de operación de la comunicación GSM. La Unidad de Recolección de Datos mostrada en la figura 1.7 es un ejemplo de una de estas instalaciones ideales.



Figura 1.7 Instalación de una Unidad de Recolección de Datos

## Recolección y Validación de Datos

Es usual establecer algunos objetivos al empezar un proyecto de monitoreo permanente de fugas de manera que se pueda evaluar el éxito del proyecto. La confiabilidad de los datos y la distancia óptima de instalación son los puntos principales de evaluación.

Hay eventos que pueden prevenir la transmisión diaria de datos. Es importante identificar las diferentes condiciones e identificar las debilidades del equipo. Las razones típicas para problemas de comunicación pueden incluir:

- El logger y la antena están sumergidos
- Un auto o camion se encuentra estacionado sobre el logger
- Existe una capa gruesa de nieve encima del logger
- Tarjeta SIM fallada
- Fuerza de Señal mínima

Los datos deberían ser validados con una varilla acústica, la cual dará un valor numérico indicando el ruido mínimo para confirmar anomalías en los resultados. Algunas veces el ruido de fuga es más fuerte en puntos que están más lejos de la fuga. Esto ocurre cuando se hacen reparaciones con un material de tubería diferente o cuando existen errores en los mapas.

La data histórica debería ser razonablemente consistente o formar un patrón. No se requiere buscar las razones para este patrón de comportamiento, que puede deberse a diferentes factores, pero la determinación de un patrón es útil para una mejor comprensión y confiabilidad de los datos. Cuando no hay consistencia o patrón, la confiabilidad de los datos debería ser verificada mediante la instalación de otro logger en la misma ubicación para comparar resultados. La figura 1.8 es un ejemplo de datos consistentes.



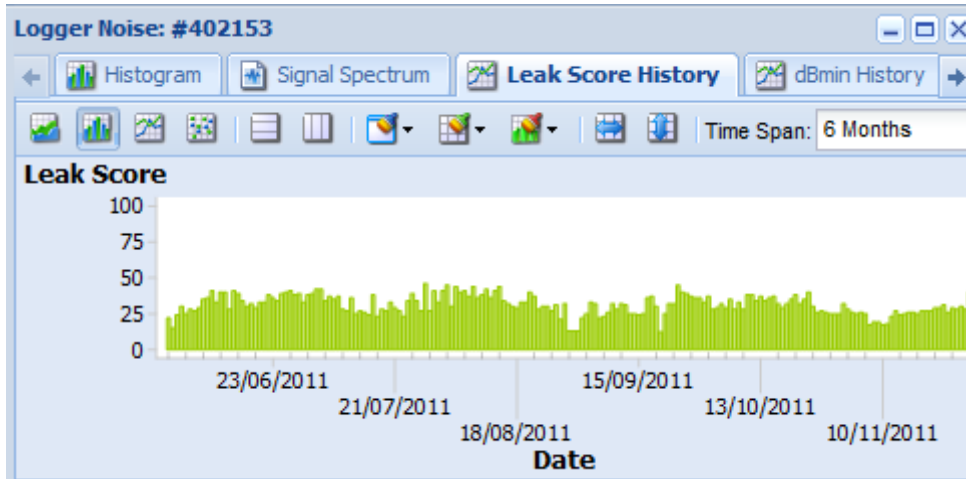


Figura 1.8 Datos Históricos de un logger acústico

Los objetivos del proyecto deberían especificar los criterios para el tipo de fugas que se espera encontrar con el sistema. Un ejemplo de este objetivo podría ser “encontrar todas las fugas sobre 10 litros por minuto en la tubería principal”. La distancia de colocación de logger a logger dependerá del objetivo del proyecto, presión, diámetro y material de la tubería. Esta distancia de colocación puede variar desde 80 metros a 500 metros. La distancia de colocación varía el número de loggers requeridos y puede alterar significativamente la viabilidad económica de un proyecto. Una vez que el objetivo sea definido, se deben simular fugas para evaluar el desempeño del equipo y experimentar con diferentes distancias de colocación hasta que se encuentre el rango óptimo.

## Manejo de falsas alarmas

Falsas alarmas son inevitable en algún momento aun con el sistema de monitoreo de fugas más avanzado. Se debe ser cuidadoso para evaluar los datos y evitar rastreo de ruidos mecánicos o eléctricos en lugar de ruidos de fugas. Si un operador llega a un sitio buscando una fuga y encuentra una fuente de ruido constante que no es una fuga, debe proveer detalles del ruido y su ubicación. De esta manera la inteligencia del sistema puede incrementarse para prevenir recurrencia.

Los loggers más avanzados analizan la frecuencia además del nivel de ruido para reducir el número de falsas alarmas. En la figura 1.9 el logger registra un alto nivel de ruido constante pero luego de analizar los datos de frecuencia mostrados en la figura 2.0 se calcula la probabilidad de fuga en 1%.

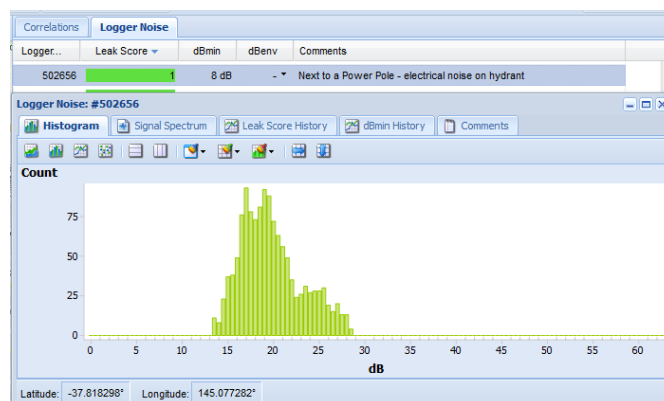
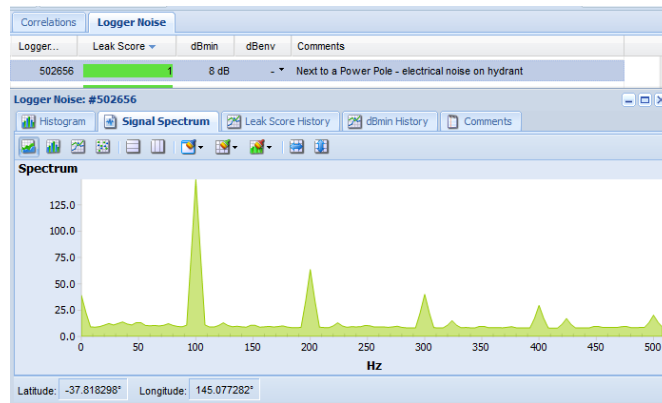


Figure 1.9 Pantalla de nivel y consistencia de ruido grabado por un logger acústico



**Figura 2.0 Pantalla de espectro de frecuencia detectado por un logger acústico**

Si hay flujómetros instalados estratégicamente en la zona de reservorio, los datos de estos puntos de monitoreo pueden compararse con los datos acústicos para confirmar la presencia de una fuga antes de enviar el equipo de reparación. Este monitoreo de flujo puede hacerse sin reducir la zona a zonas más pequeñas.

## **Manejando el cambio en procedimientos operativos**

Se necesitarán introducir nuevos procedimientos operativos para reflejar el cambio en las condiciones de trabajo.

Las fugas reportadas a una central de control deberían enviarse a los ingenieros o técnicos con acceso al sistema de monitoreo antes de que las órdenes de trabajo sean enviadas a personal de campo.

La información sobre el método de colocación y los mapas con la posición de los loggers deben ser entregados al personal de campo. Los contratistas que pueden hacer uso de los hidrantes necesitarán conocer acerca de los loggers de manera que no los tomen como adornos o los dejen colocados incorrectamente.

El personal de campo deben ser educados sobre el propósito del sistema de monitoreo de fuga. Si este personal será además responsable de encontrar las fugas, entonces deben ser entrenados también en interpretación de los datos.

El manejo del cambio debe ser paulatino de manera que los trabajadores sientan que el sistema los ayudará en su trabajo, no que los reemplazará.

Un sistema de reportes debe crearse o modificarse para identificar la ubicación exacta, tamaño de la fuga, método de reparación, visibilidad, material y diámetro de la tubería. Esta información debe ser recolectada de todas las fugas y usada para evaluar el comportamiento del equipo. La información debe ser almacenada en una base de datos, la cual puede ser usada más adelante para priorizar reemplazo de tuberías.

Se acostumbra chequear nuevamente la tubería después de que ha sido reparada para buscar otras fugas. Con el sistema de monitoreo de fugas este procedimiento puede ser eliminado.

## Cuáles son los beneficios operativos?

Los beneficios operativos del monitoreo de fugas dependen de los objetivos planteados por cada organización. Ejemplos típicos de estos beneficios son:

- Reducir el tiempo de una fuga no detectada.
- Reducir las horas hombre empleadas buscando fugas.
- Concentración de la búsqueda de fugas en las áreas con fugas.
- Aumento del conocimiento de la red.
- Tener conocimiento de una fuga cuando ocurre y antes de que se convierta en un problema mayor.
- Reducir la cantidad de trabajo nocturno y de sobretiempo.
- Encontrar fugas poco ruidosas que son inaudibles durante el día o están encubiertas por fugas más pequeñas.
- Ahorrar cada gota de agua, incluyendo las fugas en los clientes.
- Reducir costos de reparación por intervención temprana.
- Mejorar las relaciones públicas.

Testimonios de ingenieros que tienen sistemas de monitoreo de fugas acerca de los beneficios operativos:

“Con un sistema de registro acústico que correlaciona la posición de la fuga, proveyendo los pasos de localización, ubicación y detección, hemos reducido el esfuerzo y el costo de detección en un 98% y hemos reducido el tiempo promedio de una fuga sin detectar a 1.5 días”. Frank Tantzky, Albstadtwerke Alemania

“Hemos reducido el número de operarios empleados para inspección de fugas y hemos reducido el sobretiempo. Esto ayuda a cumplir con la tendencia actual de reducir las horas de trabajo y provee ahorro financiero.” – Desea permanecer anónimo, Francia.

“Los beneficios operativos incluyen identificación de fugas antes de que salgan a la superficie y proveen una red más inteligente al comparar resultados actuales contra datos previos para identificar cualquier cambio.” Malcolm Hill, South East Water, Australia.

“Mejoras significativas en tiempo de llegada a puntos de fuga.

Identificación de prácticas de trabajo incorrectas para conexiones de servicio. Educación y procedimientos formales mejorarán los estándares y reducirán las tendencias de fuga debido a prácticas incorrectas.

Mejor conocimiento de la infraestructura de la red – áreas buenas y malas

Problemas del lado del cliente tales como tanques de agua con fugas también han sido abordados,. Esto mejora la relación con los clientes, provee valor agregado y reduce las quejas por facturación.” – Desea permanecer anónimo, Medio Oriente.

## Calculando el Retorno de Inversión

Al final de una prueba o después del desarrollo de un proyecto, es usual calcular el retorno de inversión del gasto hecho y predecir el retorno al extender el proyecto. La precisión de este cálculo dependerá de la calidad de los datos recolectados antes y después del proyecto. Si una inspección de fugas se ha llevado a cabo recientemente en la zona antes de instalar el sistema de monitoreo la tasa de incremento normal debería aplicarse al valor base sobre el tiempo (antes de la inspección de fugas) para reflejar el ahorro real.

Los componentes comunes a considerarse son:

- Costo de comprar el equipo
- Costo de comunicaciones
- Costo de instalación
- Ahorro en agua (calculado al costo de producción y precio de venta)
- Reducción en costo de mano de obra para detección y reparación de fugas
- Reducción en emisiones de carbón y energía

Cuando se le preguntó a un grupo de ingenieros acerca del ahorro de agua por el uso de un sistema de monitoreo de fugas, las respuestas incluyeron lo siguiente:

“Con esta tecnología hemos sido capaces de continuar manteniendo nuestro Flujo Mínimo Nocturno a 0.4L/S con un tiempo promedio de fuga no reparada de 1.5 días, lo que nos ha permitido reducir nuestras pérdidas de agua a los niveles más bajos que hayamos tenido jamás.” Frank Tantzy, Albsadtwerke, Alemania.

“Aunque los cálculos de fuga no son completos, muchas fugas han sido ya encontradas y reparadas. Las fugas están siendo medidas y clasificadas para dar un mejor entendimiento de tamaños de fuga y pérdida de agua de fugas encontradas mediante el sistema de monitoreo permanente. Se está implementando la sectorización para ayudar a proveer cifras más precisas sobre reducción de fugas.” Desea permanecer anónimo, Medio Oriente.

“El registro acústico es nuestra única estrategia contra pérdida de agua y hemos encontrado que provee la forma más rápida y solución de costo efectivo para reducir fugas. En los primeros tres meses hemos reducido la pérdida de agua en un 30% en nuestra área de prueba. Hemos hecho un pedido de equipo de registro acústico para cubrir nuestra red en su totalidad.” Karl-Heinz Beißwänger, Zweckverband Eislinger, Alemania.

“Con agua desalinizada en una ciudad con un millón de habitantes, dos mil kilómetros de tubería y treinta por ciento de pérdidas de agua, solo tenemos que llegar a una reducción de 2.5 % en pérdidas de agua para que el sistema de monitoreo de fugas sea económico.” Desea permanecer anónimo, Medio Oriente.

## Viabilidad para expandir el programa

Las compañías de servicios con altos costos de agua, de mano de obra o muchas pérdidas de agua, encontrarán que el retorno de inversión de un sistema de monitoreo permanente de fugas será relativamente corto. Información recogida de empresas europeas de agua indican que el retorno de inversión puede ser tan corto como tres

meses para empresas que no han practicado Control Activo de Fugas (ALC por sus siglas en inglés) y dieciocho meses para empresas con buen ALC.

Un sistema de monitoreo de fugas puede ser una alternativa atractiva a construir nuevas plantas de tratamiento, represas o reservorios si éste puede proveer un ahorro de agua que permita diferir esa clase de inversión.

En períodos de sequía o en países con poca lluvia la viabilidad favorecerá a la instalación de sistemas de monitoreo permanente.

Hay un mérito político en reducir pérdidas de agua y proteger el ambiente lo cual puede ser un factor motivador para instalar monitoreo permanente de fugas.

Combinando dos o más sistemas de monitoreo con redes de control automático en edificios (sistemas AMI) puede hacer el sistema de monitoreo permanente más atractivo. Actualmente ya pueden verse a varios fabricantes de loggers acústicos trabajando con fabricantes de sistemas AMI para proveer un sistema automático de lectura de medidores y sistemas de detección de fugas.



**Figura 2.1** Logger acústico modificado para transmitir resultados de una red fija de monitores de medidores

La última decisión en la viabilidad del sistema de monitoreo de fugas está usualmente basada en una combinación de factores ambientales, políticos y económicos. Los periodos tan cortos de retorno de inversión y la posibilidad de reducir el tiempo de reparación de una fuga de semanas o meses a horas o días, deberían ser suficiente para convencer a aquellos con conciencia ambiental.

## Conclusiones

La información recolectada muestra que el monitoreo permanente de fugas ha sido practicado desde hace ya un tiempo y que muchos problemas tecnológicos han sido ya resueltos.

Existen ahorros operativos y ahorros en pérdidas de agua generados mediante el monitoreo permanente de fugas. Estos ahorros incluyen:



- Reducción del tiempo que dura una fuga.
- Reducción de mano de obra requerida para realizar estudios de fugas
- Reducción de la mano de obra requerida para la ubicación de fugas
- Encontrar fugas silenciosas que normalmente no serían detectadas en un estudio de fugas
- Identificar y reparar pequeños brotes antes de que se conviertan en incidentes mayores
- Encontrar algunas fugas del cliente ayuda a mejorar las relaciones públicas
- Mejorar el conocimiento de la red de agua y sus áreas problema
- Es una solución rápida y efectiva para reducir pérdidas de agua
- Mantener bajos niveles de pérdida de agua

Se requiere una gran inversión de capital para instalar un monitoreo permanente de fugas, sin embargo esto es comparable o más barato que llevar a cabo sectorizaciones. Trabajos de extensión de líneas, diseños de ingeniería y modelos hidráulicos son costos grandes asociados con la construcción de sectores y no se requieren en un sistema permanente de monitoreo de fugas.

El balance de agua puede ser calculado por zona de reservorio y las zonas con altas fuga pueden tener un sistema instalado en semanas para ahorro inmediato sin esperar dos años para hacer sectorizaciones.

Muchas autoridades del agua que apoyaron con la investigación para este estudio calcularon el retorno de inversión de monitoreo permanente de fugas en 12 a 18 meses.

Es buena práctica variar las estrategias de Agua No Contabilizada de acuerdo a las zonas dentro de cada red. Monitoreo Permanente de Fugas proveerá resultados más rápidos y retorno más corto en zonas de fuga, mientras que sectorizaciones y manejo de presiones proveerán buenas soluciones para zonas con pocas fugas.

## Referencias

Permanent Monitoring is the fastest way to reduce water loss in Eislingen *de Karl-Heinz Beißwänger / Zweckverband Eislinger Was serversorgung (Estudio de caso no publicado aún)*

Operational Efficiencies from Permanant Leakage Monitoring *de Frank Tantzky, Network Operations Manager en Albstadtwerke (Presentado en la Cumbre Global de Fugas, Londres 2011)*