

# Agua no registrada

Conocimiento del agua no registrada y trabajo proactivo en este campo



## La lucha contra el agua no registrada empieza por el análisis de cómo y cómo de bien se están utilizando los recursos hídricos.

El agua no registrada es un problema global bien conocido que provoca la pérdida de grandes volúmenes de agua. Se trata de un desafío muy real al que se enfrenta la mayoría de proveedores de agua como consecuencia del crecimiento de la urbanización y la demanda, el aumento de los precios y el envejecimiento de las redes de distribución.

Existen distintos enfoques en lo que se refiere al análisis del alcance del problema y a cómo se puede reducir. No obstante, a menudo la complejidad de este problema se subestima debido a los distintos tipos de pérdida de agua existentes, ya que cada uno debe abordarse de forma distinta.

El agua no registrada no se eliminará nunca, ya que siempre habrá una determinada cantidad de consumo autorizado no registrada que no puede eliminarse de ninguna manera. Además, existe un umbral inferior natural para el nivel mínimo alcanzable de pérdida de agua, que es rentable económicamente. Para acercarse lo máximo posible a ese umbral, es necesario priorizar el trabajo dedicado a la prevención de la pérdida de agua. Esto se puede hacer mediante la clasificación de las pérdidas existentes en la red de distribución, de forma que los proveedores de agua puedan evaluar los métodos que pueden utilizarse e identificar las iniciativas que se pueden implementar para combatir la pérdida de agua en la medida de lo posible.

Una herramienta para evaluar la pérdida de agua es el balance hídrico creado por la Asociación Internacional de Agua, que se centra en la clasificación de las pérdidas de agua. En el texto presentado a continuación, describimos cómo los proveedores de agua pueden trabajar con elementos individuales de la herramienta de balance hídrico, y recomendamos prácticos métodos de comparación. Además, analizamos más detalladamente los desafíos del enfoque tradicional de la medición de la pérdida de agua, así como las ventajas que ofrece un enfoque más equilibrado de las pérdidas de agua.

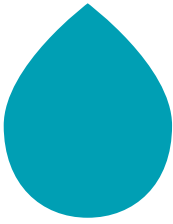


## La utilización de los recursos hídricos se puede analizar como sigue:

- Cálculo del balance hídrico
- Estimación de la pérdida de agua
- Evaluación de la pérdida de agua



# ¿Qué es el agua no registrada y qué implica?



El agua no registrada (NRW por sus siglas en inglés) es un término que se puede definir como sigue:

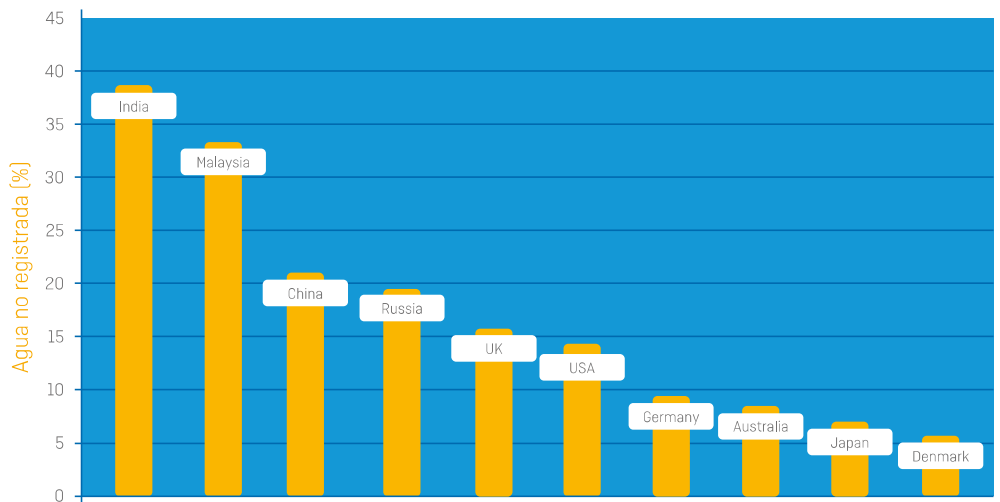
*Agua bombeada hasta la red de distribución principal, pero la cual se "pierde" antes de llegar al consumidor por lo que no genera ingresos para la distribuidora de agua.*

En otras palabras, el agua no registrada es la diferencia existente entre el agua producida y el agua facturada. Se trata de agua que se pierde a consecuencia de explosiones debidas a saltos de presión, de imprecisión en la lecturas de contadores, de fugas o explosiones debidas a la alta presión, de conexiones ilegales a la red, robos, etc.

La consecuencia de un alto índice de agua no registrada es la pérdida de ingresos y también el aumento de costes operacionales para el proveedor. Esto supone una importante carga financiera que, por ejemplo, puede asemejarse con el hecho de que la energía empleada para eliminar el agua no registrada sea mera energía desperdiciada. Mientras que, las fugas precisan costosas reparaciones estructurales, así como una posible necesidad de aumentar la capacidad.

**Según el Banco Mundial**, a nivel global, el nivel de agua no registrada se encuentra entre el 30 y el 35 %. En algunas zonas, asciende al 50-60 %.

Vista general de los niveles de agua no registrada en algunos países



[Fuente: IBNET; GWI; Frost & Sullivan]

# Balance hídrico: El primer paso para combatir la pérdida de agua



Mediante la desmembración de la cantidad de agua que sale de la red del proveedor, es posible trabajar para combatir el agua no registrada de una forma más estructurada y eficaz.

La Asociación Internacional de Agua (IWA) ha desarrollado un método internacional de buenas prácticas para calcular el balance hídrico, que constituye el primer paso para combatir la pérdida de agua. En la tabla se indica cómo es posible clasificar los distintos tipos de pérdida de agua, y el método se utiliza para identificar dónde deben centrarse los esfuerzos para obtener un mejor resultado.

Hemos interpretado la tabla con el propósito de hacerla más manejable y tangible. En el texto presentado a continuación, describimos los distintos elementos de la tabla con el fin de que sea posible trabajar activamente con ellos.

**La Asociación Internacional de Agua (IWA)** es una organización independiente sin ánimo de lucro cuya misión consiste en funcionar a modo de red global para los profesionales de la industria del agua, así como en promover normas y buenas prácticas sobre la gestión sostenible de los recursos hídricos. La IWA cuenta con alrededor de 10.000 miembros individuales y 500 miembros corporativos en todo el mundo, con miembros directivos en unos 80 países.

Para obtener más información sobre la IWA, vaya a [www.iwa-network.org/](http://www.iwa-network.org/)

Balance hídrico de la IWA

Volumen de entrada del sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado facturado	Consumo medido facturado
			Consumo sin medición facturado
		Consumo autorizado no facturado	Consumo sin medición no facturado
			Consumo medido no facturado
	Pérdidas de agua	Pérdidas aparentes	Consumo no autorizado
			Imprecisiones en la medición
		Pérdidas reales	Fugas en la red de transmisión y de distribución
			Fugas y desbordamientos en los depósitos de almacenamiento del proveedor
		Fugas en las conexiones de servicio hasta los puntos de medición	

## Volumen de entrada del sistema

Volumen de agua bombeada hasta la red de distribución por el proveedor de agua durante un periodo de tiempo determinado. Esta cantidad incluye el agua producida y el agua adquirida. El volumen de entrada del sistema se puede dividir en el consumo autorizado y la pérdida de agua, respectivamente.

## El consumo autorizado está formado por el consumo autorizado facturado y el consumo autorizado no facturado



**El consumo autorizado facturado** está formado por el consumo medido facturado y el consumo sin medición facturado.

**El consumo medido facturado** es el consumo que miden los contadores de agua y por el que se factura a los consumidores.

Ésta debería ser la parte más sencilla de la tabla; sin embargo, existen diferentes fuentes de error dependiendo del tipo de medición. Las lecturas manuales y los métodos de lectura de contadores utilizados en algunos países se caracterizan por la incertidumbre y por un posible gran número de errores. Cuantas más personas participen en la lectura, mayor será el riesgo de error. Para adquirir una base real para realizar comparaciones, es importante que el método utilizado para la lectura sea el mismo para todos los contadores. Los sistemas modernos de lectura remota permiten realizar lecturas sincronizadas cada hora incluso.

**El consumo sin medición facturado** suele estar asociado, por ejemplo, a las obras de construcción y los hogares sin contadores, cuya facturación se realiza basándose en un consumo estimado estándar. En muchos países, la facturación del consumo de agua con un precio fijo y sin medición sigue siendo una práctica habitual que se extiende. Esto aumenta la incertidumbre en lo que se refiere al consumo de agua y, en consecuencia, a la pérdida de agua.

---

**Cuanto mayor sea la incertidumbre** existente sobre el consumo real de agua, más difícil será combatir la pérdida de agua sobre una base informada.

---

Por ejemplo, si a un hogar se le factura por un consumo bastante superior al consumo real, el proveedor de agua podría pensar que la pérdida de agua en la red de distribución es inferior a la pérdida real. Mediante la instalación de contadores en todos los hogares, el volumen de agua no contabilizada se convierte en un volumen medido, lo que dará lugar a una facturación más correcta para todas las partes.

**El consumo autorizado no facturado** está formado por el consumo sin medición no facturado y el consumo medido no facturado.

**El consumo sin medición no facturado** es el agua que se utiliza para los servicios de extinción de incendios, los sistemas de riego públicos para la purga de tuberías, etc., pero que no se mide.

Este consumo es autorizado, por lo que está aceptado también. Sin embargo, es importante registrar seguidamente ese volumen de agua (o como mínimo realizar una estimación). De lo contrario, este volumen de consumo se incluirá en la tabla como pérdida de agua. Mediante la elaboración de rutinas y acuerdos con los servicios locales de extinción de incendios y otros servicios que tengan acceso al agua no facturada para realizar una estimación de su consumo, se evita tratar de reducir la pérdida de agua que no es necesario reducir.

**El consumo medido no facturado** es el agua que se utiliza para los servicios de extinción de incendios, los sistemas de riego públicos para la purga de tuberías, etc., y que sí se mide.

## La pérdida de agua está formada por las pérdidas de agua aparentes y las pérdidas reales



**La pérdida de agua** es la parte del balance hídrico que normalmente se utiliza para el análisis competitivo respecto a otros proveedores de agua.

**Las pérdidas aparentes** están formadas por el consumo no autorizado y las imprecisiones en la medición de los clientes.

**El consumo no autorizado** es el volumen de agua que se pierde debido a robos, conexiones ilegales a la red, casos de desconexión del contador, etc.

El avance de los contadores inteligentes y el uso extendido de la medición inteligente da lugar a una reducción constante del consumo no autorizado, puesto que existe mucha más transparencia en el suministro de agua. No obstante, el riesgo de manipulación es mayor con los contadores mecánicos antiguos, respecto a los contadores electrónicos modernos. Los contadores modernos envían una alarma si el caudal de agua se invierte, en casos de manipulación del contador o si el contador está seco, por ejemplo, porque se ha desconectado. De esta forma, el fraude se detecta de inmediato, ya sea al realizar la lectura anual o en relación con una visita a la instalación del consumidor.

**Las imprecisiones en la medición de los clientes** son el agua que se pierde debido a una lectura errónea realizada por los consumidores, o bien debido a la imprecisión de los contadores.

La experiencia demuestra que los contadores mecánicos proporcionan mediciones insuficientes a lo largo de su vida útil, ya que sufren desgaste con el tiempo a la vez que el caudal de inicio va ascendiendo. Los contadores electrónicos modernos tienen un caudal de inicio mucho menor que los contadores mecánicos. Además, mantienen su precisión durante más tiempo, porque son estáticos y no contienen piezas móviles, por lo que son resistentes al desgaste y a los sedimentos.

No obstante, es necesario prestar atención a la capacidad de los contadores estáticos para mantener un punto cero correcto en relación con el caudal, ya que esto puede afectar a su precisión.

---

**La medición inteligente es un término** que se utiliza para describir los contadores inteligentes capaces de proporcionar información sobre el estado operacional en los hogares de los consumidores y en la red de distribución. Además, la lectura remota se puede llevar a cabo de forma automática y, en consecuencia, el proveedor estará siempre informado sobre la situación de la red. Por eso, las soluciones de medición inteligente proporcionan una vista general completa de la red de distribución y de su estado.

La medición en sí no resuelve el problema del agua no registrada; sin embargo, gracias a la medición inteligente, los proveedores de agua obtienen información sobre la red, lo que les posibilita tomar decisiones informadas sobre la forma más eficiente de trabajar con su red y con la gestión de activos.

---

En función del tipo de contador utilizado, puede existir un gran potencial en esta área, de forma que ese volumen de agua se puede quitar de la clasificación de agua no registrada, por lo que podría cuantificarse dentro de la categoría de agua facturada, si el proveedor sustituye sus contadores.

No sólo es importante la precisión de los contadores domésticos, sino también en los contadores de distrito que tienen mayor tamaño, ya que esto afecta a la incertidumbre en lo que se refiere al volumen de agua que se bombea en el sistema. En muchos países, no se exige la homologación y ni la re-verificación de los sistemas de bombeo de agua.

Las lecturas digitales de los contadores domésticos o de distrito no solo garantizan la absoluta precisión de las lecturas, sino que además se realizan de forma simultánea.



**Las pérdidas reales** están formadas por las fugas en la red de transmisión y de distribución, las fugas y desbordamientos en los depósitos de almacenamiento del proveedor y las fugas en las conexiones de servicios hasta los puntos de medición de los clientes.

**Las fugas en la red de transmisión y de distribución** son el agua que se pierde desde las partes de la red de distribución con un estado inadecuado debido a la tensión, a la presión de funcionamiento excesiva y a los saltos de presión.

Una forma eficiente de calcular la pérdida derivada de las fugas consiste en analizar el consumo nocturno. El análisis del consumo nocturno cubre el consumo de agua del sistema durante las horas de menor demanda, y en consecuencia puede considerarse que proviene de fugas. Gracias a la medición inteligente, el proveedor de agua puede obtener una imagen mucho más clara de los niveles de fugas reales, puesto que el consumo real se conoce en todo momento. Restando este valor al consumo nocturno total, es posible calcular la pérdida de agua. De esta forma, el análisis no tiene por qué limitarse al horario nocturno, sino que se puede realizar siempre que sea necesario.

Una cosa es poder registrar la cantidad de agua que se pierde en la red de distribución y otra poder identificar dónde está ocurriendo. Esto último es mucho más difícil porque sólo el 10 % de las fugas son visibles, mientras que la mayoría de ellas son subterráneas<sup>1</sup>. El tiempo que transcurre entre la detección de una fuga y su subsanación es un factor crucial en lo que se refiere al alcance de las pérdidas. La medición acústica es un método que ayuda a localizar las fugas. Mediante el seccionamiento, la detección de fugas es mucho más eficiente, ya que se delimita el área de la red de distribución en la que tiene lugar la búsqueda. Por eso se han desarrollado las áreas de medición de distritos (DMA). Además de contadores de hogares, se han instalado contadores de distrito de mayor tamaño para medir el

volumen de agua de un área determinada de la red de distribución. Esto hace que el volumen de agua bombeada en cada sección pueda compararse con el volumen de agua utilizado por los consumidores de esa sección de una forma constante.

Uno de los elementos más costosos del trabajo que se debe llevar a cabo para reducir las fugas y las explosiones es la reparación y la sustitución de las tuberías defectuosas. Además del coste de los materiales, también hay recursos asociados a la excavaciones de las calles, la reorganización del tráfico y el reestablecimiento de las estructuras. Por eso, es fundamental para el proveedor de agua priorizar sus esfuerzos teniendo en cuenta cuáles serán más eficientes en lo que se refiere a reducir el número total de fugas.

---

**La gestión de activos es el trabajo de evaluación del estado de los componentes de la red de distribución con el propósito de optimizar la estrategia de inversión. En otras palabras: el objetivo es sustituir la tubería correcta en el momento correcto.**

---

Puede ser que las tuberías más antiguas no sean las tuberías que presenten un peor estado. Su estado no se puede evaluar según su antigüedad o el tipo de tubería solamente. Cuantos más parámetros (p. ej., antigüedad de las tuberías, efectos de la presión, temperatura del caudal, etc.) se incluyan en el análisis de gestión de activos, más precisión tendrá el análisis del estado de la red de distribución que ofrece el proveedor a los consumidores. La medición inteligente facilita muchos de estos parámetros de forma automática, lo que significa que es posible evaluar qué partes de la red necesitan renovarse primero.

La gestión de la presión posibilita a los proveedores de agua reducir el número total de fugas y explosiones, ya que una presión de funcionamiento óptima reduce la tensión de las tuberías. Existe una relación directa entre la presión de funcionamiento y la cantidad de fugas.



---

**En Copenhague, la pérdida de agua media anual es del 8,05 %**, pese al hecho de que el 20 % de las tuberías tienen más de 100 años y el 69 % tienen más de 60 años. El resultado se obtiene utilizando información exhaustiva sobre la red de distribución, de forma que se sustituyan las tuberías que deban ser sustituidas, no por el mero hecho de que sean las más antiguas.

[Fuente: Allan Broløs y Charlotte Hansen, HOFOR A/S]

---

Con más información sobre la presión de la red de distribución, es posible optimizar la presión, reducir el consumo de energía y reducir la cantidad de fugas. El proveedor de agua además obtiene información detallada sobre los saltos de presión que pueden dar lugar a fugas.

---

**Una reducción del 10 %** del promedio de presión da lugar a una reducción de las fugas del 10-20 %, por lo que es posible reducir la pérdida de agua de forma significativa<sup>2</sup>.

---

**Las fugas y desbordamientos en los depósitos de almacenamiento del proveedor** son pérdidas de agua de los embalses y depósitos de agua propios del proveedor. El número total de embalses y depósitos varía según cada país. Existen menos opciones para regular la presión en comparación con un sistema controlado por bombeo. Esto ejerce un impacto negativo sobre la pérdida de agua, ya que no es posible regular la presión para el consumo real.

**Las fugas en las conexiones de servicios hasta los puntos de medición de los clientes** suelen producirse antes de facturar la medición, por lo que se incluyen en el cálculo de pérdida de agua. Es más difícil detectar las fugas en esta parte de la red de distribución, ya que el proveedor suele tener

acceso limitado a la conexión del servicio y al contador, que normalmente está ubicado dentro de los hogares. La reparación de las fugas también puede suponer un desafío, ya que el propio consumidor debe pagar la reparación y el proveedor de agua debe documentar la pérdida de agua.

Si por el contrario el contador está ubicado en un pozo de la propiedad, el proveedor dispone de acceso a él, y es posible registrar la pérdida de agua desde la conexión del servicio hasta el contador del consumidor.

Cualquier problema con el acceso a la dirección del consumidor se puede solventar utilizando una display en los hogares o accediendo al consumo de agua a través de una aplicación para smartphones o dispositivos similares.

---

**La pérdida de agua en las conexiones de tierra y del servicio** supone una parte importante de la pérdida total de agua en las redes de distribución. Un informe del proveedor de agua danés Aarhus Vand, de 2010, mostró que se habían producido 91 explosiones registradas en las conexiones del servicio, con una pérdida de agua anual calculada en 239.312 m<sup>3</sup>, lo que supone el 1,5 % del total de agua bombeada en el sistema.

En 2010, el proveedor tuvo un coste de DKK 2,66/m<sup>3</sup>. Esto supone un coste total de DKK 636.570 al año. Además, a ello se añaden las fugas y las explosiones no detectadas, que según las evaluaciones suponen una parte importante. El problema de las fugas y las explosiones en las conexiones del servicio se extiende entre los proveedores de agua grandes y pequeños<sup>3</sup>.

[Fuente: Liselotte Mørk, Aarhus Vand A/S]

---

# Estimación de la pérdida de agua de acuerdo con el reglamento y el análisis comparativo



La pérdida de agua se calcula normalmente a modo de porcentaje del volumen de agua que se bombea en el sistema. La ventaja que ofrece utilizar un porcentaje es que se entiende de forma sencilla. Sin embargo, hay varios problemas asociados al hecho de comparar la pérdida de agua solo como porcentaje entre los proveedores, puesto

que éstos no cuentan con las mismas condiciones en lo que se refiere, por ejemplo, a la presión de funcionamiento o el comportamiento de los consumidores, tal y como se ilustra a continuación.

Por eso, un porcentaje es inadecuado para el uso a modo de comparación de la pérdida de agua entre proveedores o como tendencia para un proveedor en concreto.



## Presión de funcionamiento

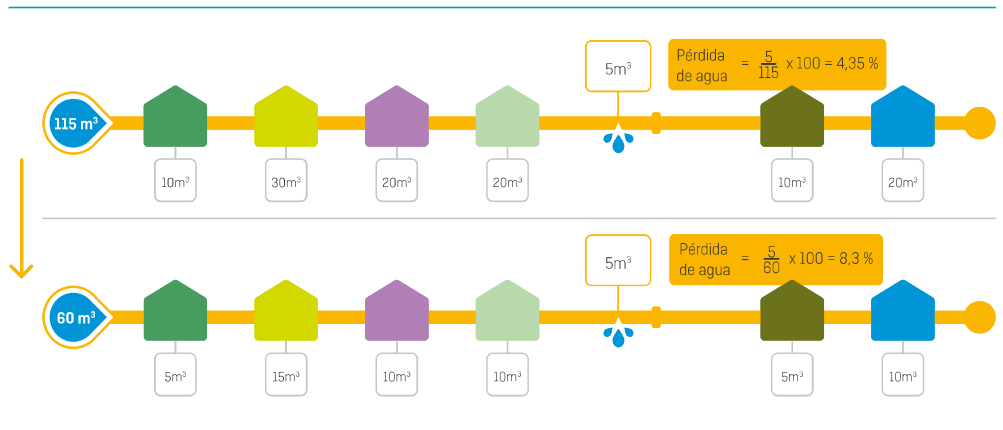
Si por ejemplo un proveedor de agua mantiene una presión media baja en la red de distribución, su pérdida de agua será relativamente menor, ya que desde que la presión es más baja da lugar a menos fugas. Sin embargo, es posible que las condiciones topológicas exijan a algunos proveedores mantener una presión de funcionamiento alta, en comparación con la de otros proveedores, lo que en términos de porcentaje da lugar a un nivel de fugas superior.



### Comportamiento de los consumidores

Un proveedor de agua que, por ejemplo, consigue reducir el consumo de agua en los hogares de los consumidores a través de

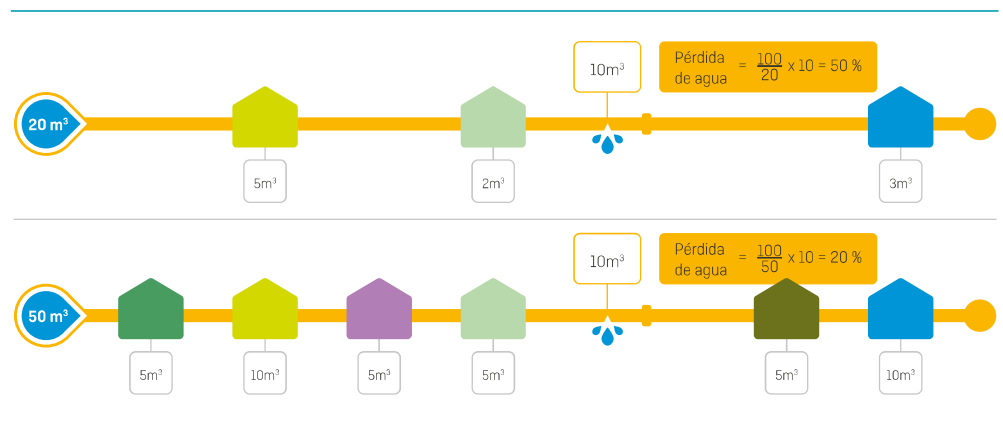
campañas, contará con un porcentaje de pérdida de agua en ascenso acorde con la reducción del consumo de agua por parte de los consumidores. Esto se debe a que el nivel de fugas no tiene por qué verse afectado por la reducción del consumo y, en consecuencia, representará una distribución relativamente mayor del agua que se bombea en el sistema.



### El tamaño de la red de distribución en relación con el número total de consumidores

El tamaño de la red de distribución con respecto al número total de consumidores proporciona otra representación de la

pérdida de agua. Por ejemplo, un proveedor de agua con una amplia red de distribución y pocos consumidores contará con un alto porcentaje de fugas en comparación con un proveedor con una red de distribución pequeña y muchos consumidores.



## El índice de fugas estructurales (ILI por sus siglas en inglés) proporciona una base más minuciosa para la comparación entre proveedores



Para obtener una imagen más precisa de la pérdida de agua, los proveedores deben tenerla en cuenta basándose en el índice de fugas estructurales (ILI).

El cálculo del ILI se basa en los datos operacionales del proveedor de agua y es una base más minuciosa y precisa para el análisis comparativo, puesto que tiene en cuenta distintos parámetros. Mediante el ILI, es posible realizar comparaciones, por ejemplo,

entre aspectos como el comportamiento de los consumidores, la densidad de población y los distintos tipos de proveedores. No obstante, el ILI también es más complejo de calcular, ya que precisa una base de datos más extensa.

---

**El índice de fugas estructurales (ILI)** es una expresión de la pérdida de agua y se calcula dividiendo las pérdidas reales anuales (pérdidas reales anuales actuales o CARL por sus siglas en inglés) por las pérdidas anuales más bajas alcanzables técnicamente (pérdidas de agua anuales inevitables o UARL por sus siglas en inglés); es decir, la pérdida de agua que es inevitable.

$$\text{ILI} = \text{CARL} / \text{UARL}$$

Las CARL se calculan restando el consumo no autorizado a las pérdidas de agua totales.

$$\text{CARL} = \text{pérdidas de agua totales} - \text{consumo no autorizado}$$

Las UARL se calculan con la siguiente base:

- **LM:** Longitud de la red (km)
- **Ns:** Número total de conexiones del servicio (de la red a la línea doméstica)
- **Lp:** Longitud media, de la línea doméstica al contador
- **P:** Presión media

$$\text{UARL} = (18 \times \text{LM} + 0,8 \times \text{Ns} + 25 \times \text{Lp}) \times \text{P} / 24 \text{ horas}$$

Para obtener más información sobre el ILI, vaya a [www.leakssuite.com/concepts/uarl-and-ili/](http://www.leakssuite.com/concepts/uarl-and-ili/)

---



### Evaluación del ILI

¿Qué es un ILI adecuado? En la tabla situada abajo se muestra que, en los países desarrollados, un ILI de 1-2 (A) es muy adecuado, y no deben aplicarse más esfuerzos para reducir la cantidad de pérdida de agua, puesto que no será oportuno económicamente teniendo en cuenta los resultados posibles. Un ILI de 2-4 (B) resulta aceptable, pero existe margen de mejora.

Un ILI de 4-8 (C) sólo resulta aceptable si los recursos hídricos son tan abundantes como baratos, pese a que seguirá siendo necesario realizar un análisis más detallado y esforzarse más por reducirlo.

Un ILI superior a 8 (D) indica que existe un uso extremadamente ineficiente de los recursos hídricos.

En consecuencia, una reducción de la pérdida de agua es absolutamente necesaria y debe ser la principal prioridad de los proveedores de agua.

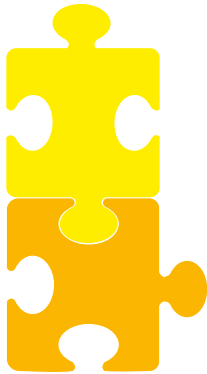
La mayoría de los países en desarrollo tienen un ILI superior a 16, por lo que el objetivo principal será alcanzar un índice inferior a 16. Después, habrá que seguir trabajando, por ejemplo, para reducir las fugas, realizar mediciones del caudal y de la presión y mejorar la calidad de los datos para poder reducir el ILI.

### Evaluación del nivel ILI en países desarrollados y países en desarrollo, respectivamente.

Categoría de presentación técnica		ILI
Países desarrollados	A	1-2
	B	2-4
	C	4-8
	D	>8
Países en desarrollo	A	1-4
	B	4-8
	C	8-16
	D	>16

[Fuente: Liemberger, 2005, [http://www.miya-water.com/user\\_files/Data\\_and\\_Research/miyas\\_experts\\_articles/15jun2010/Recommendations%20for%20Initial%20Non-Revenue%20Water%20Assessment.pdf](http://www.miya-water.com/user_files/Data_and_Research/miyas_experts_articles/15jun2010/Recommendations%20for%20Initial%20Non-Revenue%20Water%20Assessment.pdf)]

# Resumen



El agua no registrada abarca distintos tipos de pérdida de agua, y cada uno de ellos debe afrontarse de forma distinta. Basándose en el balance hídrico de la IWA, la cantidad de agua no registrada se puede clasificar en distintas categorías. Con un esfuerzo focalizado, es posible reducir las pérdidas de agua reales y, mediante la identificación, la medición y el cálculo de la cantidad de agua que representa pérdidas aparentes, se generarán ingresos para el proveedor de agua en lugar de suponer un gasto.

Además, el proveedor de agua no puede gestionar sus recursos hídricos y trabajar con ellos proactivamente si no se conoce cuánta agua se pierde. Por eso, para obtener una imagen precisa de la pérdida de agua, se aconseja calcular la pérdida de agua basándose en el ILI, en lugar de utilizar el método tradicional del porcentaje.

---

### Referencias:

- <sup>1</sup> <http://www.miya-water.com/facts-and-definitions/facts-about-water-loss>
  - <sup>2</sup> [www.studiomarcofantozzi.it/wp-content/uploads/2015/03/Whitepaper\\_English.pdf](http://www.studiomarcofantozzi.it/wp-content/uploads/2015/03/Whitepaper_English.pdf)
  - <sup>3</sup> [www.danva.dk/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2FFiler%2FMoeder+og+kurser%2F-Renovering+af+vandedninger+2011%2F6+Stik+og+jordledninger.pdf](http://www.danva.dk/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2FFiler%2FMoeder+og+kurser%2F-Renovering+af+vandedninger+2011%2F6+Stik+og+jordledninger.pdf)
-

Think forward

---

**Kamstrup España**

Núñez de Balboa, 29

E-28001 Madrid

T: 91 435 9034

F: 91 575 5473

[info@kamstrup.es](mailto:info@kamstrup.es)

[kamstrup.com](http://kamstrup.com)