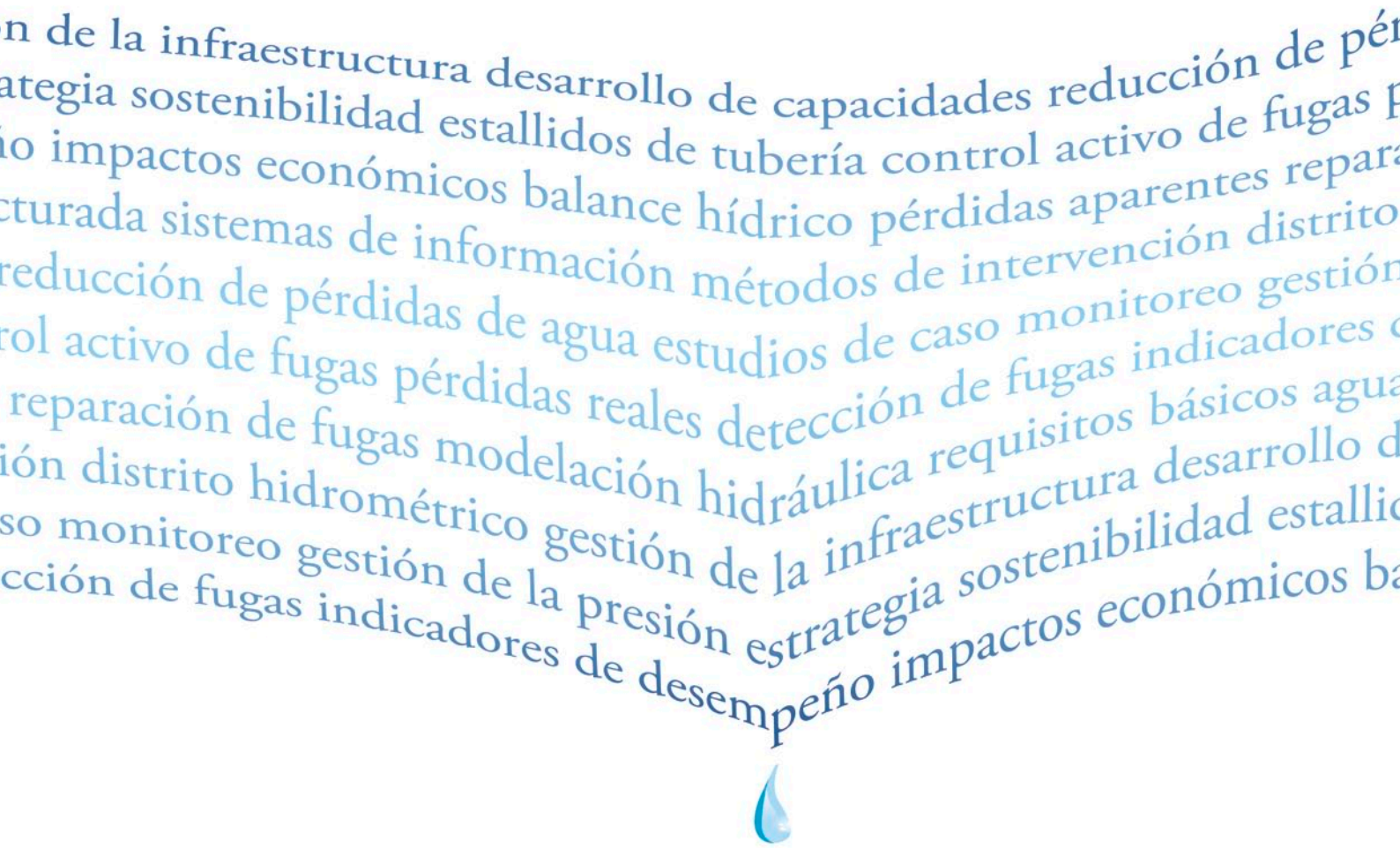


Guía para la reducción de las pérdidas de agua | Resumen

Un enfoque en la gestión de la presión

giz

Por encargo de:
Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo

VAG

Socios involucrados en el proyecto y en la elaboración de la guía:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

D. Ziegler, F. Sorg, P. Fallis, K. Hübschen
Apartado Postal 5180
65726 Eschborn, Alemania
Tel.: +49 6196 79 0
Fax: +49 6196 79 11 15
pm@giz.de
www.giz.de

VAG Armaturen GmbH (VAG)

L. Happich, J. Baader, R. Trujillo
Carl-Reuther-Str. 1
68305 Mannheim, Alemania
Tel.: +49 621 749 0
Fax: +49 621 749 291 000
pms@vag-group.com
www.vag-group.com

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH se formó el 1 de enero de 2011. Esta reúne la larga experiencia de DED, GTZ e InWEnt. Para mayor información, visite *www.giz.de*.

Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)

Institute for Ecopreneurship (IEC)
D. Mutz, E. Oertlé
Gründenstr. 40
4132 Muttenz, Suiza
Tel.: +41 467 42 42
Fax: +41 61 467 44 60
info@waterlossreduction.com
www.fhnw.ch/hls

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Institute for Water and River Basin Management (IWG)
P. Klingel, A. Knobloch
Kaiserstr. 12
76131 Karlsruhe, Alemania
Tel.: +49 721 608 44561
Fax: +49 721 608 44608
philipp.klingel@kit.edu
http://iwk.iwg.kit.edu/

La parte pública ha sido financiada por:

Por encargo de:
Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo

La gestión de la presión es un instrumento de las mejores prácticas para la reducción de pérdidas de agua. En 2009, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH and VAG-Armaturen GmbH formó una sociedad de desarrollo para introducir, promover y respaldar la gestión de la presión en países emergentes y en vías de desarrollo seleccionados. Se desarrolló una guía internacionalmente aceptada para la reducción de pérdidas de agua de las redes de distribución de agua con el fin de compartir el conocimiento con partes interesadas a nivel mundial.

Necesidad de reducir la pérdida de agua

Pérdidas de agua – Un problema global

La gestión sostenible e integrada de los recursos hídricos es uno de los problemas globales más complicados. El agua dulce es un recurso limitado, algunas veces incluso escaso, y los rápidos cambios globales como el crecimiento de la población, el desarrollo económico, la migración y urbanización están creando nuevas presiones en los recursos hídricos y en la infraestructura que suministra agua potable a los ciudadanos, empresas, industrias e instituciones. [1] Asegurar un **suministro de agua seguro, suficiente y asequible** está llegando a ser un **problema aun más urgente** para los políticos y los profesionales del agua.

Un factor agravante en los países en vías de desarrollo y en transición, en particular, **es la gran cantidad de agua perdida a través** de fugas en las redes de distribución de agua, conocidas como pérdidas reales o físicas de agua, y los volúmenes de agua distribuidos sin ser facturados, conocidos como pérdidas aparentes de agua. La suma de pérdidas reales y aparentes de agua y el consumo autorizado no facturado constituye agua no facturada (ANF, o NRW por sus siglas en inglés) en una red de distribución de agua *(Tabla 1)*. En 2006, el Banco Mundial estimó que entre **40 y 50% del agua producida** en los países en vías de desarrollo es agua no facturada. [2]

Se estima que los países en vías de desarrollo tienen un volumen anual de ANF de 27 mil millones de m^3, según cálculos realizados por el Banco Mundial, basándose en un promedio de 35% del agua que ingresa al sistema y se pierde. Esto representa aproximadamente USD 6 mil millones en ingresos que las empresas de agua pierden cada año. [2]

Tabla 1 Terminología estándar para el balance hídrico según la IWA [3]

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	
		Consumo autorizado no facturado Q_{AuNF}	Consumo no facturado medido	Agua no facturada
			Consumo no facturado no medido	
	Pérdidas de agua Q_P	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 adducción y distribución	
			Fugas y reboses en tanques de almacenamiento	
			Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente	

El papel de la reducción de pérdidas de agua y de la gestión de la presión

La reducción de pérdidas de agua (RPA), en general, y la **gestión de la presión**, en particular, podrían desempeñar un papel significativo en el mejoramiento de esta situación. Por ejemplo, reducir en un 50% la cantidad de agua perdida mencionada anteriormente daría como resultado suficiente agua para suministrar a 90 millones de personas más. [1] La **gestión de la presión reduce las pérdidas reales**, ya que reducir la presión disminuye directamente la fuga de tuberías y conexiones domésticas.

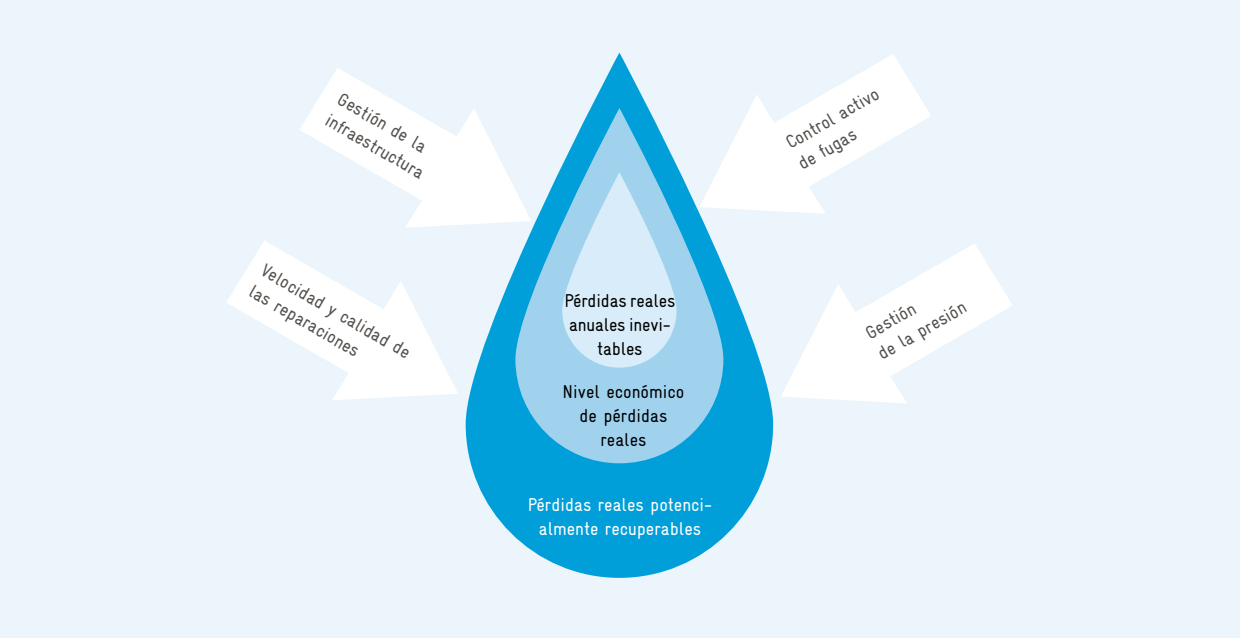
La RPA representa a menudo una **alternativa eficiente** frente a explotar **nuevos recursos**, lo que frecuentemente implica medidas de alto costo, como nuevas represas, pozos profundos, desalinización del agua de mar o incluso transferencia del agua de una cuenca a otra. Por lo tanto, la **reducción de pérdida de agua** y la **gestión de la presión contribuyen** con la **Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GRHI).**

Durante las últimas dos décadas, se ha desarrollado varias estrategias y métodos para reducir las pérdidas de agua. Sin embargo, **varias de las empresas de agua** alrededor del mundo aún no han implementado estrategias **sostenibles de reducción de pérdidas de agua** a pesar de sus obvios beneficios.

Una sólida **estrategia de RPA** consiste en un **análisis situacional** inicial para evaluar y visualizar el **agua no facturada** de acuerdo con el **balance hídrico** de la *Asociación Internacional del Agua (IWA, por sus siglas en inglés)*, en el cual los sistemas de información geográficos desempeñan un papel crucial. En un segundo paso, es necesario formular **objetivos y metas** claras para la red de distribución de agua. Finalmente, se debe concebir un **plan de acción** para la fase de implementación.

El *Grupo de Trabajo sobre Pérdidas de Agua de la IWA* definió cuatro métodos principales para combatir las **pérdidas reales de agua** *(Figura 1)*: (i) **gestión de la presión**, (ii) control activo de fugas, (iii) velocidad y calidad de las reparaciones y (iv) gestión de la infraestructura. Un método simple o una combinación de diferentes métodos constituirán el instrumento más eficiente y económico para la RPA, dependiendo de la situación local. [4]

Figura 1 Los cuatro métodos principales contra las pérdidas reales de agua según el Grupo de Trabajo sobre Pérdidas de Agua de la IWA



Gestión de la Presión

La gestión de la presión puede definirse como la "práctica de gestionar las presiones de redes de distribución a niveles óptimos de servicio, asegurando el suministro suficiente y eficiente para usos legítimos". [5]

Beneficios de la gestión de la presión

La gestión de la presión ayuda a reducir las pérdidas reales de agua mediante la disminución de fugas de fondo, reportadas y no reportadas. Se reduce la presión innecesaria o en exceso y se elimina las fluctuaciones fuertes de presión. Esto, a su vez, disminuye los estallidos de tuberías en las redes de distribución de agua, ayudando así a ampliar la vida de la red. El *Tabla 2* resume los beneficios de la gestión de la presión para las empresas de agua, clientes y protección de los recursos hídricos. La gestión de la presión puede ser una **solución inmediata y económica** incluso a presiones iniciales bajas. El *Tabla 3* muestra los ahorros logrados en cuatro instalaciones de gestión de la presión de Sudáfrica. Es así que los periodos de recuperación de la inversión son normalmente de sólo unos pocos meses.

Foto: © T. Baier, 2008

Tabla 2 Beneficios de la gestión de la presión [6]

Beneficios	Descripción
Recursos hídricos	Consumo reducido y, por lo tanto, estrés disminuido de agua, así como costos adicionales de explotación
	Menores caudales, de fugas y rupturas
Empresa de agua	Costos de reparación menores para tuberías principales y servicios
	Reemplazos diferidos y vida ampliada del activo
	Costo reducido del control activo de fugas
	Frecuencia reducida de estallidos y fugas
Cliente	Suministro más estable
	Menos problemas respecto a las tuberías y aparatos del cliente
	Mitigación de riesgos de salud

Tabla 3 Resumen de los ahorros en cuatro instalaciones de Ciudad del Cabo [7]

Área	Ahorros de agua (m³/año)	Costos de construcción (USD)	Valor de los ahorros (USD / año)
Khayelitsha	9,0 millones	335.000 (en 2001)	3.352.000
Mfuleni	0,4 millones	212.000 (en 2007)	170.000
Gugulethu	1,6 millones	188.000 (en 2008)	603.000
Mitchells Plain	2,4 millones	967.000 (en 2009)	904.000
Total	**13,4 millones m³/año**	**USD 1.702 millones**	**USD 5.029 millones / año (± 600.000)**

Instalación de un sistema de gestión de la presión

No hay solución estándar cuando se trata de gestión de la presión. Toda red de distribución tiene sus propias características y debe ser estudiada individualmente para desarrollar una solución óptima que considere aspectos técnicos, financieros, ambientales y sociales. Sin embargo, **es probable que la gestión de la presión sea económicamente eficiente si dos de los seis criterios listados a continuación, se aplican a su sistema:**

1. Pérdidas reales de agua > 15%
2. Pérdidas > 200 l/día/conexión
3. Amplitud de presión > 10 m (1 bar)
4. Estallidos frecuentes de tuberías
5. Edad promedio de las tuberías > 15 años
6. Conexiones domésticas > 2.000

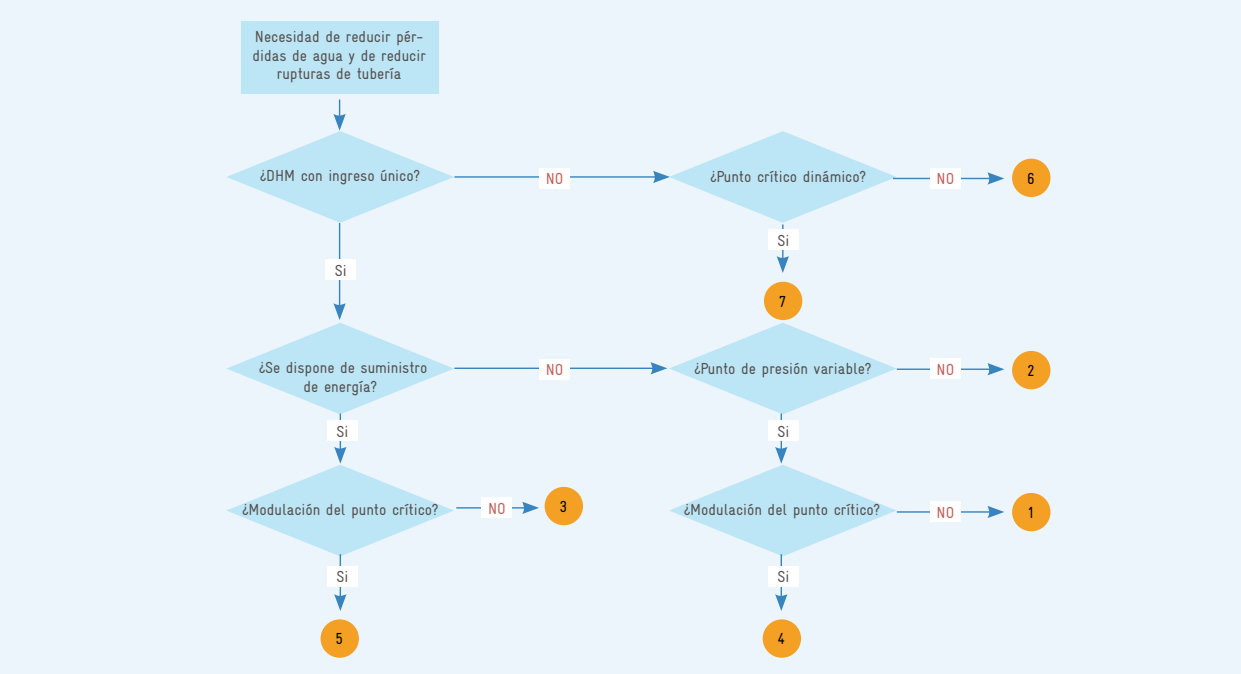
La instalación de un sistema de gestión de la presión involucra los siguientes pasos: (i) **seleccionar un área adecuada de gestión de la presión** y separarla de las zonas vecinas; (ii) **instalar una válvula reductora de presión** (VRP), un sensor de presión y un **medidor de flujo** en el punto de admisión al área de gestión de la presión. Se necesita tecnología adicional para sistemas avanzados de gestión de la presión.

Las soluciones de gestión de la presión involucran normalmente modulación de la presión mediante operando válvulas en puntos locales específicos, influenciando así el flujo de agua. Puede usarse un diagrama de flujo, como se muestra en la *Figura 2*, en combinación con el *Tabla 4* para seleccionar la solución más adecuada:

Tabla 4 Explicación de los diferentes casos de empleo típicos para la Figura 2

Caso de empleo	Soluciones de gestión de presión
1	Modulación del punto local, válvula de diafragma con presión de salida fija
2	Modulación del punto local, válvula de diafragma con modulación basada en el tiempo o en el flujo
3	Modulación del punto local, válvula de paso anular con modulación basada en el tiempo o en el flujo
4	Modulación de punto crítico, válvula de diafragma con modulación basada en el tiempo o en el flujo
5	Modulación de punto crítico, válvula de paso anular con modulación basada en el tiempo o en el flujo
6	Ingreso múltiple
7	Ingreso múltiple, DHM dinámico

Figura 2 El diagrama de apoyo a las decisiones para seleccionar la solución óptima de gestión de la presión

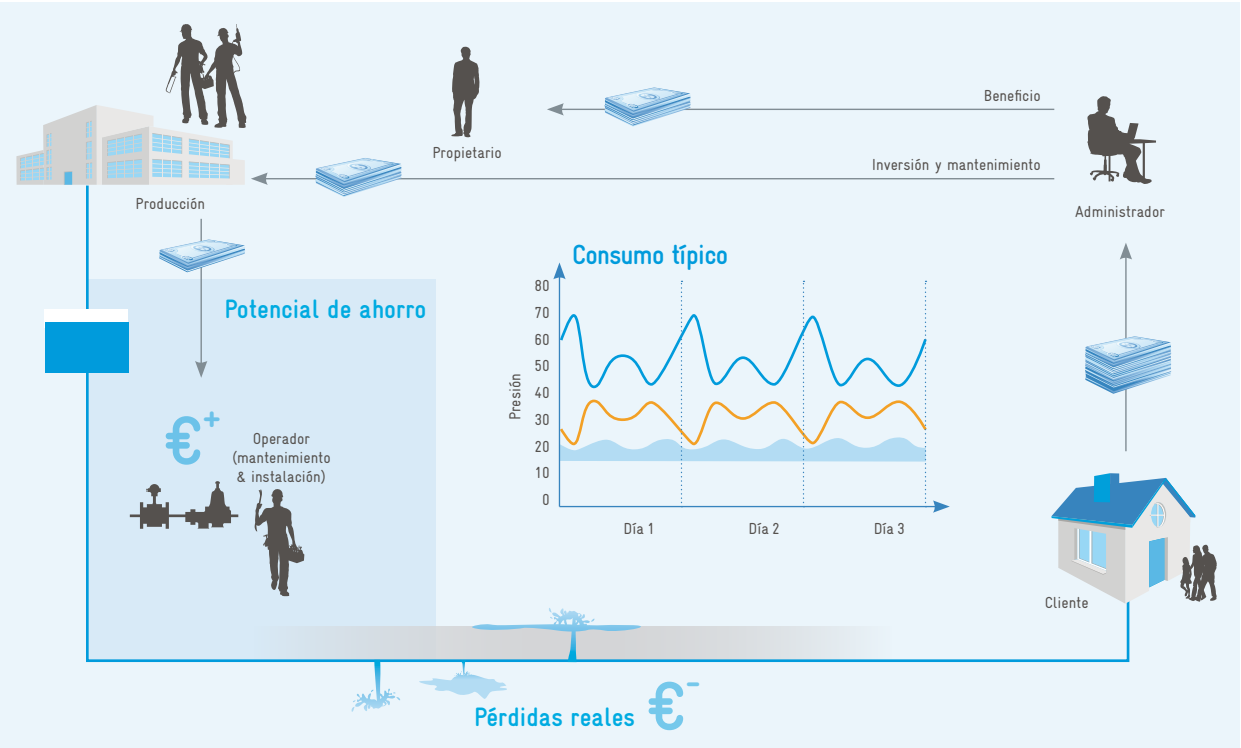


Marco político y financiero para la reducción de pérdidas de agua y gestión de la presión

La RPA sostenible, incluyendo la gestión de la presión, es compleja e involucra muchos aspectos. La gestión eficiente y efectiva del agua requiere que se considere los aspectos políticos, financieros y gerenciales cuando se promueva las soluciones técnicas. Los **factores cruciales para el éxito de la RPA** incluyen leyes y políticas del agua, existencia de estrategias de RPA, estructura de las empresas de agua incluyendo el compromiso del sector privado, y conocimiento e información existente, por ejemplo, respecto a la red de distribución de agua. Los **incentivos y/o instrumentos financieros** para la implementación de la RPA pueden actuar fuertemente en favor de la RPA. Además, los interesados y sus entornos estructurales pueden influenciar el progreso de la RPA, promoviendo o inhibiendo la RPA. Los diferentes grupos de interés que pueden beneficiarse de la RPA mediante la gestión de la presión incluyen fabricantes, propietarios, operadores y clientes *(Figura 3)*. Estas partes interesadas deben ser consideradas y hay que dirigirse a ellos cuando se desarrolle los **planes de acción de la RPA y de la gestión de la presión.**

Muchos países ya tienen estrategias sobre agua para tratar la reducción de pérdidas de agua. Sin embargo, la implementación de la RPA requiere frecuentemente **nuevas maneras de compartir las responsabilidades** y cambios en el comportamiento del cliente tradicional. La RPA de largo plazo sólo será exitosa si la alta **dirección del servicio público de agua está totalmente comprometida**.

Figura 3 Grupos de interés benefician de la gestión de la presión



Guía para la reducción de pérdidas de agua

Se ha desarrollado la *guía para la RPA con un enfoque en la gestión de la presión* como incentivo y guía para explotar el enorme potencial escondido de la RPA y la gestión de la presión. Las explicaciones proporcionadas en el manual técnico están escritas para que el lector comprenda rápidamente el campo específico de la RPA.

La guía consiste en:

- **Un resumen para los determinantes:** dirigido a las personas que toman las decisiones y a las partes interesadas a nivel nacional, así como a los gerentes de las empresas de agua.
- **Manual técnico:** dirigido al personal de los departamentos de planeamiento y diseño de las empresas de agua y al personal operativo, incluyendo materiales suplementarios para facilitar la aplicación práctica.
- **Materiales de capacitación:** dirigido a ingenieros y técnicos involucrados en la gestión de la presión, en particular.

Foto: © P. Klingel, 2006

Contenidos del manual técnico

Capítulos 1 y 2: Introducción a la guía y a la reducción de pérdidas de agua

El propósito de esta guía para el desarrollo de la capacidad de RPA se explica al inicio del manual técnico. Esta explicación está seguida por una introducción general a la RPA y a la gestión de la presión como uno de los instrumentos centrales para reducir pérdidas por estallidos y fugas de tuberías.

Capítulo 3: Entendimiento de las pérdidas de agua

El entendimiento de los diferentes tipos de pérdidas de agua, sus causas y efectos, es la piedra angular para una RPA exitosa. La terminología del balance hídrico de la IWA estandarizada está presentado como un medio para distinguir y cuantificar los diferentes componentes de las pérdidas reales y aparentes. Se explica la hidráulica de fuga básica. Además, se describe las razones para las pérdidas reales y aparentes, y se categorizan y describen los impactos negativos de la fuga. Se considera los impactos económicos, técnicos, sociales y ambientales.

Capítulo 4: Desarrollo de una estrategia técnica para la reducción de pérdidas de agua

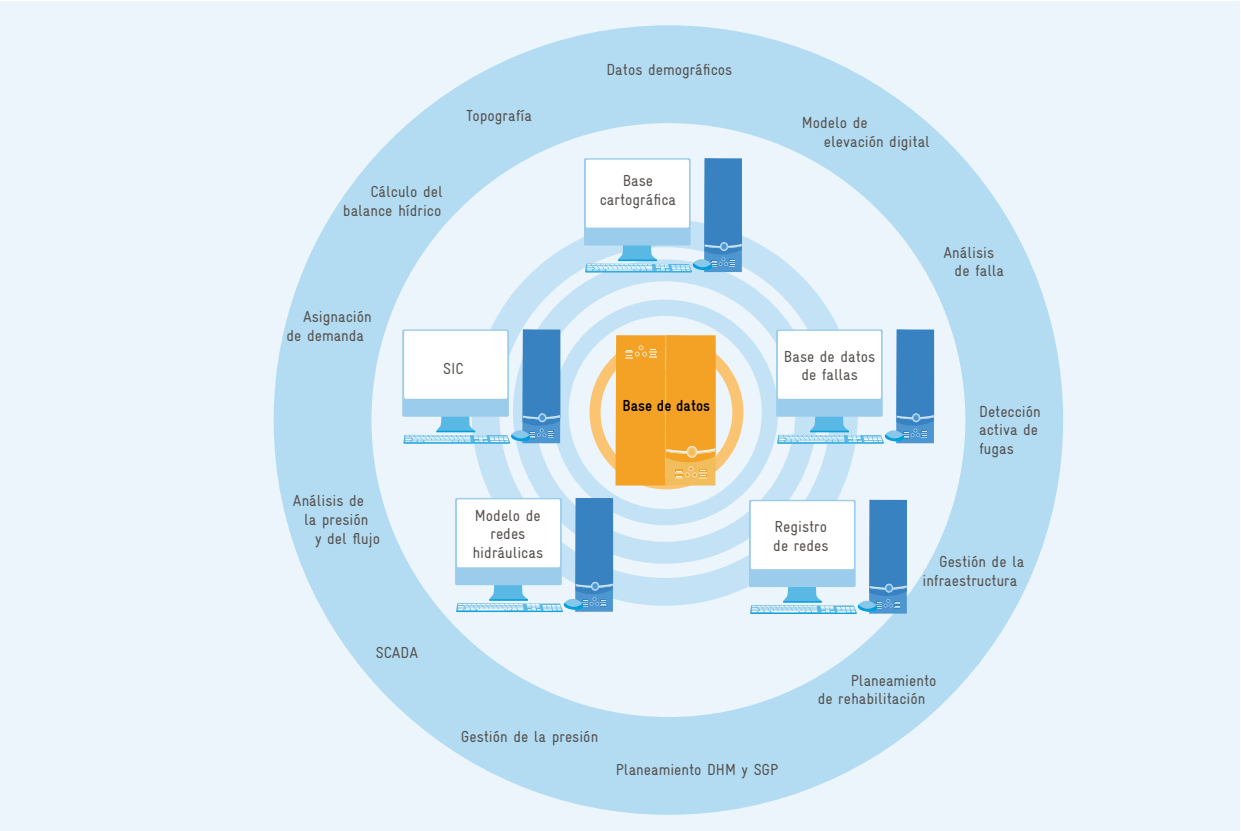
Cuando se desarrolla una **estrategia técnica para la RPA**, es necesario evaluar el estatus de las pérdidas de agua de una red de distribución de agua. Se debe formular metas adecuadas de RPA y se debe redactar los pasos necesarios y más apropiados en un plan de acción de la RPA hecho a medida. Se explica los diferentes métodos para establecer un **balance hídrico** detallado que forma la base para cuantificar el nivel real de ANF en una red de distribución. Un balance hídrico debe combinar estudios de escritorio con datos de investigación de campo. Por lo tanto, se presenta una variedad de métodos de campo para evaluar y cuantificar las pérdidas reales de agua de las tuberías de transmisión y distribución y de los tanques de almacenamiento. Los datos clave sobre pérdidas reales y aparentes explican cómo se puede calcular los **indicadores de desempeño** y cómo usarlos para evaluar posibles ahorros y establecer **metas de RPA**. Finalmente, se explica de manera resumida los pasos principales para establecer un **plan de acción**. Aquí es esencial tener un conocimiento adecuado de los tipos y la escala de las pérdidas de agua en el sistema de suministro de agua antes de tratar de implementar medidas de RPA.

Capítulo 5: Pre-requisitos de datos e información para la reducción de pérdidas de agua

Se considera que los sistemas de información basados en SIG son prerrequisitos clave para la RPA eficiente. Se ha distinguido y descrito cinco sistemas centrales de información y su relevancia para la RPA en general y para la gestión de la presión en particular *(Figura 4)*:

1. La **base cartográfica** es un mapa electrónico especial de un área de servicio de una red de distribución de agua y forma la base para todos los demás sistemas de información.
2. El **registro de la red** ofrece una vista general de todas las instalaciones, las tuberías de transmisión y distribución, así como de las conexiones de servicio en una red de distribución de agua y sus accesorios. Puede evaluarse el estatus actual de la red basándose en la edad y duración estimada de sus componentes. Esto forma la base para los reemplazos a largo plazo y la planificación de la inversión.
3. Los **modelos de red hidráulica** pueden calcular la presión y los índices de flujo en cualquier punto en la red para todos los escenarios del suministro. Estos modelos son cruciales para diseñar y operar las redes de distribución de agua y se requieren para diseñar intervenciones óptimas, especialmente cuando se implementa la gestión de la presión avanzada.
4. La **base de datos de fallas** proporciona información valiosa sobre el comportamiento de envejecimiento y sobre la condición de diferentes componentes de la red y, por lo tanto, es útil para identificar secciones vulnerables de la red y para la planificación de reemplazos.
5. El **sistema de información del cliente** (SIC) y los registros de facturación son indispensables para comparar el ingreso de agua y el consumo de agua en una zona, y son necesarios para calcular el balance hídrico.

Figura 4 Enlaces entre varios sistemas de información basados en SIG y la RPA



Capítulo 6: Métodos e instrumentos para la reducción de las pérdidas de agua
Los principales métodos de intervención para la RPA están recapitulados con un enfoque particular en aspectos técnicos de la gestión de la presión.

Monitoreo continuo:
Se explica el diseño e implementación de distritos hidrométricos (DHM) y su importancia para monitorear constantemente los niveles de fuga. Este enfoque reduce el tiempo de detección de la fuga, conocido como el tiempo de toma de conciencia, y ayuda a ubicar las fugas más rápido, disminuyendo así el tiempo de ubicación.

Control activo de fuga:
El control activo de fuga consiste en tres tareas principales:

1. Crear conciencia de las fugas
2. Detectar y ubicar las fugas
3. Reparar las fugas

Se explica la importancia de cada paso y se resume brevemente las tecnologías de última generación para cada paso.

Reparación de la fuga y gestión de la infraestructura:
Se tratan el propósito y los puntos clave de los trabajos de reparación de la fuga y la gestión de infraestructura.

Gestión de la presión:
Se proporciona una visión general de los campos de aplicación y los beneficios potenciales de la gestión de la presión. Se explica de manera detallada los diferentes tipos de válvulas y modulación de presiones, así como también, sus respectivas ventajas y desventajas. Además, se especifica el procedimiento para implementar un proyecto típico de gestión de la presión y los criterios de selección para la solución más apropiada.

Capítulo 7: Estudios de caso
Varios estudios de caso de países, incluyendo Jordania, Brasil, Perú y Burkina Faso, reflejan los diferentes aspectos involucrados al implementar de manera exitosa la gestión de la presión. Esto incluye modelamiento hidráulico, instalación de válvulas reductoras de presión y cálculo del ahorro real de agua.

Referencia

[1] World Water Council, *Istanbul Water Consensus for Local and Regional Authorities. Proceedings of the 5th World Water Forum,* Estambul, Turquía, 2009.

[2] Kingdom, B., Liemberger, R. and Marin, P., *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries.* Banco Mundial, Washington, EEUU, 2006.

[3] Lambert, A. O. and Hirner, W., *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures.* International Water Association, 2000.

[4] Pilcher, R., *Leak detection practices and techniques: a practical approach.* Water 21 - Magazine of the International Water Association, 2003.

[5] Thornton, J. and Lambert A. O., *Progress in practical prediction of pressure: leakage, pressure: burst frequency and pressure: consumption relationships. Proceedings of the IWA Specialised Conference 'Leakage 2005'.* Halifax, Nueva Escocia, Canadá, 2005.

[6] Lambert, A.O. and Fantozzi, M., *Recent Developments in Pressure Management. Proceedings of the IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2010'.* Sao Paulo, Brasil, 2010.

[7] McKenzie, R. and Wegelin, W., *Scope for Pressure Management in South Africa. Proceedings of the IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2010'*, Sao Paulo, Brasil, 2010.

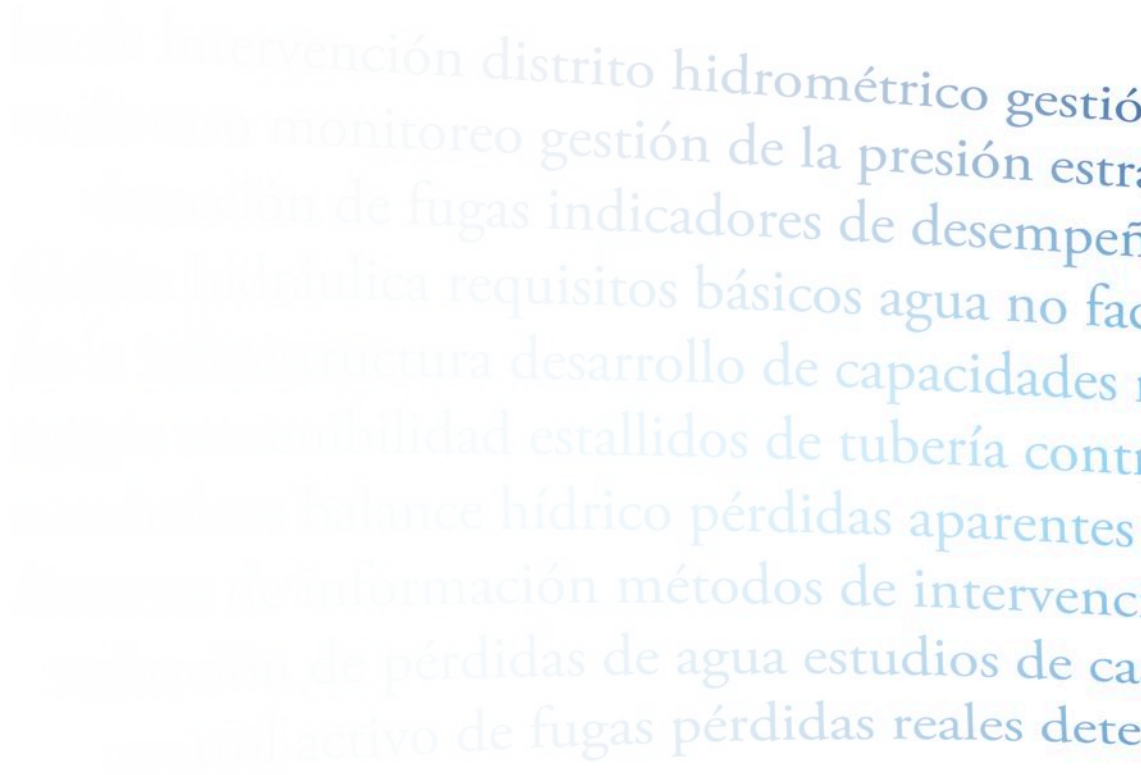
Caso de estudio: Ain Al Basha, Jordania

Se estimó que Ain Al Basha, un distrito al norte de la capital jordana, Amman, tiene un nivel de ANF de casi 50% en el 2005. Este porcentaje tan alto de pérdidas reales de agua consumió bastante de los recursos financieros y naturales, limitando así el suministro de agua a los clientes del servicio. Además, las fuertes variaciones de presión dentro del sistema condujeron a frecuentes rupturas de tuberías y gran cantidad de fugas.

Para tratar esta situación, se implementó un proyecto con el objetivo de reducir las pérdidas reales de agua mediante el manejo efectivo de la presión y de incrementar la capacidad de los operadores de la red.

El impacto del proyecto, entre otros, incluye una reducción de pérdidas de agua en aproximadamente 40%. El agua ahorrada ha sido usada para incrementar el suministro de agua. Al mismo tiempo, se necesita bombear menos agua en la red ya que la *Autoridad del Agua de Jordania (WAJ)* ha llegado a ser más eficiente. Además, se disminuyó las rupturas de tuberías mediante el control y la reducción de la presión, y se incrementó el ahorro financiero y el tiempo de vida del sistema de tuberías.

Foto: © T. Baier 2008



La guía podrá descargarse sin costo alguno en la página web del proyecto:
www.waterlossreduction.com

GIZ, VAG, KIT y FHNW expresan su sincera gratitud a todos los expertos e instituciones involucrados por su compromiso, comentarios y otras valiosas colaboraciones. Nuestro agradecimiento también a BMZ por financiar la parte pública del proyecto.

Design: © creative republic, Frankfurt am Main, 2011

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn
Alemania

T +49 6196 79-0
F +49 6196 79-1115
E info@giz.de
I www.giz.de

Apoyado por:

UNITED NATIONS UNIVERSITY
UNW-DPC

WATER FOR LIFE
2005-2015

UN WATER