

Estudios de ratios de consumo

La cantidad de agua que necesita una persona para satisfacer sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, etc. se conoce como consumo doméstico de agua por habitante. Se mide en litros / (habitante * día) y se obtiene a partir de las medidas de contadores, estudios locales, encuestas o la cantidad total suministrada a una comunidad dividida entre el número de habitantes. Los resultados obtenidos reflejan de una forma muy fiel el consumo real de agua en la comunidad estudiada y permite estimar, de manera aproximada, el desarrollo social y económico de una región.

Según la Organización Mundial de la Salud, un consumo sostenible de agua debe ser de 50 litros / (habitante*día), aunque en esta cantidad no está incluido el consumo de agua procedente de la agricultura o la industria, ni la conservación de los ecosistemas dependientes del agua dulce (acuáticos, fluviales, etc.), que podría aumentar ese consumo hasta los 100 litros / (habitante*día). En España, en el año 2014, el consumo medio doméstico fue de 139 litros / (habitante*día), uno de los más bajos de Europa.

Más de 2.500 millones de personas sólo disponen de exclusivamente de los recursos de las aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades. A nivel mundial se extraen unos 3.600 Km³ de agua dulce para el consumo humano, que permiten un consumo doméstico de 1.600 litros / (habitante*día). De este volumen, la mitad del agua se pierde en procesos como la evaporación, la infiltración en el terreno o vuelve a algún cauce. De la otra mitad, el 65% se destina a la agricultura, el 25% a la industria y el 10% al consumo doméstico.

Se estima que, en 2010, el 6% de las personas consumían principalmente agua embotellada. No está clara la sostenibilidad ambiental del aumento de envases de agua y de lo asequible que es esta tendencia.

El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización, el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor.

En la siguiente imagen se puede observar el incremento exponencial que tiene el consumo de agua anual. El consumo de agua se duplicó en 50 años (1900-1950) y se ha triplicado desde 1950 hasta el 2000, aumentando 6,5 veces respecto a 1900. Se estima que en el año 2025 este consumo se habrá incrementado en más de un 30%.



Figura 1. Consumo de agua total anual 1900-2025 (Clarke y King, 2004).

Para determinar la disponibilidad de agua en un país o área geográfica se utilizan dos parámetros:

- Umbral de presión hídrica: Tiene un valor de $1.700 \text{ m}^3 / (\text{habitante} \cdot \text{año})$, límite por debajo del cual se producen sequías.
- Umbral de penuria: Tiene un valor de $1.000 \text{ m}^3 / (\text{habitante} \cdot \text{año})$, límite por debajo del cual pueden existir problemas de abastecimiento para actividades como la agricultura o la industria.

Actualmente, se calcula que 2.300 millones de personas viven en condiciones de presión hídrica y 1.700 millones viven en penuria. Para el año 2025 se prevé que esta población aumente a 3.500 y 2.400 millones de personas respectivamente.

Por otra parte, según la OMS, más de 1.200 millones de personas utilizan agua sin garantías sanitarias, produciendo entre 20.000 y 30.000 muertes diarias y muchas enfermedades.

En la siguiente imagen se pueden observar las diferencias en la disponibilidad global de agua frente a la población de cada región del mundo. Asia es la zona más poblada (más de la mitad de la población mundial), pero sólo dispone del 36% de los recursos hídricos del mundo.

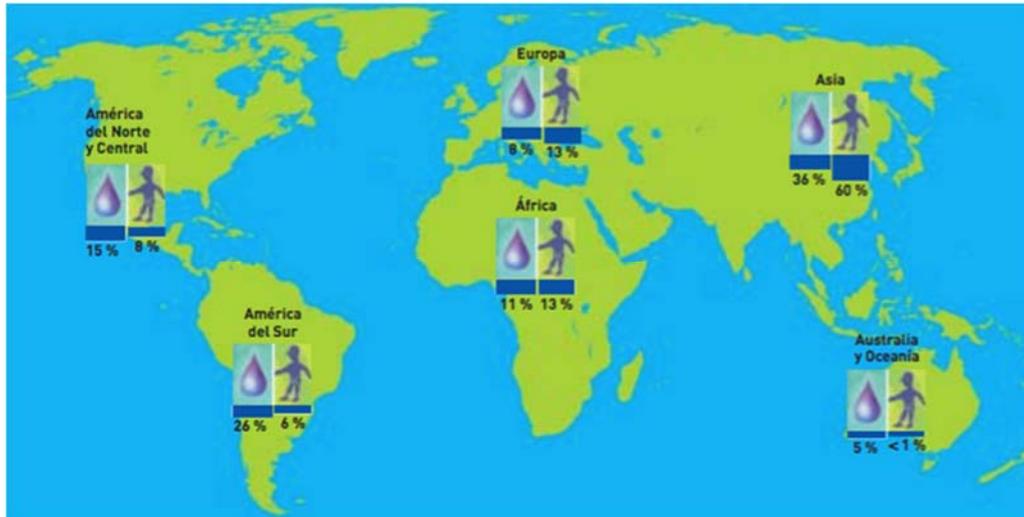


Figura 2. Relación entre la disponibilidad de agua y la población. Fuente: UNESCO-PHI (Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe).

2ª ACTIVIDAD

En parejas o pequeños grupos: ¿cómo puede realizarse una auditoría de aguas para uso doméstico?

Identificación y aplicación de métodos de control y minimización del uso de agua

En muchos países se ha incrementado el saneamiento, construyendo redes de alcantarillado, pero no se ha tenido en cuenta el tratamiento y la eliminación de las aguas residuales. De esta manera, incluso en los países con rentas medio-altas, las aguas residuales de aproximadamente el 75% de los hogares con conexión a la red de alcantarillado pueden no recibir el tratamiento adecuado. Pero todavía hay 748 millones de personas que no tienen acceso a agua potable y 2.500 millones que no tienen buenas instalaciones de saneamiento.

Se prevé que en 2050 la demanda mundial de agua haya aumentado un 55% como consecuencia de la creciente urbanización de los países en desarrollo. Por ello, se deben encontrar soluciones innovadoras o de tecnologías avanzadas que permitan satisfacer estas necesidades hídricas.

Los métodos de control y minimización del uso del agua se conocen también como prácticas de uso eficiente. Pueden ser:

- De ingeniería: Constituidas por tecnologías que modifican las tuberías, accesorios y procedimientos, permitiendo una reducción del consumo del agua minimizando las pérdidas de agua, reduciendo el uso de agua en general o reutilizando las aguas para otros usos.
- De conducta: Buscan un cambio de hábitos en el uso de agua por los distintos agentes. Si la sociedad está concienciada, se puede ahorrar agua sin aplicar prácticas de ingeniería, suponiendo también un ahorro económico.
- Programas de eficiencia de agua: Suelen formar parte de los Sistemas de Gestión Ambiental de las organizaciones. Son imprescindibles para garantizar el éxito de los métodos de ingeniería y conducta.

Tecnología para minimizar el consumo y su contaminación

Como se ha comentado anteriormente, la agricultura, la industria y el uso doméstico tienen un consumo elevado de agua. A continuación, se expondrán las diferentes técnicas que tienen para minimizar el consumo y la contaminación del agua.

A) Agricultura

- Sistemas de riego: Las zonas verdes han pasado de ser un lujo a una necesidad y el riego es la operación más importante para mantenerlas. Estos sistemas permiten racionalizar el agua disponible.

Para seleccionar un sistema de riego se debe realizar un estudio previo que determine el más idóneo, teniendo en cuenta desde el tipo de vegetación hasta la forma de distribuir el agua. Así, se obtendrá el mejor rendimiento.

Los instrumentos de control de riego (programadores, higrómetros, detectores de lluvia, etc.) deben distribuirse en función de la orografía, las capacidades hídricas del suelo y las plantaciones.

Existen muchos sistemas de riego, por ejemplo:

- Riego por aspersión: Se aplica sobre grandes superficies. Se emite un gran volumen de agua, controlada y uniforme en forma de lluvia. La distribución del agua se realiza mediante tuberías a alta presión, hasta que llegan a los mecanismos de aspersión.

- Riego por goteo: El agua se distribuye puntualmente, sin atomización y sin que empape el terreno. Con este sistema se consigue humedecer ciertas zonas, próximas a los puntos de riego, mientras que la mayor parte del terreno permanece seco.

Se aplica para la plantación de arbolado, bordes de arbustos, jardineras y también para plantaciones extensas, ya que sólo humedece las zonas deseadas. Se puede utilizar para complementar el riego por aspersión generalizado en zonas concretas.

- Riego por superficie o gravedad: El agua se distribuye a través del suelo gracias a la gravedad, permitiendo que el agua humedezca la superficie del suelo y, simultáneamente, se distribuya en la parcela y se infiltre en el perfil del suelo.
- Sistema tecnificado o automotriz: La distribución del agua se realiza mediante tuberías a alta presión hasta los mecanismos de aspersión.

Estos sistemas están en permanente revisión. Son una tecnología joven que se ha ido desarrollando al mismo tiempo que la sociedad del bienestar ha ido avanzando.

Actualmente se busca sustituir los sistemas de riego superficiales (manual o inundación) por riegos localizados (dispersión o goteo), con los que sólo se moja la parte del suelo próxima a las plantas. De esta manera, se puede reducir el consumo de agua entre un 40 y un 60%, con una eficiencia de aplicación del 95%.

En España, el sistema de riego que más ha aumentado en los últimos años es el localizado (goteo), que ha pasado de 1.197.465 hectáreas en 2004 a 1.756.138 hectáreas en 2014. También ha aumentado el sistema tecnificado, pasando de 259.434 hectáreas en 2004 a 304.254 hectáreas en 2014. Sin embargo, el sistema de gravedad ha disminuido, pasando de 1.197.465 hectáreas en 2004 a 986.463 hectáreas en 2014.

- Puntos de control clima-suelo-planta: En agricultura se utilizan sensores que informan sobre el estado de la planta, la humedad del suelo y la temperatura del ambiente. Pueden ser:

- Sensores de planta: Informan sobre el estado en el que se encuentra la planta en función del nivel de riego.
 - Sensores de clima: Informan sobre la temperatura ambiente, la humedad relativa, el rocío, etc.
 - Sensores de suelo: Informan sobre la humedad del terreno, la temperatura, la salinidad, la conductividad eléctrica que tiene el suelo en distintas profundidades.
- Control de la fertilización: Existen tecnologías que controlan la cantidad de fertilizante necesaria para un cultivo, ayudando a minimizar la contaminación producida por la agricultura. Destacan las sondas de succión, que determinan si la solución del agua de riego y fertilizantes está en la proporción adecuada, evitando la dispersión de los contaminantes a otros medios (como las aguas subterráneas).

B) Industria

En primer lugar, es fundamental la optimización de los procesos productivos para reducir al mínimo el consumo de agua, reduciendo también las emisiones líquidas y facilitando su tratamiento. A nivel europeo se siguen los documentos BREF (Bat REference) sobre las mejores técnicas disponibles.

Otra estrategia consiste en reciclar y reutilizar. Por ejemplo, en Dow Benelux (Holanda) han llegado a utilizar el efluente urbano depurado como recurso para el agua industrial, permitiendo un ahorro significativo y asegurando la disponibilidad del recurso. Actualmente, se tiende a reutilizar el agua en cada etapa individual del proceso productivo, simplificando en gran medida el tratamiento del vertido.

En Europa merece la pena destacar el proyecto AquaFit4Use (2008-2012), perteneciente al 7º Programa Marco de la Comisión Europea. Su objetivo era hacer a la industria más independiente del suministro de agua potable para sus procesos de producción, utilizando tecnología y métodos que permitan reducir hasta un 30% el consumo de agua. Dentro de este proyecto destaca el desarrollo de la herramienta de simulación WESTforINDUSTRY, que analiza posibles escenarios y permite optimizar el proceso estudiado para reducir al mínimo el agua utilizada y los efluentes generados, reduciendo el tratamiento de los vertidos al menor coste económico y energético.

En China, donde la cantidad de recursos hídricos *per cápita* es sólo la cuarta parte de la media mundial, el gobierno busca incentivar al sector industrial para que invierta en tecnología y así se mejore la gestión del agua. Siguiendo esta estrategia, entre 1996 y 2006 se redujeron en un 80% las descargas de aguas residuales en la industria química y del acero.

Por otra parte, en Brasil se redujo un 23% el consumo de agua entre 2004 y 2010 mediante la aplicación de tecnologías de reutilización y reciclado en la industria química.

Algunas de las tecnologías existentes para minimizar el consumo del agua industrial son:

- Sistemas de refrigeración: Una de las principales causas de contaminación industrial es el vertido al medio de aguas que se encuentran a una temperatura mucho mayor o mucho menor, con consecuencias muy graves para los seres vivos. Normalmente, la refrigeración

se realiza mediante el contacto directo del agua con la fuente de calor. Para minimizar el impacto pueden utilizarse sistemas de recirculación o equipos de enfriamiento con aire, que se basan en el intercambio aire-calor.

- **Lavado:** Permite la limpieza de contaminantes de productos y equipos. Normalmente se realiza con agua desionizada que no deteriora los materiales. Esta agua se puede ahorrar realizando lavados de flujo intermitente, recirculando y reutilizando las aguas.

El agua también puede reutilizarse en otros procesos como la limpieza de equipos, suelos y desagües; el descongelamiento de equipos de refrigeración, los procesos de pasteurización y esterilización y el enjuague de botellas.

C) Uso doméstico

Como puede observarse en la siguiente imagen, más de las dos terceras partes del agua que se consume en las viviendas se realiza en el cuarto de baño.

El consumo de agua en una vivienda sin jardín

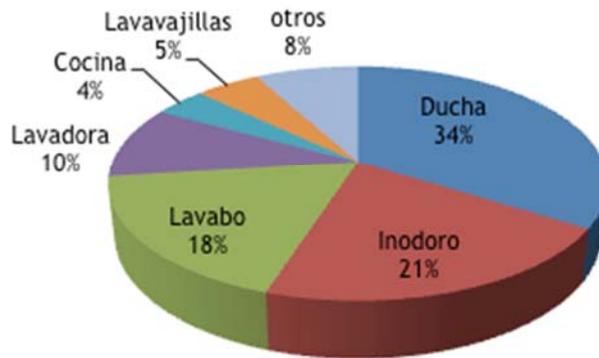


Figura 3. Consumo de agua en una vivienda sin jardín.

En las viviendas se puede ahorrar agua mediante distintas técnicas:

- **Grifos:** Existen aireadores, difusores y otros aparatos de grifería que permiten regular el caudal de agua. Se distinguen:
 - Grifos clásicos: Regulan el caudal, pero es necesario realizar un mantenimiento para evitar pérdidas.
 - Grifos monomandos: Permiten regular la temperatura.
 - Termostatos: Regulan la temperatura del agua, ahorrando agua y energía.
 - Aireadores: Mezclan aire con agua, reduciendo la sensación de pérdida de caudal. Permiten ahorrar grandes volúmenes de agua.

- **Perlizadores:** Permiten adaptar los grifos ya existentes y ahorrar entre un 40 y un 60% del caudal, conservando una sensación similar de mojado. Para instalarlos sólo hay que enroscarlos en la grifería convencional.
- **Duchas:** Pueden disponer de adaptadores ecológicos que regulan el consumo de agua, evitando que suba por encima de los 9,4 L/min.

Otra medida pueden ser los rociadores de ducha de bajo consumo, que, aproximadamente, permiten ahorros de un 40% y proporcionan una sensación similar de mojado.

Tabla 4. Variación en el consumo de agua entre una ducha y un baño

Baño	Ducha convencional (5 min.)	Ducha con rociador de bajo consumo (5 min.)
200 litros	50 litros	30 litros

Se pueden usar relojes de arena, especiales para baño, que permiten controlar el tiempo que tardamos en ducharnos. Normalmente, unos 4-5 minutos es un tiempo suficiente para una ducha.

- **Cisternas de inodoro:** Se puede reducir el consumo de agua de las cisternas hasta en un 40% mediante distintas estrategias:
 - **Inodoros de bajo volumen:** Utilizan menos de 6 litros por descarga.
 - **Doble descarga:** Este mecanismo permite seleccionar un vaciado completo de la cisterna (unos 6 L) o un vaciado de la mitad del contenido (unos 3 L).
 - **Descarga interrumpida:** Permite interrumpir la descarga. El consumo es regulado por la persona que maneja el mecanismo.
 - **Ahorro en inodoros con mecanismo antiguo:** Se puede ahorrar agua introduciendo una botella llena, lejos de la válvula. Esta botella ocupa parte del espacio que normalmente se recarga con agua, de manera que se pasa a unos 3-4 L por descarga.
- **Reguladores de caudal:** Permiten un caudal constante en la vivienda a lo largo de todo el año.
- **Electrodomésticos de bajo consumo:** Cuando se elige un nuevo electrodoméstico debemos observar la etiqueta energética que, en el caso de las lavadoras, aporta mucha información (ciclo de lavado, eficacia de la centrifugación, nivel de consumo de agua, etc.).
 - **Lavadoras con bajo consumo de agua:** Para modelos de 5 Kg de capacidad, se consideran lavadoras eficientes aquellas que consumen hasta 44 litros por lavado. Si tiene 7 Kg de capacidad, debe consumir como máximo 47 litros.

- Lavavajillas con bajo consumo de agua: Actualmente, se puede considerar que un lavavajillas consume poca agua si su gasto por lavado es menor a 10 litros.

Es necesario seleccionar correctamente los programas, ya que algunos consumen la mitad de agua y energía que otros. Por ejemplo, el denominado "rápido" es, frecuentemente, más ahorrador que los "eco" o "bio".

Tecnología para potenciar la reutilización del agua

La reutilización del agua consiste en utilizar este recurso para una aplicación distinta a la prevista. Por ejemplo, se puede reutilizar el agua para la irrigación de jardines, usos estéticos o protección contra incendios.

En la reutilización es fundamental considerar la disponibilidad del recurso natural, la calidad que requiere el fin para el que se utilizará el recurso reutilizado y la distancia al punto de aprovechamiento.

- Captación y reutilización de aguas pluviales: En zonas urbanas, las aguas de lluvia adquieren contaminantes debido a la contaminación atmosférica, natural y a los residuos generados por la actividad humana.

Las aguas de lluvia se recolectan, generalmente, de techos y superficies circundantes. Las viviendas pueden tener dispositivos para captar el agua de lluvia, utilizando este recurso para diversos usos (riego, inodoro, etc.) sin riesgo para la salud. Los sistemas para recoger aguas de lluvia pueden ser:

- Almacenamiento por depósito interior: Permite almacenar la cantidad necesaria para abastecer los usos planteados durante un periodo de tiempo.
- Almacenamiento exterior: Sólo puede utilizarse cuando existe un espacio exterior suficiente para construir estructuras como estanques, lagunas, lagos, etc. Permite mantener las ventajas paisajísticas, ambientales y bioclimáticas.

En este caso es necesario asegurar que el recurso no se va a contaminar durante el tiempo de almacenamiento. Por ello, se debe de controlar los procesos aerobios y la asimilación de nutrientes.

- Almacenamiento en superficies porosas: Permiten filtrar el agua de la lluvia. Consisten en una capa de suelo con gran capacidad para retener las aguas (por ejemplo, las gravas gruesas). Suelen estar en carreteras, caminos, aparcamientos campos deportivos, etc.

Esta agua captada se recoge y transporta hasta las instalaciones de aprovechamiento, utilizándola normalmente como agua de riego.

- Reutilización de aguas grises: Normalmente, las aguas domésticas suelen eliminarse a través de cañerías para ser tratadas en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, pero existen sistemas de reutilización de aguas grises que permiten recoger el agua procedente de duchas y bañeras, utilizándolas en las cisternas de los inodoros.

Estos sistemas de reutilización suelen estar formados por:

- Filtro de malla fina: Requiere una limpieza periódica.
- Un tanque de recolección: Permite filtrar y almacenar las aguas grises, bombear el agua hasta la cisterna y dirigir las aguas grises hacia la alcantarilla (cuando sea necesario).
- Un tanque de desinfección: Se añade en dosis controladas un desinfectante que, por lo general, es biodegradable.
- Una cisterna de aguas grises.
- Una cisterna unida a la red de suministro de agua.
- Un panel de control.

También pueden incluir un sistema de gestión de suministro, formado por una bomba, y un dispositivo de llenado desde la red de suministro para periodos de baja precipitación.

La instalación de un sistema de aguas grises permite reducir el consumo de aguas grises alrededor de un 30% gracias a la sustitución del agua de la red de suministro por aguas grises para el vaciado de inodoros.

- Reutilización a nivel industrial: Se puede ahorrar agua en distintos procesos industriales, por ejemplo:
 - Refrigeración: Utilizando circuitos cerrados.
 - Calderas: Puede utilizarse el calor residual liberado en la refrigeración de aguas calientes.
 - Limpiezas industriales en las que se recircula el agua.
- Reutilización a través de la red de reciclaje municipal: El agua regenerada en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales puede aprovecharse para:
 - Riego de zonas verdes, zonas recreativas, instalaciones deportivas, campos de golf, etc.
 - Baldeo de calles.

Buenas prácticas ambientales

Basan su eficacia en la concienciación de los ciudadanos. Son muy variadas, por ejemplo:

- Reparación de fugas en grifos, lavabos, duchas, etc.
- No utilizar el inodoro como papelera.
- Utilizar la lavadora y el lavavajillas completamente llenos, con la temperatura más baja posible y la dosis justa de detergente.
- No dejar abiertos los grifos mientras se lavan los dientes, se afeitan o se friegan los platos.
- Diseñar jardines de bajo mantenimiento y con pocos requerimientos de agua.
- Mantener el equipo de irrigación para asegurar su funcionamiento adecuado y la pérdida de agua por fugas.
- Instalar dispositivos ahorradores.
- Conocer los consumos de agua y seguir su evolución.
- Establecer planes periódicos de mantenimiento de la instalación.

VÍDEO

Con el objetivo de afianzar los conocimientos adquiridos en este tema y conocer algunas estrategias para ahorrar agua en la agricultura, se propone el siguiente vídeo: "Agua - El agua que alimenta al mundo (La aorta de la agricultura)" realizado por RTVE.

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/agua-la-gota-de-la-vida/agua-agua-alimentamundo-aorta-agricultura/2005050/>