

AÑO  
2018

# ENERGÍA para el Agua

CUADERNILLO DE TEORÍA PARA EL ALUMNO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Bahía Blanca  
GRUPO DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

UTN  
bhi

GEIE

**Autores:** Olga Cifuentes, Daniela Escudero, Silvana Medus

**Colaboración:** Florencia Armeni, Ornella Langhoff Arroyat

**Diseño Gráfico:** Vanesa Pinto Sartor

ISBN:978-987-1896-99-8





Cifuentes, Olga

Energía para el agua : cuadernillo de teoría para el alumno / Olga Cifuentes ; Daniela Escudero ; Silvina Medus ; contribuciones de Florencia Armeni ; Ornella Langhoff Arroyat ; ilustrado por Vanesa Pinto Sartor. - 1a edición para el alumno - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-1896-99-8

1. Energía. 2. Agua. I. Armeni , Florencia , colab. II. Langhoff Arroyat, Ornella , colab. III. Pinto Sartor, Vanesa , ilus. IV. Título.

CDD 333.91



*Agua* y **ENERGÍA**  
son recursos esenciales para la vida.

Sin embargo, la situación de ambos y sus perspectivas futuras a nivel global, se reflejan en la palabra: **ESCASEZ.**

Los efectos del cambio climático, el crecimiento de la población mundial, las mayores demandas y competencias por el agua y la energía, hacen necesario integrar la gestión de estos recursos que están estrechamente relacionados.

## 1 EL CICLO DEL Agua

### ESTADOS DEL AGUA

El agua es la única sustancia que se puede hallar en la naturaleza en sus tres estados. Se encuentra en estado líquido, en los ríos, lagos y mares. Los glaciares son el principal ejemplo de agua en estado sólido que se puede encontrar en el medio natural. Cuando el agua se encuentra en estado sólido, se llama hielo. Por último, el vapor es el agua en estado gaseoso, y de éste están compuestas las nubes.

(COIRCO, 2014)



EL AGUA, EN CONTINUO PROCESO DE CAMBIO, CUMPLE UN CICLO CERRADO. LA ENERGÍA ES NECESARIA EN TODAS LAS ETAPAS DEL CICLO DEL AGUA.

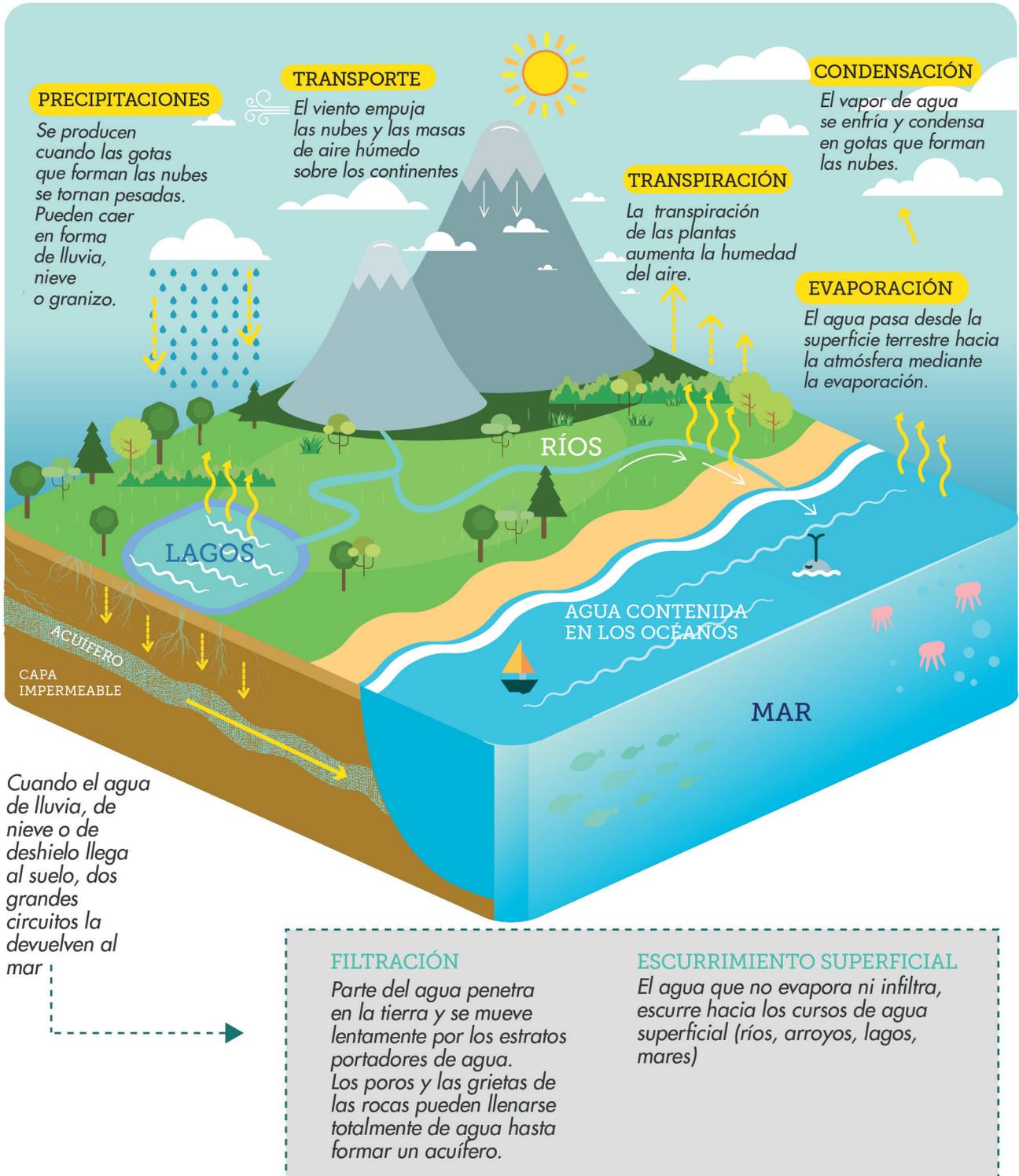


Figura 1: Ciclo del Agua.

## 2 DISPONIBILIDAD DE Agua

Del total del agua contenida en el planeta, un **96%** es salada, y el **4 %** restante es agua dulce. Pero de ésta última porción, no toda está disponi-

ble para su utilización: un **70%** se encuentra congelada en glaciares y casquetes polares, mientras que un **30%** se halla en el suelo.

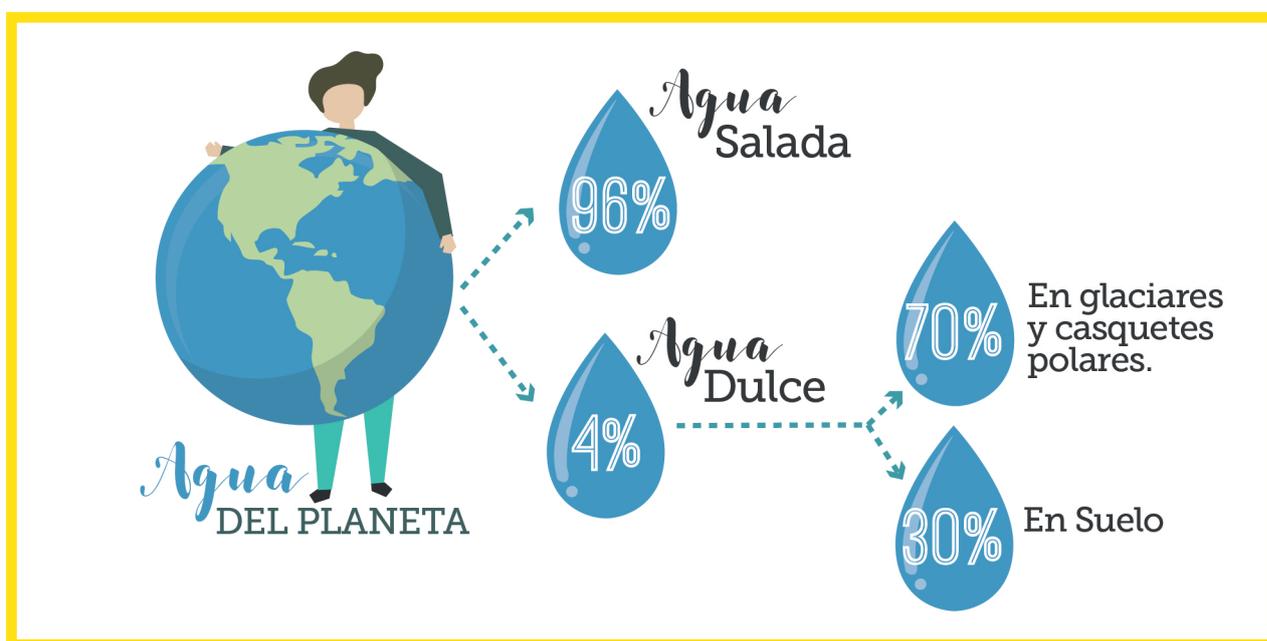


Figura 2: Disponibilidad de Agua. Fuente: Elaboración propia a partir de Acciona, 2014

## 3 CUALES SON LAS FUENTES DE Agua

El agua que utilizamos en nuestros domicilios puede provenir de las siguientes fuentes:

**SUBTERRÁNEA**, aquella que se encuentra debajo del suelo en espacios porosos de la tierra, acumulada en acuíferos.

(CONAGUA, 2014).



Figura 3: Fuente subterránea.

**SUPERFICIAL**, aquella que se encuentra circulando o en reposo en la superficie de la tierra, en ríos, mares, arroyos, lagos y lagunas, entre otros.

(CONAGUA, 2014).



Figura 4: Fuente superficial.

## ¿Cómo llega el agua de las fuentes a nuestra casa?

El agua que proviene de las distintas fuentes no siempre está en condiciones de ser consumida. El agua segura es aquella a la que se le han realizado los tratamientos necesarios para eliminar las sustancias, virus y bacterias que son perjudiciales para la salud. Además, es importante que se realicen los controles adecuados de calidad para

verificar que cumplan con la legislación vigente. Para la captación, transporte, tratamiento y distribución del agua se requiere energía. En los domicilios se puede acceder al agua a través de la red pública o mediante una captación individual de agua subterránea.

### RED PÚBLICA.

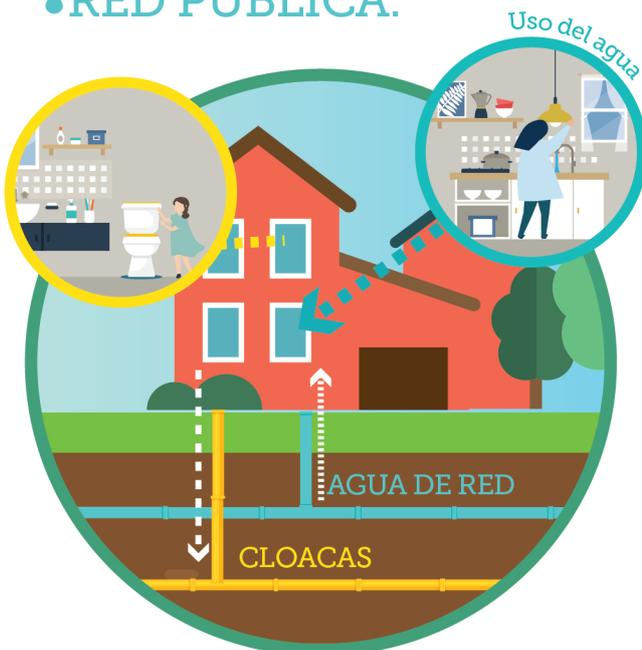


Figura 5: Red pública.

### CAPTACIÓN INDIVIDUAL (POZO).



Figura 6: Captación individual (pozo).

## SISTEMA DE AGUA POTABLE

Un sistema de agua potable es el conjunto de instalaciones y equipos utilizados para abastecer de agua a una población en forma continua, en cantidad suficiente y con la calidad y presión necesaria para garantizar un servicio adecuado a los usuarios. Está formado por las siguientes etapas (Figura 7):

💧 Captación o toma de agua. El sistema de captación depende de la fuente, que puede ser superficial o subterránea. En el caso particular de la Figura 7, corresponde a una toma en un embalse sobre una fuente superficial 1

💧 Conducción principal y transporte de agua desde la fuente hasta la planta de tratamiento para su potabilización.

💧 Tratamiento de Potabilización 2

💧 Tanques de almacenamiento y/o distribución elevados y cisternas 3

💧 Red de distribución 4

💧 Estaciones de bombeo (B) Se instalan cuando es necesario elevar el agua o aumentar su presión para algún proceso o para su distribución.

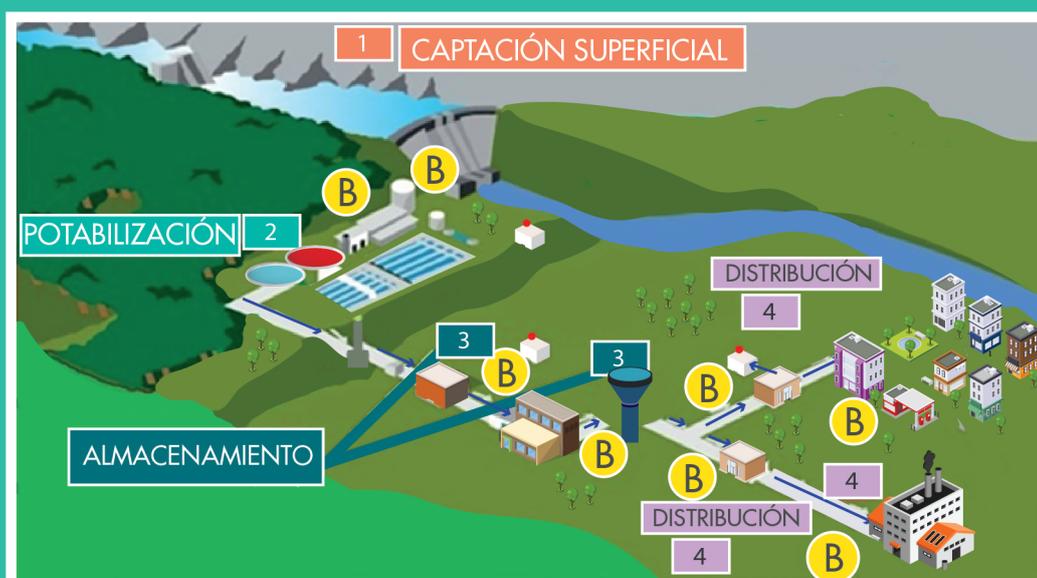


Figura 7: Sistema de agua potable.  
Fuente: Elaboración propia en base a CONAGUA 2014.

En las etapas mencionadas se puede requerir energía para: bombeos, dosificación de reactivos (coagulantes, floculantes, desinfectantes, otros), iluminación de instalaciones, ensayos en laboratorio, transporte de agua a lugares elevados y/o alejados, e incluso en aquellas actividades ligadas a la gestión (utilización de computadoras, iluminación del personal, etc.). El uso de energía necesaria para captar, elevar, transportar y potabilizar el agua, varía según la fuente (superficial o subterránea), la calidad del agua y las condiciones topográficas (desniveles del terreno) del sitio en el que están las instalaciones del operador y las instalaciones de la red de distribución de agua.

Por ejemplo:

## 🔴 PROFUNDIDAD DE LA CAPTACIÓN:

El agua subterránea, en general, requiere una energía mayor de bombeo para su extracción que las superficiales de lagos o ríos (excepto cuando la fuente superficial está lejos, o a menor altura que la localidad a abastecer).

## 💧 DISTANCIA DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN A LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN:

Cuando las fuentes se encuentran en zonas alejadas de los consumidores, se debe transportar el agua por medio de acueductos que requieren una carga dinámica grande para vencer la fricción que ejerce el líquido sobre las paredes del conducto, para lo cual puede ser necesario el uso de bombeo.

Cuando las captaciones se encuentran cerca de la población, esta carga suele ser menor.

## 💧 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO:

Las poblaciones que se encuentran en áreas con poca diferencia de altura requieren menor carga dinámica (presión) para la distribución del líquido,

que otras con grandes desniveles o a mayor altura. Por el contrario, si la fuente de abastecimiento es la que está más alta, el uso de la gravedad ahorra energía de impulsión y puede inclusive, generarla.

## 💧 POTABILIZACIÓN:

Es el tratamiento que se le aplica al agua para que sea apta para el consumo humano. Las aguas subterráneas, por sus características, requieren distintos tratamientos que las superficiales. A medida que las fuentes de abastecimiento son de peor calidad o se degradan, se necesitan más tratamientos de potabilización, lo que implica mayor consumo de energía para eliminar los contaminantes. Se llama intensidad energética a la cantidad de energía medida en KWh que se requiere para potabilizar  $1\text{m}^3$  de agua. La misma depende de las tecnologías utilizadas, la concentración y el tipo de contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos.

## 💧 TRANSPORTE:

El agua debe ser transportada desde la fuente hasta la planta de tratamiento y luego hasta los tanques, espacios de reserva o almacenamiento, para finalmente llegar hasta el usuario a través de las cañerías. Esta etapa suele ser la más costosa energéticamente cuando, para la distribución y el mantenimiento de la presión en la red, se necesita bombeo de agua y presurización (Ferro et al, 2015).

## ¿CÓMO TIENE QUE SER LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO?

Para saber si el agua tiene la calidad adecuada para un determinado uso, se miden las concentraciones de ciertas sustancias y se las compara con valores de referencia nacionales e internacionales establecidos para ese uso en particular. (COIRCO, 2014)

El agua potable es el agua que puede ser consumida sin presentar riesgo para la salud. Para ello, debe cumplir con los estándares de calidad que fija la legislación vigente.



- 🔹 NO DEBE CONTENER SUSTANCIAS NOCIVAS PARA LA SALUD
- 🔹 DEBE TENER PROPORCIÓN ADECUADA DE SALES DISUELTAS
- 🔹 TIENE QUE SER INCOLORA, INODORA E INSÍPIDA

## ¿QUIÉNES PUEDEN PRESTAR EL SERVICIO DE AGUA?

En la Provincia de Buenos Aires, República Argentina, el servicio público sanitario (que incluye servicio de agua y desagües) puede ser prestado por:

- 🔹 EL ESTADO PROVINCIAL COMO TITULAR DE LOS SERVICIOS.
- 🔹 LAS MUNICIPALIDADES TITULARES DE LOS SERVICIOS POR DERECHO PROPIO O DELEGACIÓN CONVENCIONAL, O MEDIANTE UN CONCESIONARIO PRIVADO.
- 🔹 LOS USUARIOS ORGANIZADOS JURÍDICAMENTE COMO COOPERATIVAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.
- 🔹 LAS PERSONAS JURÍDICAS.

## 4

# USOS DEL Agua

“La necesidad de agua dulce crece cada año: su consumo se multiplicó por **NUEVE** en los últimos 100 años, mientras la población se multiplicó sólo por **SEIS**.”

En la actualidad, los **6 mil millones** de personas que habitan la Tierra destinan el **70%** del agua consumible a la agricultura, **el 22%** a la industria y sólo el **8%** al uso doméstico” (AySA, 2016).

Estos porcentajes indican que gran parte del consumo de agua se debe a las actividades agrícolas. Por ejemplo, para obtener una tonelada de trigo, se requiere un millón y medio de litros de agua. Esto implica que, cada vez que comemos un kilo de pan estamos consumiendo en forma indirecta alrededor de **1.500 litros de agua**.

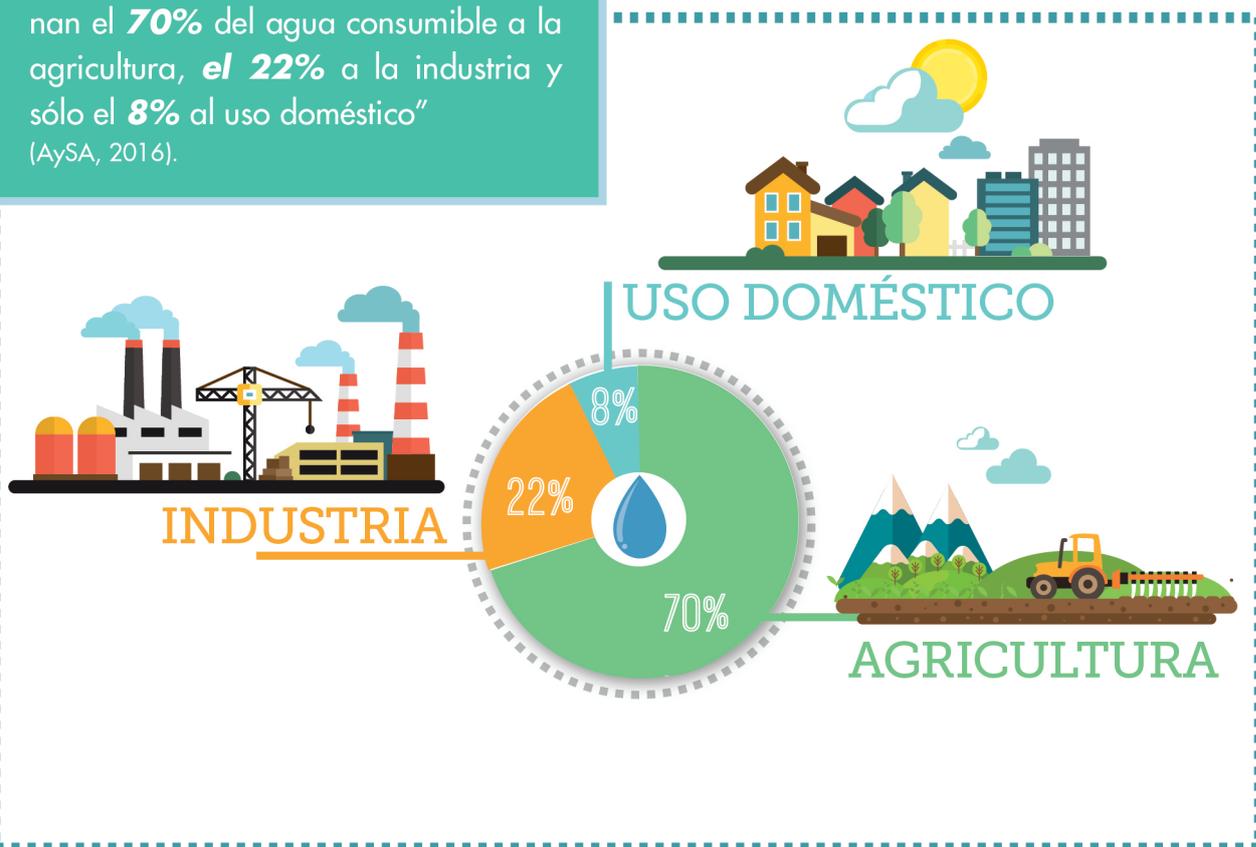


Figura 8: Usos del agua.

## ¿QUÉ ES EL AGUA VIRTUAL?

Cada objeto que nos rodea necesita de miles de litros de agua para ser producido. A esa agua la llamamos virtual porque no la vemos y sin embargo, está presente en la comida, bienes y servicios que consumimos a diario.

El agua virtual es la cantidad de agua utilizada de modo directo e indirecto para la realización de un bien, producto o servicio (ABSA, 2016).

## ¿QUÉ ES LA HUELLA HÍDRICA?

La huella hídrica es un indicador de toda el agua que utilizamos en nuestra vida diaria; para producir nuestra comida, en procesos industriales y generación de energía, así como la que ensuciamos y contaminamos a través de esos mismos procesos.

Este indicador nos permite conocer la cantidad de agua que aprovecha una persona, un grupo de consumidores, una región, un país o toda la humanidad (Arreguín Cortés et al, 2007).

## ¿QUÉ ES EL AGUA NO CONTABILIZADA?

El agua no contabilizada es la diferencia entre el agua medida que sale del tanque de reserva de una ciudad e ingresa a la red, y la suma de los consumos medidos en viviendas e industrias (agua que es facturada a estos usuarios). O sea, agua no contabilizada es el agua que se pierde en la red distribución, más el agua de conexio-

nes clandestinas, más el agua no medida. Es agua que se potabiliza, pero no se factura y en consecuencia no se cobra. Es agua en la que se invirtió energía, mano de obra y reactivos, cuyos costos no se recuperan.

## ¿QUÉ DIFERENCIA HAY ENTRE DOTACIÓN Y DEMANDA?

La dotación es el volumen de agua consumido por un habitante en un día. Es uno de los datos básicos para realizar el proyecto de un sistema de abastecimiento de agua. Se mide en litros/habitante por día, o  $m^3$ /habitante por día.

La dotación depende de distintos factores como el clima, nivel de vida de la población, costumbres, sistema de provisión de agua, calidad del agua suministrada, costo del agua (tarifas), presión en la red de distribución, pérdidas en el sistema, otros.

Si multiplicamos la dotación (litros/habitante por día), por el número de habitantes de una localidad, se obtiene la demanda diaria (litros/día). Si además esa población tiene grandes consumidores como industrias, hospitales, edificios públicos, polideportivos, también deben considerarse. El servicio de agua potable de un lugar debe proveer los volúmenes de agua requeridos por todos estos usuarios.

Figura 9. Dotación y demanda.

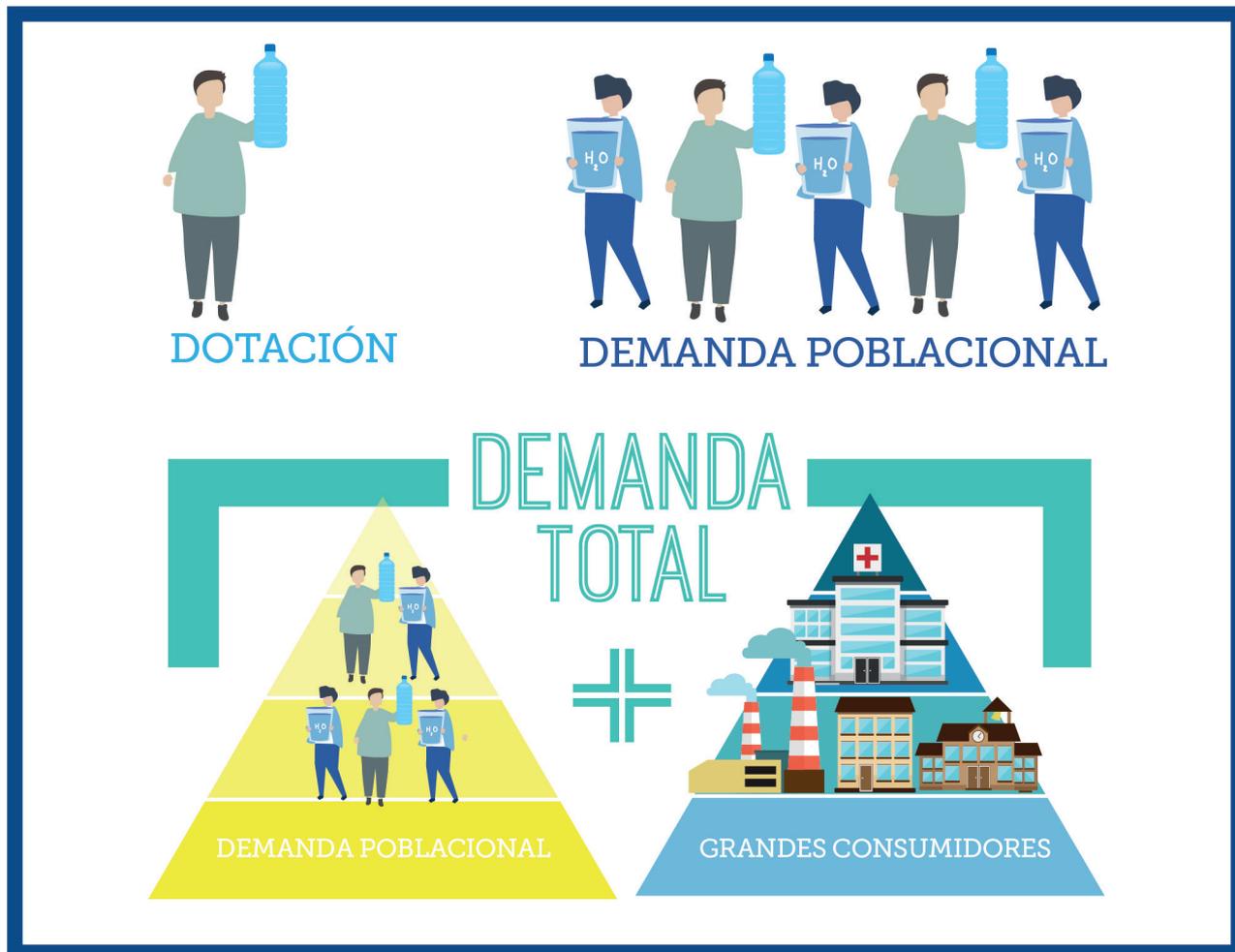


Figura 9. Dotación y demanda.

## USOS DEL AGUA EN CASA:

💧 **USOS DENTRO DE LA CASA:** Ingesta, higiene personal (lavado de manos, dientes, baños de inmersión, descarga de inodoro, duchas), lavado de platos, lavado de alimentos, llenado de ollas para cocinar, llenado de lavarropas, higiene del hogar, otros.



💧 **USOS FUERA DE LA CASA:** Riego del jardín, llenado de piletas (verano), lavado de automóviles y veredas, otros.



💧 **USOS INVOLUNTARIOS:** Pérdidas en canillas, inodoros, tanques, otros.



## ¿Cuánto consume una canilla abierta por minuto?

Esto depende de varios factores, entre ellos, la apertura de la canilla. Por ejemplo:



Figura 10: Consumos estimados por tiempo.  
Fuente: Elaboración propia a partir de Mogliati, 2008.

Es habitual, en nuestros hogares, utilizar recipientes para acumular agua (que luego se emplea para diferentes usos), o accionar artefactos que la utilizan en sus procesos. Algunos de los volúmenes que se consumen cuando los usamos son:



Figura 11: Consumos estimados por volumen.  
Fuente: Elaboración propia a partir de Mogliati 2008

## 5 ENERGÍA PARA EL Agua

La energía es necesaria en las distintas etapas de la gestión del agua potable para: la captación del agua desde la fuente, el transporte, la potabilización, la distribución a los usuarios, la recolección una vez utilizada (efluentes) y la depuración. Como se mencionó, en cada litro de agua que pasa por el sistema se invierte energía, mano de obra y reactivos, lo que implica un costo que se debe incluir en las tarifas que paga el usuario.

En los domicilios particulares también se incorpora energía al agua. Por ejemplo: en edificios o en casas donde hay cisterna, se requiere energía para bombear el agua al tanque; para disponer de agua caliente en calefones y calderas se consume energía eléctrica o gas, y también para hacer circular el agua por los radiadores para calefacción.

Las pérdidas de agua en forma de fugas y conexiones clandestinas, el desperdicio de los consumidores y un suministro deficiente, afectan directamente la cantidad de energía consumida para la provisión de agua. El derroche de agua conduce a un desperdicio de energía o al uso ineficiente de ésta.

El consumo de combustibles fósiles para generar la energía utilizada en el abastecimiento de agua potable afecta la calidad atmosférica a nivel local y mundial. Las emisiones provenientes de las centrales de energía contribuyen a las altas concentraciones de contaminación que ya existen en los centros urbanos, además de aumentar la acidificación de los lagos y bosques. Se emiten millones de toneladas de dióxido de carbono todos los años, que a su vez contribuyen a los cambios climáticos. Estos cambios que se producen a nivel mundial pueden reducir las capas freáticas e interrumpir el abastecimiento de

agua en distintas áreas, resultando en costos aún más altos para proveer y cubrir las necesidades de agua y energía (James et al, 2013).

Por esta razón, es necesario que la sociedad se involucre para hacer un uso racional del agua potable, lo que implica un uso eficiente de energía para producirla, con el objeto de minimizar costos y colaborar en la sustentabilidad de ambos servicios.





## ¿QUÉ PODEMOS HACER DESDE NUESTRO LUGAR? CONSEJOS PARA AHORRAR AGUA Y SU ENERGÍA ASOCIADA

- 1 Revisar regularmente los artefactos que utilizan agua (inodoro, bidé, otros) y las canillas, para detectar fugas y repararlas.
- 2 Observar las manchas de humedad en paredes y techos. Generalmente son señales de pérdidas de agua, que además de desperdiciarla, dañan la casa.
- 3 Recolectar agua de lluvia para regar plantas o limpiar la casa.
- 4 Regar el jardín sólo cuando sea necesario, durante la noche o muy temprano por la mañana, para que el sol tarde en evaporar el agua. Además, tratar de elegir plantas autóctonas que no requieran volúmenes elevados de riego.
- 5 No desperdiciar el agua. Por ejemplo, al abrir la ducha colocar un balde para recoger el agua fría que sale en un principio, la que luego puede usarse para limpiar la casa, el auto o regar las plantas.
- 6 Tomar duchas breves (5 minutos alcanzan).
- 7 Cerrar la canilla al enjabonarse las manos, afeitarse o cepillarse los dientes.
- 8 Elegir artefactos sanitarios con tecnologías para el ahorro de agua (inodoros, con mochilas de menor capacidad o aquellas con doble descarga), o adecuar los existentes.
- 9 Colocar un cesto de residuos en el baño para evitar arrojar desechos en el inodoro que generan descargas innecesarias.
- 10 Avisar al prestador del servicio de agua potable si se detectan fugas de agua en la vía pública.

Siempre tener presente que:  
**AHORRAR Agua**  
**ES AHORRAR**  
**ENERGÍA.**



Estas pequeñas acciones,  
aunque parezcan insignificantes  
en el contexto nacional y global,

**TIENEN EFECTOS  
MULTIPLICADORES.**

EL USO RACIONAL DEL AGUA  
contribuye a minimizar gastos de

**Agua  
Y ENERGÍA**

Querés saber cuanto aprendiste?

Completa las actividades propuestas en el  
CUADERNILLO DE ACTIVIDADES...

ENERGÍA para el Agua

## BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

ABSA - Aguas Bonaerenses Sociedad Anónima, 2016. "¿Qué es el agua virtual?". Provincia de Buenos Aires, Argentina.

*Disponible en:*

[http://www.aguasbonaerenses.com.ar/detalle-vinculo-con-la-comunidad/que-es-agua-virtual\\_29](http://www.aguasbonaerenses.com.ar/detalle-vinculo-con-la-comunidad/que-es-agua-virtual_29)

Acciona, 2014. "El ciclo del agua. Sostenibilidad."

*Disponible en:*

<http://www.acciona.com/pressroom/videos/sostenibilidad-para-todos/el-ciclo-del-agua-sostenibilidad/>

Arreguín Cortés, F.; López Pérez, M.; Marengo Mogollón, H.; Tejeda González, C., 2007. "Agua virtual en México". Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXII, N° 4. México.

AySA - Agua y Saneamientos Argentinos, 2016. "El uso del agua". Buenos Aires, Argentina.

*Disponible en:*

[http://www.aysa.com.ar/index.php?id\\_seccion=483](http://www.aysa.com.ar/index.php?id_seccion=483)

COIRCO - Comité Interjurisdiccional del Rio Colorado, 2014. "Nuestra cuenca. Nuestro hogar. Calidad y usos del agua del Rio Colorado". Desarrollado por PROXAR. Producción y desarrollo: Guatagna, C., Ilustraciones: Pavone Cao, S., Diseño: Borgna, V. Argentina.

*Disponible en:*

[www.educativo\\_coirco.gov.ar](http://www.educativo_coirco.gov.ar)

CONAGUA - Comisión Nacional del Agua, 2014. "El camino del agua"; "Huella Hídrica" (trípticos). México.

*Disponible en:*

<http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=6&n2=146&n3=424>

Ferro, G.; Lentini, E.; 2015. "Eficiencia energética y regulación económica en los servicios de agua potable y alcantarillado". Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 70. ISSN 1680-9017.

*Disponible en:*

[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37630/S1421127\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37630/S1421127_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

James, K.; Godlove, C.; Campell, S., 2013. "Watergy. Agua y energía: Aprovechando las oportunidades de eficiencia de agua y energía aún no exploradas en los sistemas municipales de agua". Alliance to Save Energy. Washington. EEUU.

*Disponible en:*

<https://www.ase.org/sites/ase.org/files/watergy.spanish.pdf>

Mogliati, S., 2008. "El agua va a la escuela". Cuadernillo para el alumno. COHIFE. Edición PROXAR. ISBN 978-987-22050-3-4. Buenos Aires, Argentina.

Secretaria de Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires, 2003. Decreto N° 878 "Marco regulatorio para la prestación de los servicios de agua potable y desagües cloacales en la Provincia de Buenos Aires".

*Disponible en:*

<http://www.ocaba.mosp.gba.gov.ar/Marco%20Legal/Decreto%20878.pdf>





AÑO  
2018

CUADERNILLO DE TEORÍA PARA EL ALUMNO

ENERGÍA para  
el Agua

