# Ciclo del Agua en Benavente

**AYUNTAMIENTO DE BENAVENTE**
Concejalía de Medio Ambiente

# ÍNDICE


- Introducción ..... 1
- El origen del agua en la Tierra ..... 2
- El ciclo hidrológico ..... 2
- La estructura molecular y propiedades del agua ..... 4
- La importancia del agua para la vida ..... 8
- Disponibilidad y distribución del agua en el mundo ..... 10
- Usos del agua ..... 13
- Contaminación del agua ..... 15
- Impactos medioambientales de la mala gestión del agua ..... 20
- Calidad del agua ..... 22
- Uso racional. Manual de buenas prácticas y ahorro del agua ..... 24

RECORRIDO DEL AGUA POR BENAVENTE ..... 29

- Entorno natural de Benavente ..... 29
- Ciclo del agua y plano ..... 32
- Abastecimiento de agua potable a la ciudad ..... 34
- Recogida de aguas residuales por el alcantarillado ..... 41
- Tratamiento de aguas residuales ..... 41
  - Estación de tratamiento de aguas residuales ..... 44

- El futuro abastecimiento de agua en Benavente ..... 53
- Reutilización del agua depurada y lodos tratados ..... 54
- Legislación ..... 56
- Otras formas de obtención del agua ..... 57
- Juguemos con el agua ..... 61
- Glosario ..... 70
- Referencias e información de interés ..... 75



Edita: AYUNTAMIENTO DE BENAVENTE

Diseño gráfico y maquetación: paraqtea

Imprime: **Gráficas Cubichi, S.L.** Pol. Los Negrillos - Ctra. Madrid, km. 261 - BENAVENTE (Zamora)

# INTRODUCCIÓN

La vida en nuestro Planeta que comenzó en el mar ampliándose después a tierra firme, ha evolucionado gracias a las importantes características del agua. Ha sido sin duda un importante factor en la abundante colonización de los diferentes ambientes de la Tierra por muy diversas formas de vida.

La importancia del agua radica en las múltiples y variadas cadenas alimenticias que sostiene, razón por la cual las grandes civilizaciones buscaron ejes fluviales para asentarse. Es fuente de vida, básica para la supervivencia y es imprescindible para mantener la biodiversidad terrestre.

Hoy en día, el agua es un elemento de tan fácil acceso que disponer de ella en casa sólo requiere un gesto, tan sencillo como abrir un grifo, y ahí está...limpia, abundante y en apariencia inagotable. Sin embargo, el agua es un bien escaso, limitado, es tanto un derecho como una responsabilidad, con un valor económico, social y ambiental.

La escasez de agua dulce es uno de los principales problemas ambientales ante los que nos encontramos. De forma sencilla se puede decir que estamos alcanzando el límite de extraer agua dulce de la superficie terrestre, pero el consumo no deja de aumentar. Sin embargo, una gran amenaza la constituye el efecto que el cambio climático tendrá sobre el ciclo hidrológico y la disponibilidad de agua dulce.

Por ello, debemos ser conscientes de su importancia, no contaminándola y haciendo un uso racional del agua, no abusando en su consumo y no malgastándola, para no comprometer las necesidades hídricas de las generaciones futuras.

Aquí trataremos todos estos temas y además nos adentraremos en el mundo de la potabilización y de la depuración del agua en Benavente, mediante su recorrido por esta ciudad.

# EL ORIGEN DEL AGUA EN LA TIERRA

El verdadero origen del agua en la Tierra probablemente tenga que ver con estas dos teorías:

1. La Tierra se formó hace unos 4600 millones de años a partir de gas y polvo, que evolucionó hacia una esfera de roca fundida fría.

El agua en nuestro planeta se formó a partir del vapor de agua que contenía la nube de gas y polvo original y a partir de la combinación del oxígeno con el hidrógeno que permaneció retenido en la atmósfera.

2. Esta teoría es más reciente que la anterior, que sugiere que una buena parte del agua terrestre fue traída por los cometas que fueron capturados por la gravedad terrestre, y que impactaron contra nuestro planeta.

Los meteoritos se vaporizaron completamente al impacto; de esta manera, pudieron inyectar hidrógeno y oxígeno a la atmósfera terrestre.

El agua también va por el espacio en forma de nubes de Oort, éstas son un cúmulo de billones de cometas compuestos de hielo, fragmentos de roca y polvo que viajan por el espacio. Cuando alguna estrella de la nube se acerca al Sol, los cristales de hielo se evaporan y con el polvo, se forma una estela gaseosa que brilla. Desaparece después de unos mil viajes alrededor del Sol, con lo cual los fragmentos y el polvo chocan en la atmósfera y nosotros los observamos como estrellas fugaces.

# EL CICLO HIDROLÓGICO

Aunque el agua esté en movimiento constante, se almacena temporalmente en los océanos, lagos, ríos, arroyos, cuencas y en el subsuelo.

Se mueve de unos lugares a otros y puede cambiar su estado en varias etapas del ciclo, para ello debe liberar o recibir mucha energía. Esta energía la recibe del Sol que evapora 1.000.000.000.000 -un billón- de toneladas de agua.

Así, se recicla constantemente, es decir, se limpia y se renueva trabajando en equipo con el sol, la tierra y el aire; para mantener el equilibrio en la Naturaleza.

Este proceso natural de circulación del agua se llama Ciclo Hidrológico

El sol dirige el ciclo calentando el agua de los océanos.

**EVAPOTRANSPIRACIÓN:** El agua de los ríos, lagos, océanos…se evapora a la atmósfera. También se produce transpiración por parte de los vegetales.

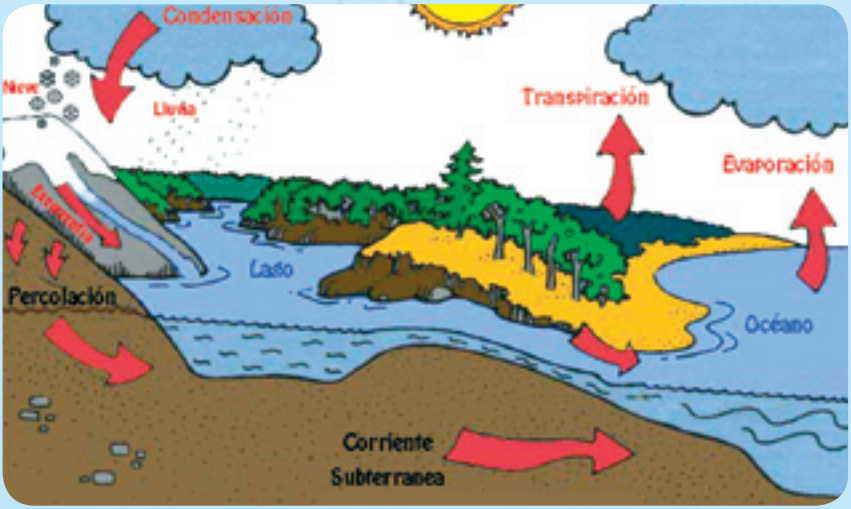
**CONDENSACIÓN:** El vapor se eleva en el aire donde se enfría por las temperaturas más frías, así se condensa en pequeñas partículas formándose las nubes.

**PRECIPITACIÓN:** Se forman pequeñas gotas, que se juntan y crecen hasta que se vuelven demasiado pesadas y regresan a la tierra como precipitación en forma de lluvia, granizo o nieve que pueden acumularse en los casquetes polares y glaciares que almacenan el agua congelada durante miles de años. En climas más cálidos, los bloques de nieve a menudo se descongelan y se derriten cuando llega la primavera y el agua derretida fluye por la tierra. La mayor parte de la precipitación cae sobre los océanos o la tierra, donde, debido a la gravedad, fluye sobre la superficie.

**ESCORRENTÍA:** Parte de la lluvia que llega al suelo pasa a las corrientes de agua y a los ríos, que a su vez la transportan hasta el mar.

**INFILTRACIÓN:** Parte del agua caída al suelo se filtra al subsuelo y pasa a formar parte de las aguas subterráneas, que se acumulan y almacenan cantidades enormes de agua dulce durante períodos largos del tiempo rellenando acuíferos (capas subterráneas del suelo con agua). Algunas infiltraciones permanecen cerca de la superficie de la tierra y pueden emerger, acabando como agua superficial (y oceánica).

Con el tiempo, el agua sigue fluyendo, para entrar de nuevo en el océano, renovándose el ciclo.

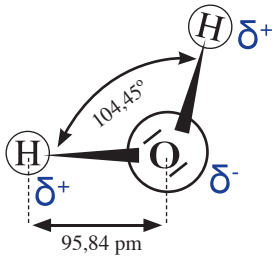


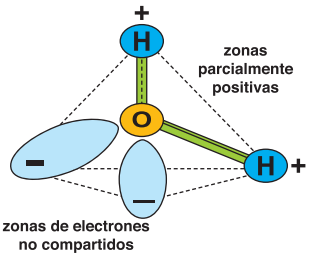
# ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL AGUA

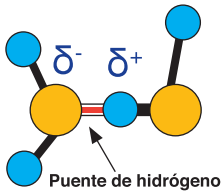
Henry Cavendish descubrió en 1781 que el agua era una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba desde la Antigüedad. La interpretación de dicho descubrimiento fue desarrollado por Lavoisier dando a conocer que el agua era un compuesto formado por oxígeno e hidrógeno.

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno (H) unidos a un átomo de oxígeno (O) por medio de dos enlaces covalentes, siendo su fórmula química $H_20$.

El ángulo entre los enlaces H-O-H es de 104'5º. El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace.



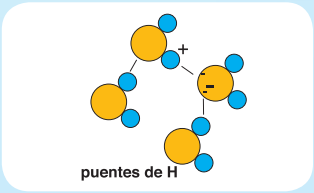




El resultado es que la molécula de agua:

- Presenta una carga total neutra (igual número de protones que de electrones), por tanto, no tiene propiedades ácidas ni básicas.
- Sus electrones están distribuidos asimétricamente.
- Es una molécula polar (dipolar) ya que, alrededor del oxígeno se concentra una densidad de carga negativa, mientras que los núcleos de hidrógeno quedan parcialmente desprovistos de sus electrones y manifiestan, por tanto, una densidad de carga positiva.
- Combina con ciertas sales para formar hidratos.
- Reacciona con los óxidos de metales formando ácidos.
- Actúa como catalizador en muchas reacciones químicas.

Se forman enlaces por puentes de hidrógeno; la carga parcial negativa del oxígeno de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los átomos de hidrógeno de otras moléculas adyacentes.

Aunque son uniones débiles, el hecho de que alrededor de cada molécula de agua se dispongan otras cuatro moléculas unidas por puentes de hidrógeno permite que se forme en el agua (líquida o sólida) una estructura de tipo reticular, responsable en gran parte de su comportamiento raro y de la peculiaridad de sus propiedades fisicoquímicas.




## PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

A temperatura ambiente es líquida, inodora, insípida e incolora, aunque adquiere una leve tonalidad azul en grandes masas, debido a la refracción de la luz al atravesarla, ya que absorbe con mayor facilidad las longitudes de onda larga (rojo, naranja y amarillo) que las longitudes de onda corta (azul, violeta).

**¿SABÍAS QUE...**

**... existen "catadores" de agua?**

**Los probadores de agua son unos profesionales poco conocidos que se dedican a probar el agua para valorar sus características de color, olor y sabor.**

Es el único compuesto que puede estar en los tres estados (sólido, líquido y gaseoso) a las temperaturas que se dan en la Tierra.

A una temperatura de 0° C se produce la congelación y el agua se convierte en nieve o hielo, con lo cual se expande, aumentando de volumen. Como la densidad del hielo es menor que la densidad del agua, el hielo flota sobre el agua líquida.

• **Densidad:** La del agua líquida es muy estable y varía poco con los cambios de temperatura y presión.

Es máxima a una temperatura de 4 ºC (1g/cm$^3$). Esta característica es especialmente importante en la naturaleza ya que hace posible el mantenimiento de la vida en medios acuáticos, sometidos a condiciones exteriores de bajas temperaturas, porque sólo se congela la parte superficial del agua.

El agua por sí misma no posee una forma definida, por eso toma la forma del recipiente que la contiene.

• **Acción disolvente:** El agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella**.** Aunque presenta algunas excepciones.

• **Elevada fuerza de cohesión:** Es la propiedad con la que las moléculas de agua se atraen a sí mismas formando las gotas y permite que el agua se mantenga líquida a temperaturas no extremas.

Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incompresible, con lo cual, puede funcionar en algunos animales como un esqueleto hidrostático.

• **Adhesión:** El agua generalmente es atraída y se mantiene adherida a otras superficies, por eso el agua "moja".

• **Tensión superficial:** La superficie del líquido se comporta como una película capaz de alargarse y al mismo tiempo ofrecer cierta resistencia al intentar romperla, mantiene las moléculas unidas. Esta propiedad se observa en un vaso lleno que el agua llega más arriba del borde (0.25 cm) y contribuye a que algunos objetos muy ligeros floten en la superficie del agua, como sucede en algunos insectos e incluso, hay animales que corren sobre ella, como el basilisco.

• **Acción capilar:** Es la propiedad de ascenso, o descenso, de un líquido dentro de un tubo capilar.

• **Cristalización:** Es el proceso por el que el agua pasa de su estado líquido al sólido cuando la temperatura disminuye de forma constante.

El agua cristaliza en el sistema hexagonal.

• **Elevado calor específico:** Su capacidad calorífica es superior a la de cualquier otro líquido o sólido, siendo su calor específico de 1 cal/g, esto significa que una masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, sin experimentar apenas cambios de temperatura, que utiliza para romper los puentes de hidrógeno.

Esto permite que el citoplasma acuoso de la célula proteja de los cambios de temperatura y así se mantiene la temperatura corporal constante.

También tiene gran influencia en el clima porque las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre.

• **Elevado calor de vaporización y de fusión:** Para evaporar el agua, primero hay que romper los puentes y después dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de la fase líquida a la gaseosa.

Para evaporar un gramo de agua se precisan 540 calorías, a una temperatura de 20º C y 1 atmósfera de presión. Estas dos características inusuales permiten que el agua modere el clima de la tierra protegiendo de oscilaciones grandes en temperatura.

**SABÍAS QUE...**

**El agua fría no hierve más rápidamente que el agua caliente, pero el agua caliente se congela más deprisa que el agua fría.**

## FUNCIONES BIOLÓGICAS

Las principales funciones biológicas del agua, fuertemente relacionadas con las propiedades anteriormente descritas, son:

- Es un excelente disolvente de sustancias tóxicas y compuestos bipolares. Incluso moléculas biológicas no solubles (por ejemplo, lípidos) forman con el agua, dispersiones coloidales.
- Forma el medio acuoso donde se desarrollan todos los procesos metabólicos que tienen lugar en nuestro organismo.
- Permite la difusión, es decir el movimiento en su interior de partículas sueltas, constituyendo el principal transporte de muchas sustancias nutritivas, del oxígeno y de la comunicación celular.
- Es la encargada de retirar de nuestro cuerpo los residuos y productos de deshecho del metabolismo celular.
- Es un excelente termorregulador, es decir contribuye a regular la temperatura corporal mediante la evaporación del agua a través de la piel, permitiendo la vida de organismos en una amplia variedad de ambientes térmicos.
- Proporciona flexibilidad a los tejidos.

# LA IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LA VIDA

El agua es el compuesto químico más familiar para nosotros, forma parte de nuestra cultura, es el más abundante y el de mayor significación para nuestra vida. Su importancia reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que suceden en la naturaleza, en organismos vivos y en la industria tienen lugar entre sustancias disueltas en agua.

El agua líquida es **fundamental para la existencia de la vida**, ya que no se conoce ninguna forma de vida que tenga lugar en su ausencia completa.

Los seres humanos la utilizamos para beber, lavarnos, cocinar, obtener energía….

En las plantas entre el 75% y el 90% de su peso total es agua que interviene en el mantenimiento de la estructura celular, en la transpiración, en la fotosíntesis, etc.

Los mares y océanos son indispensables para la vida en este planeta y cumplen diversas funciones como son:

- Constituyen el hábitat de numerosas especies animales y vegetales.
- Forman un gran depósito de agua para todo el planeta.
- Ayudan a regular los diferentes climas del planeta.
- Son lugares de ocio y medio de transporte de todo tipo de mercancías.

## EL AGUA MODELADOR DEL PAISAJE

Es muy importante en la determinación de los distintos tipos de clima de la Tierra que junto con otras características determinan ambientes y paisajes que han sido modeladas a lo largo del tiempo.

El agua puede actuar en la meteorización, como agente erosivo, como agente transportador de materiales y puede favorecer la sedimentación.

El agua, como agente modelador del paisaje, puede actuar de muy diversas formas:

- Aguas salvajes
- Torrentes
- Ríos
- Glaciares
- Aguas subterráneas o de infiltración
- Aguas oceánicas

Por tanto, es el agente con mayor actividad geológica externa y el más importante.

## BENEFICIOS DE TOMAR AGUA

El organismo pierde agua por distintas vías, éste agua ha de ser recuperada con la ingesta y se evita así la deshidratación. Necesitamos unos 3 litros de agua al día, de los que la mitad aproximadamente los obtenemos de los alimentos y la otra mitad debemos conseguirlos bebiendo agua.

El cuerpo humano tiene un 75 % de agua al nacer y cerca del 60 % en la edad adulta.

No podemos estar sin beberla más de cinco o seis días sin poner en peligro nuestra vida.

El agua producida en la respiración celular se llama "agua metabólica" y es fundamental para los animales adaptados a condiciones desérticas, como los camellos o dromedarios, que pueden aguantar meses sin beber porque utilizan el agua producida al quemar la grasa acumulada en sus jorobas.

En los seres humanos, la producción de agua metabólica con una dieta normal es baja.

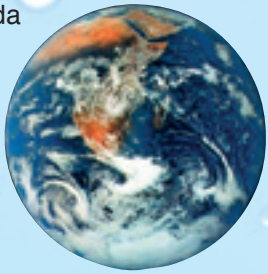
Los beneficios de beber agua son:

- Proporciona hidratación para un correcto funcionamiento del organismo.
- Tiene función depuradora, ya que limpia el organismo de las impurezas.
- El agua nos ayuda en la digestión, absorción y transporte de los nutrientes de las comidas.
- Controla la temperatura de nuestro cuerpo.
- Ayuda a mantener la belleza del cabello, las uñas y la piel, la cual perfectamente hidratada luce brillante, ya que se da una regeneración celular por medio de un soporte suficiente de minerales, nutrientes y por supuesto de oxígeno.
- Metaboliza la grasa acumulada, ayudando a perder peso.
- Beber mucha agua reduce la posibilidad de aparición de piedras en el riñón o ayudan a su disolución.

## ¿SABÍAS QUE...

**La falta de agua es la principal causa de la fatiga que sufren muchas personas durante el día. Algunas investigaciones indican que 8 a 10 vasos de agua por día pueden reducir el dolor de espalda y de articulaciones hasta el 80% de los casos y con tan sólo 5 vasos se reduce el riesgo de cáncer de colon un 45% y el riesgo de cáncer de vejiga un 50%.**

# DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL MUNDO



En la zona del planeta donde hay tierra emergida (zonas continentales) también podemos encontrar agua formando ríos, lagos, embalses, aguas subterráneas y en los polos de la Tierra y en las cumbres de las montañas podemos encontrar agua en su forma sólida. También existe agua en ciertas capas de la atmósfera, esta vez en forma de vapor de agua (gas), formando las nubes.

Esta parte se llama ***Hidrosfera Terrestre*** que constituye el sustento de la vida, sin agua no habría vida en este planeta.

Podemos darnos cuenta de que la mayor parte de la superficie terrestre está cubierta por agua ¿no deberíamos llamarlo Planeta Agua?

– Pero a pesar de la abundancia de agua en el planeta, no toda es utilizable.

- La mayor parte del agua de los océanos es agua salada, incluye sales minerales formadas por elementos como el sodio, potasio y cloro en diferentes concentraciones.

– El agua es un recurso renovable pero el suministro de agua dulce en la tierra es limitado, ya que sólo el 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible para uso humano.

- Ésta es primordialmente el agua que se encuentra en los lagos, ríos y a poca profundidad en el suelo, de donde puede extraerse sin mayor costo.
- Sólo esa cantidad de agua se renueva habitualmente con la lluvia y las nevadas y es, por tanto, un recurso sostenible.

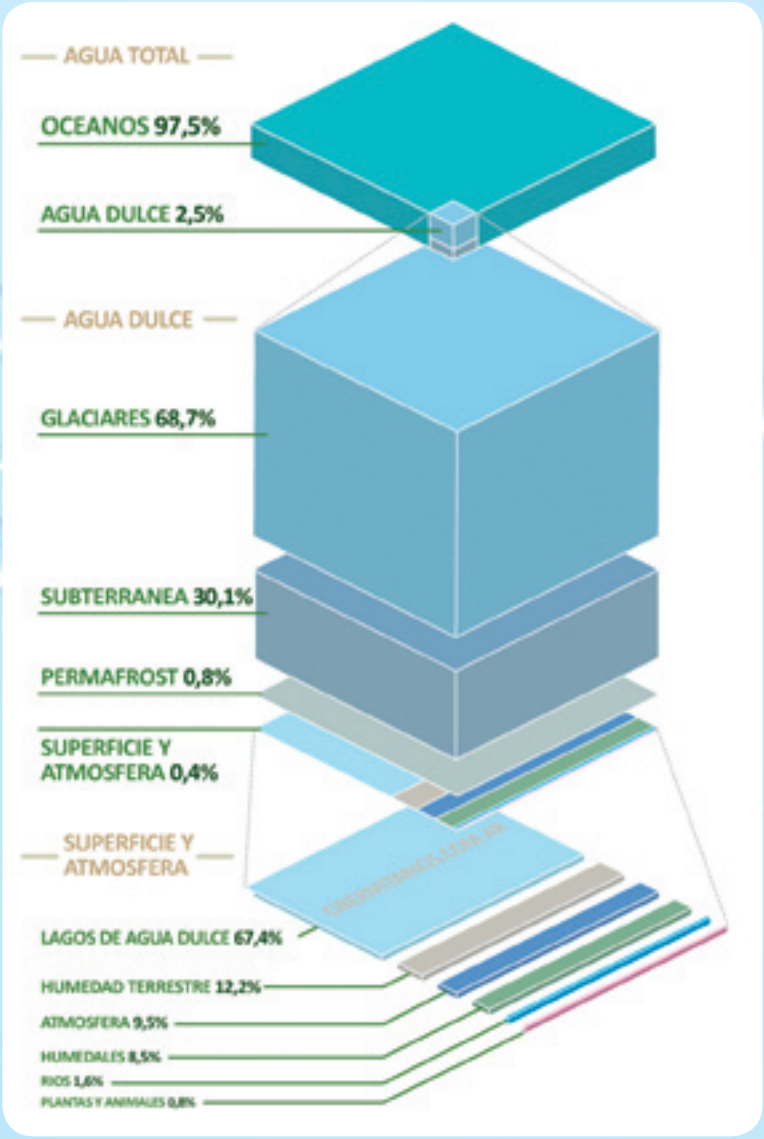
– En 1989 se disponía para consumo humano de unos 9.000 $m^3$ de agua dulce por persona.

– En 2000, a raíz del crecimiento de la población, esa cantidad bajó a unos 7.800 metros cúbicos por persona.

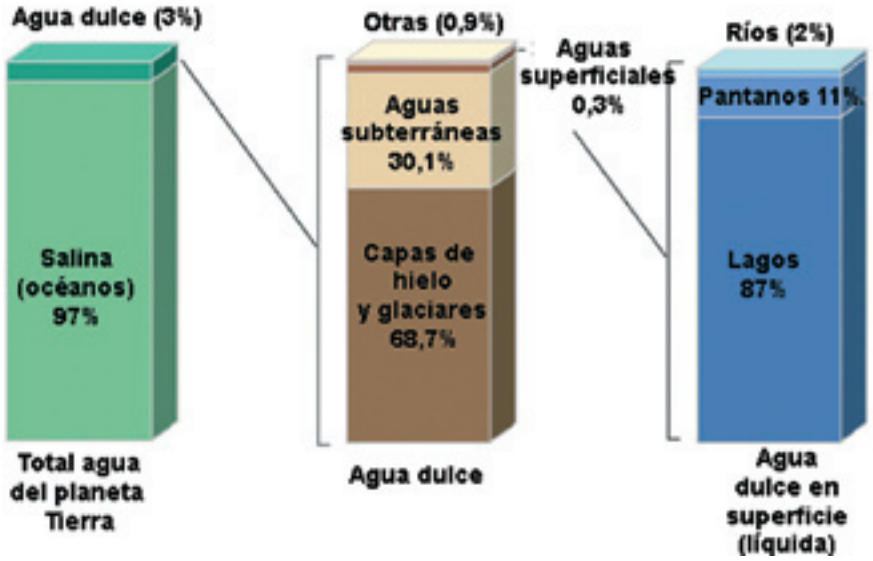
– Si la población del mundo llega a ser de más de 8.000 millones en 2025, como se prevé, la cantidad de agua será de sólo 5.100 $m^3$ por persona.

**El agua dulce mundialmente disponible no está equitativamente distribuida en el mundo, ni en todas las estaciones del año, ni de año a año.**

## DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL MUNDO




Fuente: WWAP 2006, basado en datos de Shklomanov y Rodda 2003




En la superficie de la Tierra hay unos 5.398.263.000 km³ de agua que se distribuyen de la siguiente forma:

- **1.320.000.000 km³ (97%) son agua de mar**
- **40.000.000 km³ (3%) son agua dulce**
  - · 25.000.000 km³ (1,8%) como hielo
  - · 13.000.000 km³ (0,96%) como agua subterránea
  - · 250.000 km³ (0,02%) en lagos y ríos
  - · 13.000 km³ (0,001%) como vapor de agua

# USOS DEL AGUA

## SABÍAS QUE...

**Los españoles hacemos un mal uso del agua. Los datos nos delatan: 2.325.000 de litros de agua es el consumo total que hace cada español durante un año. Mientras que la media mundial es de 1.240.000 litros por persona y año. Lo que significa que consumimos un 88% más que nuestros vecinos mundiales haciendo las mismas tareas.**

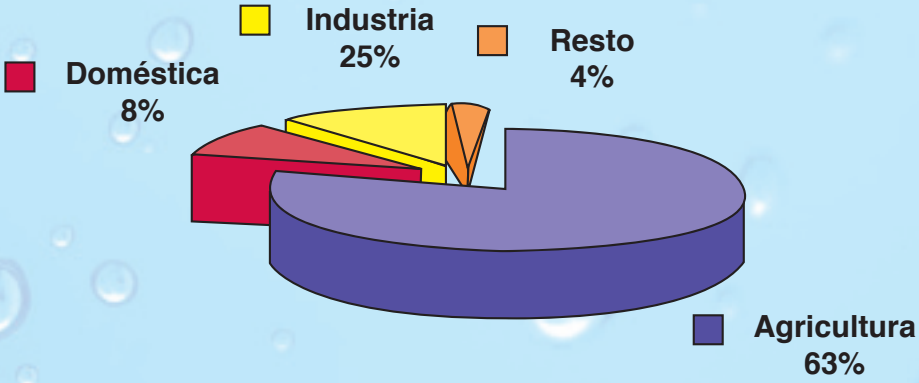
**Consumos desglosados por cada español: Según datos a 11 de octubre del 2008.**

- **105.000 litros en necesidades domésticas.**
- **1.251.000 litros en productos de agricultura.**
- **138.000 litros en productos y procesos industriales.**
- **671.000 litros en productos de agricultura importados.**
- **161.000 litros en productos y procesos industriales importados.**

En general, se pueden distinguir cuatro tipos de usos:

- Doméstico (alimentación, lavado, higiene), público (hospitales, colegios, limpieza de calles, fuentes públicas, riego de jardines).
- En la agricultura y ganadería.
- En la industria y los servicios.
- Resto (comunicaciones fluviales, deporte, ocio…)

## PRINCIPALES USOS DEL AGUA EN ESPAÑA



Se considera que, mundialmente, se dispone de 12.500 a 14.000 millones de metros cúbicos de agua por año para uso humano.

El uso que se hace del agua va en aumento en relación con la cantidad de agua disponible.

Los 6.000.000.000 de habitantes del planeta ya se han adueñado del 54% del agua dulce disponible en ríos, lagos y acuíferos subterráneos. En el 2025, el hombre consumirá el 70% del agua disponible.

Según el Instituto Nacional de Estadística: El consumo medio de agua de los hogares disminuyó un 2,9% durante el año 2005 y se sitúa en 166 litros por habitante y día.

Actualmente, el agua es motivo de preocupación tanto por su exceso, riadas e inundaciones, como por su falta y escasez.

El ser humano ha transformado el paisaje amoldándolo a sus necesidades y beneficios. Por ello ha desviado cauces de ríos para dar de beber a sus tierras y a su ganado, ha aprovechado su fuerza para obtener energía, la ha utilizado para fabricar productos y ha construido grandes infraestructuras como acueductos, pantanos y embalses, para poder abastecer de agua a poblaciones cada vez más numerosas

La disponibilidad de este recurso es crucial para el medio ambiente y para las economías.

En el año 2002 se aprobó la Observación General nº15 del Comité Económico y Social de las Naciones Unidas, dedicada al derecho al agua, en la que se establece los criterios para su disfrute y se cuantifican las necesidades básicas, es decir, el volumen mínimo de agua por persona que hay que garantizar de acuerdo con los siguientes cuatro criterios: suficiencia, salubridad, accesibilidad y asequibilidad.

## SABÍAS QUE...

- **Es un derecho humano disponer de un mínimo de 30 litros por persona y día.**
- **Al menos el 20% de la población mundial (1000 millones de personas) carece de acceso a agua potable.**
- **El 42% no tiene un grifo que abrir para su aseo personal, beber…**
- **El consumo en los países desarrollados supera, a veces, los 500 litros por persona y día.**

# CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la contaminación de las aguas dulces de la siguiente manera: *"Debe considerarse que un agua está polucionada, cuando su composición o su estado están alterados de tal modo que ya no reúnen las condiciones para las que se hubiera destinado en su estado natural".*

La OMS ha establecido, también, los límites máximos para la presencia de sustancias nocivas en el agua de consumo humano.

De acuerdo a la definición que da la OMS para la contaminación, debe considerarse también tanto las modificaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, que pueden hacer perder a ésta su potabilidad para el consumo diario o su utilización para actividades domésticas, industriales, agrícolas, etc., como, los cambios de temperatura provocados por emisiones de agua caliente (polución térmica).

La contaminación puede ser:

**- Natural:** Originada por restos animales, vegetales, minerales y sustancias gaseosas que se disuelven cuando el agua atraviesan diferentes terrenos.

El agua al caer con la lluvia arrastra impurezas y al circular por la superficie o a nivel de capas profundas, se le añaden otros contaminantes químicos, físicos o biológicos.

**- De origen humano:** Causada por los residuos que derivan del uso urbano, agrícola, ganadero, industrial…

## SABÍAS QUE...

**El 72 % de los ríos y lagos del mundo están contaminados por vertidos urbanos o industriales, por eso los vertidos son los principales causantes de la pérdida de calidad del medio hídrico.**

La incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para usarla.

Hay un gran número de contaminantes del agua que sobrepasan la capacidad de autodepuración de la naturaleza, que se pueden clasificar de muy diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en los siguientes ocho grupos:

**Microorganismos Patógenos**: Como bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas.

Es un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, siendo el número de bacterias coliformes presentes en el agua, que según la OMS recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.

**Desechos Orgánicos**: Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales (aguas residuales) que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas.

Si hay muchos desechos orgánicos, aumenta la cantidad de estas bacterias y el consumo de oxígeno es alto, con lo cual los peces y otros seres vivos ya no pueden vivir en estas aguas.

Buenos índices para medir esta contaminación son la cantidad de oxigeno disuelto (OD) en agua o la DBO (Demanda Biológica de oxigeno).

**Sustancias Químicas Inorgánicas**: Como los ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

En las áreas muy industrializadas, donde se emiten grandes cantidades de óxidos de azufre y de nitrógeno a la atmósfera, la lluvia puede ser entre 10 y 100 veces más ácida de lo normal, por eso se conoce como lluvia ácida. Esto genera grandes problemas en lagos, bosques e incluso edificaciones.

**Nutrientes Vegetales Inorgánicos**: Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando

estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

**Compuestos Orgánicos**: Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc..., acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas, difíciles de degradar por los microorganismos.

**Sedimentos y Materiales Suspendidos**: Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua.

La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos.

**Sustancias Radiactivas**: Los isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y a veces se pueden ir acumulando a los largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

**Contaminación Térmica**: El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva en ocasiones la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

## CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana.

- La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal.

  El presente en los fertilizantes derivados del lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones.

  También son peligrosas las sustancias inorgánicas, como el mercurio y el arsénico.

Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación y la mitad de las aguas embalsadas presentan problemas de **eutrofización**, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, por ejemplo con fertilizantes y produce:

- Crecimiento anormal de las plantas.
- También puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor y un acumulamiento de algas o verdín desagradable a la vista.
- Crecimiento denso de las plantas con raíces.
- El agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas.
- La acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos.
- Cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras.

Los ríos, por su capacidad de arrastre y el movimiento de las aguas, son capaces de soportar mayor cantidad de contaminantes.

- La presencia de tantos residuos domésticos, fertilizantes, pesticidas y desechos industriales altera la flora y fauna acuáticas. Además, las aguas adquieren una apariencia y olor desagradables.
- Los ríos constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable de las poblaciones humanas. Su contaminación limita la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida.

Al ser un recurso imprescindible para la vida humana y para el desarrollo socioeconómico, industrial y agrícola, una contaminación a partir de cierto nivel cuantitativo o cualitativo, puede plantear un problema de Salud Pública.

## SABÍAS QUE...

**-Se estima que el 88% de las enfermedades del mundo se deben a los abastecimientos de agua insalubre, la carencia de instalaciones de saneamiento y la falta de higiene.**

**-Cada 15 segundos muere un niño de alguna enfermedad causada por la falta de acceso al agua potable, el saneamiento inadecuado o la higiene precaria.**

**-La falta de agua es más letal que las guerras y mata cada día a 5.000 personas en el mundo, según Cruz Roja.**

**EN RESUMEN, LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA PRODUCE:**

- Reducción de la calidad y cantidad del agua disponible para el hombre.
- Disminución de la biodiversidad de nuestro planeta.
- Alteración del paisaje.
- Destrucción de recursos hídricos.
- Eliminación del poder autodepurador de los ríos.
- Propagación de enfermedades transmisibles vía fecal-oral, tasas de mortalidad infantil alta.
- Escasez de alimentos.
- Coste económico en el control sanitario.

## CASO PARTICULAR DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN NUESTRO ENTORNO POR ATRAZINA

La atrazina pura es un polvo blanco sin olor, no muy volátil, reactivo o inflamable. Su fórmula química es $C_8H_{14}ClN_5$ y su masa molecular de 215,7 g/mol.

Es un herbicida artificial organoclorado utilizado para controlar el crecimiento de malas hierbas en la agricultura, inhibiendo su proceso fotosintético.

Actualmente, su uso está prohibido.

**CONSECUENCIAS**

- Efecto tóxico sobre la persona en el sistema central y renal.
- No está clasificado como compuesto cancerígeno.
- La absorción por la piel es poco probable, pero si es por ingestión.
- En los animales provoca problemas respiratorios, anemia y reducción de su vida media.
  Este compuesto está clasificado como peligroso para el medio ambiente y muy tóxico para los organismos acuáticos, no obstante para las aves el nivel de toxicidad es bastante escaso.
- Tiene un bajo nivel de bioacumulación en peces.
- En el aire, puede ser degradada por reacciones con sustancias químicas.
- No se acumula en la cadena alimentaria.
- Es altamente persistente en el suelo, por su alta resistencia a la transformación físico-química, lo que puede provocar lixiviaciones y contaminación de las aguas subterráneas cercanas.
  En un suelo con un pH 7-9 es estable (tiempo de vida media 10.000 días).

**SOLUCIÓN**

Los filtros de carbón activo son adecuados para la eliminación de cloro y compuestos clorados, reducción de pesticidas y todo tipo de insecticidas, compuestos orgánicos así como la eliminación de olores y sabores extraños del agua.

Estos filtros mediante la adsorción con carbón activado retiran del agua las sustancias solubles consiguiendo que las sustancias pasen a través de los microporos, separando y reteniendo en la superficie interna de los gránulos los compuestos más pesados.

El carbón activado es un carbón vegetal que gracias a los millones de pequeñísimos poros entre sus átomos, lo convierten un material altamente absorbente. Se compone en un 75-80% de carbono y un 5-10% de cenizas.

Actualmente, hay procesos avanzados de oxidación que se basan en procesos físicos-químicos capaces de producir cambios en la estructura química de los contaminantes, mediante fotocatálisis (proceso que se basa en la absorción directa o indirecta de energía radiante por un sólido).

# IMPACTOS AMBIENTALES DE UNA MALA GESTIÓN DEL AGUA

Un mal uso y gestión del agua conlleva diversas consecuencias que afectan y repercuten sobre la calidad del recurso. Según Greenpeace, en España, estos impactos pueden dividirse en once:

**1. Falta de depuración de las aguas residuales,** amenazas de contaminación para nuestros cauces y acuíferos. Es alarmante, ya que cientos de municipios de nuestra geografía carecen de su propia depuradora.

**2. Impacto sobre el modelo agro-alimentario**.

**3. Contaminación química del agua,** los ríos no sólo dejan de ser una fuente de vida, el agua que llevan deja de ser un recurso.

**4. Impactos del modelo energético en la calidad del agua**. Las grandes centrales energéticas que utilizan grandes cantidades de agua. .

**5. Turismo y consumo de agua,** es la causa principal de la pérdida de es-

pacios costeros, de la degradación y agotamiento de los acuíferos y humedales del litoral por sobreexplotación.

**6. La proliferación de campos de golf** presenta un consumo alto de agua.

**7. Sequía, desertificación y cambio climático.** España es uno de los países más áridos de Europa.

**8. La destrucción de la vegetación de Ribera:** ésta tiene una función fundamental en el mantenimiento de la forma y estabilidad de los cauces, en la contención y minimización de los efectos de las avenidas, en la calidad de las aguas o en la cantidad y calidad de la flora y fauna que viven en el medio acuático.

**9. Impactos sobre los peces.**

**10. Alteraciones en los ecosistemas por la escasez de agua aportada por los ríos.**

**11. La desalación.** Este proceso genera una serie de subproductos entre los que se encuentran las salmueras que pueden provocar daños y prejuicios a los fondos marinos tras ser vertidos al mar.

### SOLUCIONES EN LA GESTIÓN DEL AGUA

- Explotación sostenible de los recursos hídricos (ríos, acuíferos…)
- Adecuada protección y utilización de sistemas de captación del agua.
- Potabilización adecuada de las aguas.
- Consumo responsable en la utilización del agua.
- Depuración adecuada de las aguas.
- Vertido de aguas de buena calidad a mares, ríos.

# CALIDAD DEL AGUA

El término calidad incluye la contaminación (grado de toxicidad de los diferentes vertidos), el estado ecológico de las aguas superficiales (la buena salud del ecosistema y su capacidad de regeneración) y el estado químico de las aguas subterráneas.

## PARÁMETROS MÁS UTILIZADOS

Para medir la calidad se utilizan determinados parámetros o índices que nos permiten cuantificar el grado de alteración de sus características naturales teniendo en cuenta su uso, y se comparan los valores obtenidos con los que determina la normativa vigente.

Podemos clasificar los parámetros en físicos, químicos y biológicos:

**Parámetros de carácter físico:**

- Características organolépticas (color, olor y sabor)
- Turbidez y sólidos en suspensión.
- Temperatura
- Conductividad

**Parámetros de carácter químico:**

- Salinidad y dureza ($Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$)
- pH (las aguas naturales = 6,5-8,5, los océanos =8)
- Oxígeno disuelto
- Sustancias de carácter orgánico (materia orgánica)
- Sustancias de carácter inorgánico

**Parámetros de carácter radiactivo:**

- Radiaciones α y β totales
- Elementos individuales

**Parámetros de carácter microbiológico:**

- Bacterias indicadoras
- Microorganismos patógenos

También se analiza el **grado de toxicidad** por metales pesados, pesticidas, microorganismos patógenos, entre otros.

El término toxicidad se refiere al daño que puede producir en los seres vivos la presencia de determinados contaminantes en el agua, en concentraciones que den positivos los denominados test de toxicidad.

Se manifiesta de forma:

- Directa, en función de la dosis de especies tóxicas y su tiempo de acción.
- Indirecta, como resultado de la acumulación en los seres vivos (bioacumulación).

La evaluación de este parámetro se puede realizar por medida de la mortalidad de diferentes especies, en la actualidad destacan el método sobre microcrustáceos o de bacterias fotoluminiscentes.

La calidad también se puede medir utilizando **Bioindicadores (= indicadores biológicos)**

La nueva Directiva Marco de Aguas, introduce el concepto de "estado ecológico de las aguas" como parámetro para determinar el estado de calidad de un ecosistema acuático.

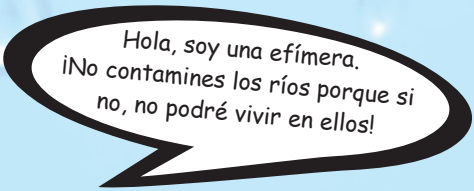
Es una de las novedades que incorpora la nueva legislación usando bioindicadores como organismos capaces de indicar el nivel de degradación o el buen estado de un ecosistema. Son organismos más o menos sensibles a los cambios en su entorno, y en función del nivel de tolerancia que tengan serán indicadores más o menos específicos de una determinada modificación, ya sea perjudicial o beneficiosa.

Las especies bioindicadoras deben ser, en general, abundantes, muy sensibles al medio de vida, fáciles y rápidas de identificar, bien estudiadas en su ecología y ciclo biológico y con poca movilidad.

## SABÍAS QUE...

**Buenos indicadores de las condiciones de los ríos son por ejemplo; mirlos acuáticos, libélulas, efímeras, macroinvertebrados bentónicos, caballitos del diablo, nutrias o las ranas comunes. Este tipo de animales necesitan unas aguas muy limpias. Si aparece algún mínimo elemento contaminante, que podría pasar desapercibido para los seres humanos, estos seres huyen del lugar.**

**Los líquenes son muy útiles para detectar por ejemplo la presencia de hidrocarburos, aceites, lluvia ácida, o en general, la presencia de metales pesados en la atmósfera, que acumulan en su interior.**



# USO RACIONAL DEL AGUA

Es un concepto incluido en una política general de gestión adecuada de los recursos naturales, asociada a un desarrollo sostenible que permita aprovechar el recurso agua al máximo y evitar su degradación, para no comprometer ni poner en riesgo su disponibilidad futura. Se aplica en cualquier proyecto de ingeniería, arquitectura, urbanismo y agricultura que esté concebido en el marco de la protección y conservación de los recursos naturales.

La contaminación del agua es el factor que más influye en la pérdida de recursos hídricos.

## SABÍAS QUE...

**La lucha contra la contaminación permitiría aumentar en mayor medida la disponibilidad de recursos que la construcción de embalses, canalizaciones o trasvases.**

El agua es tanto un derecho como una responsabilidad. Tiene un valor económico, social y ambiental, es un recurso escaso por lo tanto, la cantidad de agua realmente aprovechable es muy pequeña, y sometida además a numerosas fuentes de contaminación, por lo que debe ser utilizada racionalmente.

El precio que pagamos por el agua en España es muy bajo y de ahí el despilfarro.

Además, hay que tener en cuenta que España es el país más árido de la Unión Europea, con unos niveles de precipitación cercanos a los 684 milímetros por metro cuadrado de media.

### CONSUMOS DOMÉSTICOS

Lavadora ..... 100 litros/ciclo
Baño ..... 150 litros
Lavado coche ..... 80 litros
Descarga de inodoro ..... 10-15 litros

### CAUSAS FRECUENTES DE DESPILFARRO DE AGUA

Grifos e inodoros, el simple goteo a una gota por segundo, representa una pérdida de 30 litros de agua al día, 10.000 litros en un año.

En el inodoro se pierden 200.000 litros al año debido a fugas no detectadas.

Si el inodoro se usa como papelera provoca sobrecargas en las depuradoras de aguas residuales. Cada vez que se descarga una cisterna para utilizarla como papelera se pierden 10 litros de agua.

Una familia formada por tres personas gasta unos 210.000 litros al año. Ya que el consumo diario por habitante en España es de 200 litros o más, cifra que podría reducirse fácilmente a 100-200 litros, adoptando buenos hábitos de ahorro de agua y sistemas de vigilancia de las instalaciones.

## MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y AHORRO DE AGUA

**Generales**

**1.** Cierra levemente la llave de paso de la vivienda, no apreciarás la diferencia y ahorrarás una gran cantidad de agua al día .Si te vas de viaje, cierra la llave de paso del agua de tu vivienda.

**2.** Repara los grifos o ducha que gotean o sustitúyelos por sistemas monomando. Ahorrarás una media de 170 litros de agua al mes. Pon dispositivos de ahorro.

**3.** Comunica las fugas de agua a la Empresa Municipal de Abastecimiento de Agua.

**4.** Utiliza siempre el sentido común y no desperdicie una gota de agua.

**Uso sanitario**

**1.** Cuando te laves los dientes, utiliza un vaso. No dejes el grifo abierto. Llena moderadamente el lavabo para lavarte la cara, las manos o afeitarte.

**2.** No uses el inodoro como cubo de basura, coloca una papelera. Ahorrarás de 6 a 12 litros cada vez.

**3.** Instala una cisterna de doble pulsador. Reducirás a la mitad el consumo de agua. Existen sanitarios de bajo consumo que emplean seis litros y disponen de un dispositivo de retención de vaciado.

**4.** Dúchate en vez de bañarte y cierra el grifo mientras te enjabonas. Ahorrarás una media de 150 litros cada vez.

**5.** Mientras esperas a que salga del grifo agua caliente podemos llenar un recipiente con el agua fría, que lo podemos utilizar, por ejemplo, para meter en la nevera en una jarra o para regar las macetas.

**Limpieza**

**1.** Utiliza la lavadora y el lavavajillas con la carga completa y el programa adecuado. Cuando lavas a mano consumes un 40% más de agua.

**2.** Remoja y enjabona los cubiertos de una vez. No dejes correr el agua mientras los friegas y abre el agua para el aclarado final.

**3**. A la hora de descongelar alimentos, evita hacerlo poniéndolos bajo el chorro del agua.

**4.** Lava las verduras y frutas en un recipiente. Si lo haces en un fregadero, usa un tapón.

**5.** No utilices el chorro de agua para arrastrar restos en el fregadero. Recógelos y échalos al cubo de la basura.

**Jardinería**

**1.** Riega tus plantas y el jardín al anochecer o amanecer. Utiliza sistemas de riego automáticos, por goteo.

**2.** Reduce el uso del agua sembrando árboles y plantas autóctonos, resistentes a sequías. Es conveniente evitar grandes superficies de césped ya que consumen gran cantidad de agua. Como opción se pueden plantar arbustos.

**3.** Riega las plantas sólo cuando sea necesario. Hazlo muy temprano o después de la caída del sol.

**4.** Si utilizas aspersores, ajusta los grados de giro para no mojar las zonas que no necesiten agua.

**5.** No cortes el césped al ras. La altura conveniente es de 5 a 8 centímetros. A esa altura las raíces se mantienen sanas, el suelo tiene sombra natural y retiene la humedad.

La utilización del agua en el riego es donde se producen las mayores ineficiencias. Las soluciones que pueden reducir el despilfarro del agua de las explotaciones agrarias son:

- Maximizar el aprovechamiento del riego con sistemas alternativos mediante el uso del riego gota a gota.
- Incorporar aspersores más eficientes.
- Identificación de las necesidades hídricas de las plantas cultivadas.
- Reutilizar el agua residual tratada.

Así, se reduce el despilfarro de agua hasta el 15%.

**Ocio y tiempo libre**

**1.** Si tenemos piscina lo mejor es cubrirla mientras no se utiliza, así reducimos su evaporación; si además la limpiamos una vez por semana no tendremos que cambiar el agua durante algunos años.

**2.** Se recomienda no lavar el coche con la manguera, es mucho mejor llevarlo al lavacoches.

## MEDIDAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Además debemos conseguir que el agua no llegue contaminada a la red de alcantarillado, de la siguiente forma:

**1.** No permitir que la gasolina, los aceites y otros líquidos nocivos se escapen y se mezclen con el agua.

**2.** No permitir el vertido de los residuos domésticos al agua.

**3.** No tirar productos químicos domésticos en el fregadero o sumidero.

**4.** Generar el mínimo posible de basuras.

**5.** En al lavado, utilizar la mínima cantidad de lejía y de detergente.

**6.** No tirar al retrete papeles, compresas, tampones, cigarrillos, etc.

**7.** En el jardín o en el huerto, evitar al máximo utilizar plaguicidas y otros elementos químicos.

**8.** Utilice las dosis justas de detergentes de lavadora y lavavajillas, geles, champús, etc. Esto también contribuye a contaminar menos el agua.

Fuente: Diputación de Zamora

## SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA

Instalar dispositivos ahorradores de agua es una de las medidas más eficaces que existen. Se pueden incorporar al mecanismo de los grifos o inodoros convencionales permitiendo un ahorro en el consumo. Como por ejemplo:

**1. REDUCTOR DE DUCHA:** Se instala en el cabezal de la ducha. Reduce de 100 a 50 litros la cantidad de agua necesaria en cada uso.

**2. AIREADORES o PERLIZADORES:** Dispositivos que se enroscan en la punta de los caños de los grifos. Incorporan aire al chorro de agua, con lo que se genera un ahorro de hasta el 40% del consumo.

**3. INTERRUPTORES DE DESCARGA:** Instalados en el inodoro, permiten al usuario elegir entre dos tipos de descarga de la cisterna (6-9 litros o 3-4 litros). Muchos de los nuevos inodoros incorporan ya este sistema en origen. Para descubrir las fugas ocultas, se coloca un colorante alimentario en la cisterna del inodoro. Si, al cabo de 15 minutos, hay restos de colorante en la taza, entonces existe una fuga.

**4. REDUCTORES DE GRIFO**: Instalados en los lavabos, impiden que el consumo de agua exceda de un tope establecido (8 litros por minuto frente a los 15 habituales).

**5. GRIFERÍA TERMOSTÁTICA:** Incorpora un selector de temperatura con una escala graduada. Se evita un despilfarro de hasta el 16%.

**6. LAVADORAS EFICIENTES:** Toman la cantidad de agua que necesitan para cada operación de lavado. Buscar el dato de consumo de agua en el etiquetado de las nuevas máquinas ayuda a tomar una decisión de compra acertada.

**7. RIEGO DE MULTIGOTEO**: Un tubo poroso y subterráneo humedece el terreno y evita la evaporación solar. Consigue un ahorro de agua de hasta el 90%.

**8. ELECTRÓLISIS SALINA:** Es un sistema de desinfección del agua más ecológico para la piscina. Agua útil durante cinco años, excepto la renovación por evaporación y lavado de filtros.

# RECORRIDO DEL AGUA POR LA CIUDAD DE BENAVENTE

Primero comenzaremos conociendo un poco su medio natural.

## EL ENTORNO NATURAL DE BENAVENTE

Benavente está situada al norte de Zamora, en un altozano, con una altitud de 744 m sobre el nivel del mar y una superficie de 45 $Km^2$. La comarca está regada por los ríos Esla, Eria, Tera, Cea y Órbigo.

Se caracteriza por un clima mediterráneo continental dada la altitud del municipio y su lejanía del mar.

Los inviernos son muy fríos (con unas temperaturas inferiores a los 5°C) y los veranos muy calurosos (unos 25°C-31ºC).

La frecuencia de las heladas invernales es elevada, produciéndose incluso en primavera, con el consiguiente daño a la agricultura.

La pluviosidad a lo largo del año es bastante irregular, pero en los meses de julio y agosto es bastante escasa.

Su paisaje ha ido cambiando a lo largo de los años por la acción del hombre, mediante la agricultura, la ganadería, la industria y los cambios en las viviendas.

También, ha cambiado la explotación de los suelos, con un aumento en los regadíos y cultivos, con la consecuente disminución en la vegetación natural como son los bosques de ribera y encinares, pero se mantienen masas arboladas formadas principalmente por álamos, chopos, cipreses, fresnos y sauces y arbustos como brezo, retama, jaral, tomillar, ...

Además, son de destacar las importantes masas de álamo negro junto al borde oeste de la población, siguiendo el cauce del caño de los Molinos, constituyendo las áreas arboladas de mayor entidad que existen en las proximidades del casco urbano.

Los ríos de Benavente forman parte de la *cuenca hidrográfica del Duero*, siendo la extensión de la cuenca (Demarcación, según el nuevo lenguaje de la Directiva Marco de Aguas) la mayor de todas las peninsulares.

Esta cuenca es transfronteriza con 97.290 km$^2$ de superficie, el 81% pertenece a territorio español y el restante, a territorio portugués. Alcanza una longitud de 897 km, de los cuales 572 recorren España.

Además, en su tramo español, se extiende por siete comunidades autónomas. La mayor extensión corresponde a Castilla y León (98,32%), distribuyéndose el resto entre las Comunidades Autónomas de Galicia, Cantabria, La Rioja, Castilla-La Mancha, Extremadura y Madrid, que suponen todas ellas un porcentaje de tan sólo el 1,68%.

La cuenca del Duero es el territorio de máxima riqueza de vertebrados ibéricos, un foco de diversidad en el contexto de la Unión Europea, con 29 especies de peces fluviales, 18 anfibios, 31 reptiles, 210 aves reproductoras y 83 mamíferos.

Los porcentajes de presencia respecto al inventario ibérico son muy altos: el 42% de la ictiofauna fluvial, el 66% de los anfibios, el 75% de los reptiles, el 77% de las aves nidificantes y el 91% de los mamíferos.

Tiene 75 embalses con una capacidad de almacenamiento de 7.500 hm$^3$.

Presenta gran cantidad de ambientes palustres y semiáridos, pero estos lugares húmedos están muy ligados a la existencia de aguas subterráneas y presentan ecosistemas específicos que conforman hábitats de fauna y flora, como humedales.

Los ríos de la cuenca hidrográfica del Duero son: Adaja, Águeda, Arlanza, Arlanzón, Bernesga, Carrión, Cega, Duero, Eresma, Eria, Esla, Luna, Órbigo, Pisuerga, Támega, Tera y Tormes.

Las zonas de mayor interés natural dentro del municipio coinciden con los cauces fluviales del Órbigo, el Esla, el Tera y los diferentes arroyos y afluentes de la zona.

El río **Esla** es un afluente del Duero que nace en la Cordillera Cantábrica y tiene 286 km de recorrido, con caudal medio de 303 $m^3/s$ con aguas moderadamente mineralizadas, cruzando de norte a sur las provincias de León y Zamora. Es el afluente más caudaloso del río Duero.

Sus principales afluentes son: río Bernesga, río Cea, río Órbigo, río Porma, río Tera y río Aliste.

El río **Órbigo** nace de la unión del río Luna y el Omaña, al norte de León. Discurre por la provincia de León, Zamora y cede sus aguas al río Esla por debajo de Benavente, presenta una longitud de 162 Km y un caudal medio de 38.81 $m^3/s$. La ribera del Órbigo es rica en choperas.

Su ribera forma parte de los denominados **LIC** (Lugares de Importancia Comunitaria) y están protegidos según la reglamentación tanto estatal como comunitaria, constituyendo el paraje natural más notable del municipio. Está formado por árboles como fresnos de diferentes especies, sauces, también hay alguna nutria y peces como los ciprínidos (boga, bermejuela).

Río **Tera**. Nace en la Sierra de Vigo, en Galende (Zamora), por encima del Lago de Sanabria. Desemboca en el río Esla (Bretocino).

Río **Cea**. Es un cauce fluvial, catalogado como río, que discurre por las provincias de León, Valladolid y Zamora. Recorre la comarca de Tierra de Campos.

Río **Eria**. Es un cauce fluvial de las provincias de León y Zamora, que nace en los Montes del Teleno (León), afluente del río Órbigo donde desemboca en Manganeses de la Polvorosa (Zamora). Sus márgenes son limpios, con chopos y con abundante agua.

Pero en verano, al entrar en la comarca de Benavente, se muestra seco y pedregoso por falta del agua durante muchos años, sobre todo cuando la sequía es excesiva.

# CICLO DEL AGUA EN BENAVENTE

CAPTACIÓN DEL AGUA EN EL RÍO

VERTIDO DEL AGUA DEPURADA AL RÍO
(agua limpia pero no potable)

EDAR
(estación depuradora de aguas residuales)

SE PRODUCEN AGUAS SUCIAS Y SE RECOGEN EN EL ALCANTARILLADO

ETAP
(estación de tratamiento de agua potable)

Salida de agua potable

ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE EN DEPÓSITOS

RED DE DISTRIBUCIÓN A LA CIUDAD

USO DEL AGUA POTABLE PARA BEBER, LAVAR, FREGAR...

# PLANO DE BENAVENTE

# ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE BENAVENTE

Algo tan sencillo para nosotros como abrir el grifo y que salga por él agua limpia y apta para el consumo no es tarea sencilla para los 1.400 millones de personas que carecen de agua potable en el mundo, según datos de la ONU.

Disponer de agua potable de calidad en cantidad suficiente es una necesidad para nuestro adecuado desarrollo. Pero también lo es un uso solidario y eficiente de este bien escaso.

El abastecimiento de agua comprende una serie de fases:

1. **Captación**
2. **Potabilización**
3. **Almacenamiento**
4. **Distribución y transporte**
5. **Vigilancia y control**
6. **Usos urbanos**

## 1. CAPTACIÓN

Existen dos fuentes de suministro o captación de agua bruta, sin tratar, bien diferenciados.

• Captaciones superficiales: Estas captaciones se realizan en el río Órbigo en varios puntos del recorrido junto a la localidad de Sta. Cristina.

• Captaciones subterráneas (pozos): Se realizan a través de cuatro sondeos existentes en las inmediaciones de la ETAP (Estación de tratamiento de agua potable) con 60 m. de profundidad de media.

- Sondeo de la depuradora.
- Sondeo de las zarzas, ubicado a unos 50 m de la casa de aguas.
- Dos nuevos sondeos en el entorno de la ETAP.

El 60% de las captaciones del agua son superficiales y el 40% corresponde a las captaciones subterráneas. Estas captaciones suministran a la ciudad unos 5500 $m^3$/día de media.

En otras ciudades, cuando circula poca cantidad de agua por sus ríos la captación la realizan desde embalses y desde aguas subterráneas.

**SABÍAS QUE...**

**A la salida de los embalses, se puede instalar una central hidroeléctrica. Se basa en la transformación de la energía potencial en energía cinética por la diferencia de alturas en la conducción del agua. El caudal del agua mueve una turbina que genera energía mecánica, la cual se transforma en electricidad con el uso de un alternador.**

## 2. POTABILIZACIÓN

Las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (E.T.A.P.) son instalaciones que convierten el agua natural o bruta en agua potable, es decir en agua apta para el consumo humano y con garantía de calidad.

Están localizadas entre las instalaciones de captación de agua (embalses y pozos) y los depósitos y canalizaciones que la distribuirán por los hogares.

En Benavente, está situada en la Carretera que va hacia Sta. Cristina y presenta una cota más baja en relación al río Órbigo, por ello, en épocas de avenidas, las captaciones y la ETAP han llegado a inundarse.

La ETAP tiene como misión la eliminación de tres tipos principales de sustancias indeseables en el agua destinada al consumo humano:

- Materia mineral.
- Materiales orgánicos: fenoles, hidrocarburos, detergentes, residuos de pesticidas, etc.
- Contaminantes biológicos: microorganismos, como bacterias, protozoos, virus.

Pero también debe cumplir otra exigencia: ausencia de sabores, olores, colores o turbidez que provocarían el rechazo de los consumidores.

La potabilidad del agua se comprueba mediante análisis, tanto en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable, como en la red de distribución.

El proceso del tratamiento de las aguas se realiza mediante una serie de procesos encadenados, dependientes de las características del agua a tratar.

En general, en las tomas de río, y debido a la velocidad del agua, aumentan los arrastres de flotantes, sólidos, arenas, maleza, etc. Para evitar que estas impurezas entren en las conducciones y las dañen, se suelen colocar rejas de desbaste, tanto para gruesos, como para finos.

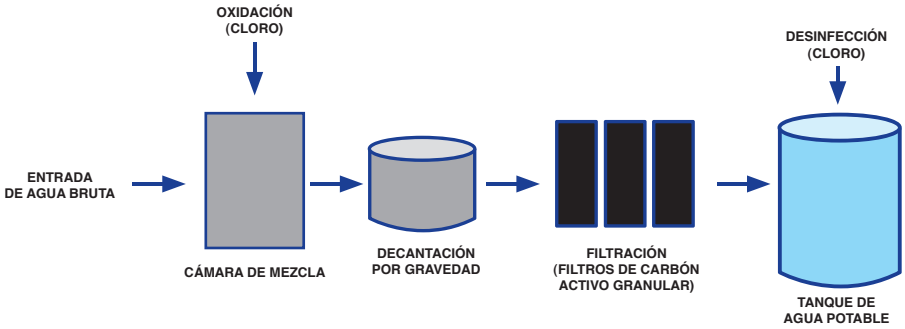
## OBRA DE LLEGADA Y PRETRATAMIENTO

La entrada de agua bruta en la planta, proveniente de la captación de los sondeos y del río, se produce en la obra de llegada y su función es la de homogenizar el agua que va a entrar en la planta.

Hay unos dispositivos mecánicos de desbastes (rejas), que retienen los arrastres (ramas, hojas, pequeños peces…) de la conducción del agua del río.

En la propia obra de llegada o cámara de mezcla, se puede iniciar la dosificación de reactivos. Por este motivo, se requiere una homogenización del agua que circula por la obra de llegada y para favorecerla se colocan agitadores mecánicos distribuidos uniformemente a lo largo de la cámara.

### ESQUEMA DE TRATAMIENTO DE LA E.T.A.P.




## OXIDACIÓN

Se introduce en la cámara de mezcla un agente químico oxidante que reacciona con las materias orgánicas e inorgánicas disueltas en el agua, susceptibles de ser eliminadas por oxidación. Los agentes oxidantes normalmente utilizados son aire atmosférico (por su contenido en oxígeno), cloro, dióxido de cloro, permanganato potásico, ozono y agua oxigenada, bien solos o en combinación.

En Benavente se utiliza hipoclorito sódico.

Los objetivos que se persiguen con la oxidación, son los siguientes:

- Eliminación de las sustancias que puedan venir disueltas en el agua, tanto minerales (Fe, Mn, etc,...), como orgánicas (ácidos, derivados amonio, etc,...).
- Eliminación de los olores y sabores, provocados por los compuestos orgánicos.
- Eliminación de organismos contaminantes en forma de gérmenes y patógenos causantes de enfermedades.

Cámara de mezcla

## COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

Mediante la adición de reactivos a la cámara de mezcla, como sulfato de alúmina o polielectrolitos y procesos de agitación rápida y lenta, se consiguen agrupar partículas muy pequeñas cargadas eléctricamente (coloides) y que, por su pequeño tamaño y carga no sedimentarían nunca y que de esta forma decantan al fondo por gravedad. Estas partículas son responsables, en gran medida, del color y la turbidez del agua.

En Benavente se adicionan estos reactivos cuando el agua está turbia, como puede suceder en épocas estivales, ya que el río Órbigo lleva menos agua y la concentración de partículas se hace más aparente.

## DECANTACIÓN

Como el agua circula a baja velocidad en el decantador, se separan por gravedad las partículas en suspensión que transporta el agua, consiguiendo un flujo de agua con la menor turbulencia posible, de manera que las partículas más densas decantan y sedimentan en el fondo. Las menos densas flotan y van a parar a la superficie, de donde se eliminan.

Decantador por gravedad

**FILTRADO SOBRE CARBÓN ACTIVO**

En el año 2005-2006 se modificó el proceso de tratamiento del agua adaptándolo a las instalaciones de la potabilizadora. Sin construir filtros nuevos, se sustituyó el lecho filtrante de arena silícea por carbón activo granular que es muy eficaz frente  herbicidas y otras sustancias químicas.

Estos tres filtros son muy absorbentes debido a su gran porosidad. Retiran del agua las sustancias solubles y así separa y retiene en la superficie interna de los poros los compuestos más pesados.

Este sistema ha mejorado las condiciones organolépticas del agua de consumo humano (olor, sabor, turbidez) y ha reducido notablemente el nivel de atrazinas, sin necesidad de emplear sustancias reactivas ni sistemas de ozonización lo que conllevaría un alto consumo energético de la  planta potabilizadora.

Filtros de carbón activo

Salida del agua de los filtros

### DESINFECCIÓN FINAL

En el depósito de regulación con una capacidad de 2000 m³ se eliminan los microorganismos que puedan sobrevivir tras los procesos anteriores y para ello se adiciona al agua una sustancia oxidante (hipoclorito sódico), que además garantiza la calidad del agua ante posibles contaminaciones accidentales, en su recorrido por la red de distribución.

## 3. ALMACENAMIENTO

El agua potable que sale de la ETAP se impulsa con bombas a los depósitos, dónde se almacena. Los depósitos están protegidos, bien conservados, limpios y se encuentran repartidos en los puntos más altos de la ciudad para reducir la instalación de estaciones de bombeo por Benavente.

Los depósitos elevados sirven para asegurar la distribución por gravedad de agua tratada desde el depósito de almacenamiento.

Actualmente existen tres depósitos de agua potable, con una capacidad total entorno a los 10.000 m³. Su localización es la siguiente:

- Dos depósitos subterráneos: uno situado en el paseo de la Mota con una capacidad de 1.000 m³ y el otro junto a la ETAP de 2.000 m³.
- Un depósito elevado situado en la carretera de La Coruña de 6.500 m³.
- El depósito elevado localizado en el barrio de San Isidro sólo se utiliza en situaciones especiales, por ejemplo, cuando se necesita más distribución de agua.

Depósito subterráneo de agua potable en la ETAP

## 4. RED DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE

Las redes de abastecimiento y suministro de agua deben tener las menores pérdidas posibles de agua y circular por el suelo a mayor altura que las redes de aguas residuales, para evitar su contaminación en caso de pérdidas de aguas sucias. Estas redes cuentan con más de 100 Km de distribución por toda la ciudad.

Las conducciones generales desde el depósito elevado a la red de distribución son dos tuberías, una de fundición de 300 mm de diámetro que suministra

al centro de la ciudad y otra de PVC de 315 mm de diámetro que suministra a los barrios y zonas altas. La mayor parte de la red de distribución es de fibrocemento, aunque existen tramos antiguos de hierro fundido y tramos recientes de PVC y PE.

El depósito subterráneo suministra a la zona baja (sur) de la ciudad.

Las zonas del depósito subterráneo y elevado se pueden independizar mediante unas válvulas situadas en el centro de la ciudad.

Normalmente, se abastece independientemente a ambas zonas desde cada depósito y así se puede dar más presión a la zona del subterráneo si fuera necesario a través del depósito elevado.

En los barrios alejados de la ciudad (Barrio de las Eras, Malvinas y Maragatos), debido a su cota topográfica y al estrecho diámetro de la red de distribución, han sido necesarios la instalación de unos hidropresores para conseguir una presión adecuada.

### 5. VIGILANCIA Y CONTROL

Se realizan análisis químicos y biológicos de diversos parámetros del agua para asegurar su calidad y potabilidad tanto a la salida de la planta como en diversos puntos de la red de abastecimiento, ya que debe cumplir con la calidad exigidas por las Autoridades Sanitarias en nuestro país, Unión Europea y Organización Mundial de la Salud.

**SABÍAS QUE...**

**Aquagest es la empresa concesionaria del servicio de aguas de Benavente.**

### 6. USOS URBANOS

El agua potable tiene muy diversos usos como doméstico, industrial, en tiendas, etc.

Cuando se ha utilizado el agua potable, ésta pasa a ser agua residual. Éstas son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales y se recoge en el alcantarillado. Esta red de tuberías de la ciudad, recoge las aguas sucias y el agua de la lluvia para conducirla a la estación depuradora.

**SABÍAS QUE...**

**Benavente consume diariamente 5.500 $m^3$ de agua de calidad y en verano el consumo se puede incrementar hasta los 7.500 $m^3$, destinándose cerca del 85% a consumo doméstico.**

## RECOGIDA DE AGUAS RESIDUALES POR EL ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado se compone de una red de tuberías, bombas y colectores que recogen y conducen las aguas residuales, por una longitud de 4220 metros, desde donde se originan hasta el lugar de su tratamiento.

Existen dos tipos de redes:

• Red unitaria: Por ella circula el agua residual y el de lluvia. A veces, los dos tipos de aguas se mezclan, ya que las aguas domésticas pueden diluirse con las aguas de lluvias.

En Benavente se da este tipo de red.

• Sistema separativo: Este sistema es más adecuado que el anterior, ya que las aguas residuales procedentes de los núcleos de población se dirigen a unos colectores para tratarse en la estación depuradora y el agua de lluvia va a una red que normalmente vierte sin tratamiento en una corriente de agua por medio de dos redes de tuberías.

## TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales domésticas, contaminadas por los usos urbanos e industriales, son recogidas por las redes de alcantarillado y saneamiento y deben ser depuradas en las llamadas Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), reduciendo la carga contaminante del vertido y convertirlo en inocuo para el medio ambiente.

Estas instalaciones reproducen e intensifican de manera artificial y controlada, en poco terreno y breve tiempo, los mecanismos de autodepuración natural del río. Así el agua se devuelve al río en las mejores condiciones posibles.

La variada composición de nuestras aguas residuales es la siguiente:

- Restos de nuestras necesidades fisiológicas (heces y orina).
- Restos de la preparación de alimentos (aceites, desperdicios...).
- Productos de limpieza e higiene (jabones, geles, champús, detergentes, limpiadores...).
- Todo lo que se tire por los desagües de casa.

También incorporan con frecuencia:

- Las aguas residuales de las industrias ubicadas en el interior de pueblos y ciudades.
- Las aguas de lluvia (pluviales) cuando llueve.

## TIPOS DE AGUAS RESIDUALES (según su origen)

Aguas residuales urbanas: Son aguas que proceden de la utilización del agua en los hogares, los locales comerciales y el servicio público.

Aguas residuales industriales: Estas aguas proceden de cualquier taller, negocio, fábrica, etc. en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. También son las aguas negras del personal laboral, y las aguas procedentes de la agricultura y la ganadería.

La contaminación es más difícil de eliminar que de las aguas urbanas, ya que son más contaminantes.

Aguas blandas o de lluvia: Son aguas de escasa contaminación procedentes de drenajes o de escorrentía superficial. Sus cargas contaminantes son las procedentes del agua de lluvia cuando atraviesa la atmósfera o del lavado de superficies y terrenos.

• Para lograr una depuración suficiente de las aguas residuales de **pequeñas comunidades** se utilizan otros métodos distintos de la EDAR, como pueden ser:

**Fosa séptica:** Este sistema de tratamiento funciona por decantación, al detener el agua residual en el tanque, como mínimo 24 horas lo que permite que se hundan los sedimentos y que flote la capa de impurezas.

Hasta el 50 % de los sólidos retenidos en el tanque se descomponen y la materia sólida restante se acumula en el tanque.

**Lecho bacteriano:** Se trata de un sistema biológico aerobio de cultivo fijado a un medio soporte o relleno, así el agua residual discurre transversalmente sin llegar a inundarlo y permitiendo que en los huecos del relleno haya el aire suficiente para la oxigenación de la biopelícula (capa de microorganismos que crecen adhiriéndose al material soporte) desarrollada para degradar la materia orgánica.

**Lagunaje:** Este sistema es un medio artificial (balsas, conducciones, etc.) para que se den, de forma controlada, los procesos autodepuradores que tienen lugar en la naturaleza, en ríos y en lagos.

Consiste en la depuración biológica en estanques de estabilización, es decir es un estanque excavado en la tierra que depura el agua residual que recoge; en él tienen lugar una serie de procesos:

- Permite absorber las variaciones de caudal del agua residual que llega a la laguna.
- Las partículas en suspensión sufren una sedimentación primaria.
- Los residuos orgánicos son eliminados por oxidación bacteriana aerobia (en la superficie del estanque) y digestión anaerobia (en las capas de agua más profundas).

El único inconveniente de estos procesos es la elevada superficie requerida y la necesidad de una impermeabilización que asegure la ausencia de infiltraciones y el daño por animales o plantas.

**Sistemas extensivos con macrófitos:** Los macrófitos son plantas acuáticas y estos sistemas son semejantes a los lagunajes en sus características.

**Filtros verdes:** Consisten en plantaciones de especies de crecimiento rápido (como el chopo) que se alimentan con los nutrientes procedentes de las aguas residuales y así eliminan gran parte de la carga contaminante.

Estos sistemas sólo deben aplicarse cuando se cumplan las garantías necesarias de calidad del suelo (permeabilidad y composición) y se asegure que no existen riesgos de contaminación.

**Fangos activados:** Se emplean bacterias que se desarrollan en un medio en continua agitación. La consecuencia es la formación de flóculos, estructura fundamental del lodo o fango activado.

Como ventajas tienen una demanda mínima de superficie, muy altos rendimientos de eliminación de la materia orgánica y los sólidos y la posibilidad de eliminar eficazmente compuestos como el nitrógeno e incluso el fósforo.

**Contactores biológicos rotativos:** El agua residual se hace pasar a través de unos tambores cilíndricos provistos de laminillas, lo que asegura una gran superficie de contacto entre las colonias bacterianas que crecen sobre las láminas y el agua contaminada. Los tambores giran continuamente, lo que asegura el conveniente aporte de oxigeno al proceso.

## ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE BENAVENTE (EDAR)

- La planta está diseñada para el tratamiento diario de 6500m$^3$ de agua residual, correspondiente a una población equivalente de 32500 habitantes.
  Se define población equivalente como el volumen de agua residual o la carga contaminante producida por una persona en una vivienda normal.
- Caudal máximo admisible: 542 m$^3$/hora.
- La depuración es un proceso muy costoso ya que requiere de unas instalaciones grandes y complejas.

### Compromisos adquiridos con la Unión Europea en materia de depuración de aguas residuales:

· Las poblaciones de más de 15.000 habitantes deben depurar sus aguas desde el 31 de diciembre de 2000.
· Las poblaciones de más de 2.000 (y menos de 15.000 habitantes) deben depurar sus aguas antes del 31 de diciembre de 2005.

Como Benavente presenta una población de más de 15.000 habitantes, desde el año 2006-2007 cuenta con una Estación depuradora de aguas residuales.

**¿Por qué necesitamos una E.D.A.R.?**

Cuando un vertido de agua residual sin tratar llega a un cauce produce varios efectos sobre él:

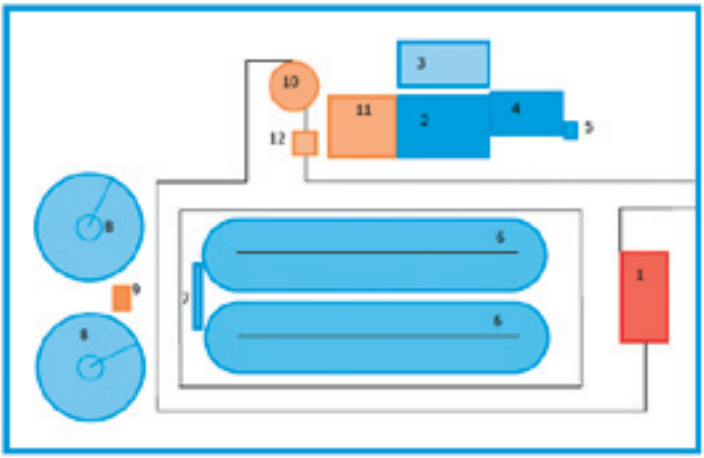
· Tapiza la vegetación de las riberas con residuos sólidos gruesos que lleva el agua residual, tales como plásticos, utensilios, restos de alimentos, etc.
· Acumulación de sólidos en suspensión sedimentables en fondo y orillas del cauce, tales como arenas y materia orgánica.
· Consumo del oxígeno disuelto que tiene el cauce por descomposición de la materia orgánica y compuestos amoniacales del agua residual.
· Formación de malos olores por agotamiento del oxígeno disuelto del cauce que no es capaz de recuperarse.

- Entrada en el cauce de grandes cantidades de microorganismos que pueden ser patógenos.
- Contaminación por compuestos químicos tóxicos o inhibidores de otros seres vivos (dependiendo de los vertidos industriales).
- Aumenta la eutrofización al portar grandes cantidades de fósforo y nitrógeno.

**¿En qué nos beneficia depurar el agua?**

- Protección del patrimonio ambiental, manteniendo ríos, lagos, mares, la vida de las plantas, los árboles, de animales….
- Asegurar una calidad de vida para los animales que viven dentro del agua.
- Reducción de la contaminación y así poder coger agua limpia de los ríos para poder beberla, después de potabilizarla.
- Recuperación de las márgenes del río.
- Gestión óptima de las aguas residuales de Benavente.
- Protección de la salud de las personas.

# PLANO DE LA PLANTA DE LA EDAR DE BENAVENTE




1. EDIFICIO DE CONTROL
2. EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO
3. TANQUE DE TORMENTAS
4. DESARENADO/DESENGRASADO
5. CANAL DE BY-PASS A TRATAMIENTO BIOLÓGICO
6. REACTOR BIOLÓGICO
7. REPARTO A DECANTACIÓN SECUNDARIA
8. DECANTACIÓN SECUNDARIA
9. BOMBEO DE FANGOS
10. ESPESADOR DE FANGOS
11. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS
12. TOLVA DE FANGOS

ESQUEMA GENERAL DE LA E.D.A.R.
OBRA DE LLEGADA
POZO DE GRUESOS
PREDESBASTE GRUESOS
DESBASTE FINO
DESARENADO DESENGRASADO
PRETRATAMIENTO
REACTOR BIOLÓGICO
DECANTACIÓN SECUNDARIA
bombeo de fangos
ESPESADOR
DESHIDRATACIÓN
TOLVA FANGOS
EL AGUA DEPURADA VA AL RÍO
L'inea de agua
L'inea de fangos

En la EDAR, existen dos líneas de trabajo:

**A. LÍNEA DE AGUA:** Es el conjunto de los procesos (primarios, secundarios, etc.) que depuran el agua propiamente dicha.

Comienza con el agua que entra a la depuradora y termina el agua vertida al río o al mar. En este caso, se vierte al río Esla.

**B. LÍNEA DE FANGOS:** Está formada por el conjunto de procesos a los que se somete a los fangos (lodos) que se han producido en la línea de agua.

En una planta depuradora también se generan, además de los lodos, otros residuos (arenas, grasas, objetos diversos separados en el pre-tratamiento y en el tratamiento primario) que deben ser eliminados adecuadamente. Estos residuos se gestionan a través del Centro de Tratamiento de Residuos (CTR) de Zamora.

### 1. EDIFICIO DE CONTROL

En la sala de control se visualizan en una gran pantalla todos los procesos que se realizan en la planta. Ante cualquier incidencia avisa con alarmas y botones luminosos a los técnicos.

En el laboratorio se realizan todos los análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos necesarios y requeridos por la Legislación para asegurar el correcto funcionamiento de la planta.

Las determinaciones analíticas que siempre se usan en una depuradora para conocer el grado de calidad de su tratamiento son, entre otras:

- **Sólidos en suspensión o materias en suspensión (MES):** Corresponden a las materias sólidas de tamaño superior a 1 micra independientemente de que su naturaleza sea orgánica o inorgánica.
- **D.B.O.5 (Demanda biológica o bioquímica del oxígeno):** Mide la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos del agua para estabilizar el agua residual en un periodo normalizado de 5 días. Cuanto más alto es el valor peor calidad tiene el agua.
- **D.Q.O. (Demanda Química de Oxígeno):** Es el oxígeno equivalente necesario para estabilizar la contaminación que tiene el agua, para ello se emplean oxidantes químicos.
- **Nitrógeno:** Las formas predominantes de nitrógeno en el agua residual son las amoniacales (amonio-amoniaco), nitrógeno orgánico, nitratos y nitritos.
- **Fósforo:** Como fósforo total o como ortofosfato disuelto.

## A. LÍNEA DE AGUA

### 2. EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

Una vez que el agua entra por gravedad en los colectores, se dirige a la obra de llegada para iniciar el pretratamiento, que consta de varias etapas.

- En el pozo de gruesos mediante una cuchara bivalva se recogen los residuos de mayor tamaño y se depositan en un remolque.

- Después se realiza el predesbaste con una reja de gruesos de 50 mm de paso.
- El desbaste fino se hace con tamices de 3 mm en dos líneas para separar plásticos, basura, pequeños objetos….
- La recogida de detritus se realiza en un tornillo-prensa.
- La eliminación de arenas y grasas se produce en el desarenado-desengrasado.

Al lado de este edificio hay una instalación de desodorización con carbón activo para eliminar los malos olores de las sustancias.

### 3. TANQUE DE TORMENTAS

Es un depósito con una capacidad de 578 $m^3$ dedicado a capturar y retener el agua de lluvia, sobre todo cuando hay precipitaciones muy intensas, ya que durante la primera fase del evento lluvioso (tiempo de retención de 20 minutos a caudal máximo) es donde se concentra la mayor parte de la contaminación, por ello resulta imprescindible conducir este agua hasta la estación depuradora.

Si la lluvia continúa, el agua sobrante se descarga directamente al cauce, quedando retenida su contaminación dentro del tanque de tormenta.

Por todo esto, se realiza una pre-depuración al evitar que las primeras aguas, que son las más contaminadas (aunque la lluvia esté muy limpia,

produce un lavado del asfalto), se viertan directamente a sistemas naturales acuáticos como por ejemplo, ríos, cuando realizan un proceso de depuración de aguas residuales, para que una vez descontaminada, el agua pueda ser vertida a corrientes de agua para su aprovechamiento posterior.

## 4. DESARENADO Y DESENGRASADO

Presenta dos líneas de 10 m de longitud, un clasificador de arenas tipo tornillo y un concentrador de grasas.

Los procesos físicos que se dan son:

• Desarenado: Las arenas se depositan por gravedad en el fondo de un compartimento.

• Desengrasado: Concentra en la superficie del agua las partículas en suspensión de baja densidad y así elimina las grasas, espumas y materias flotantes que podrían obstaculizar la posterior aireación del agua.

Las arenas y las grasas por separado, caen a un remolque.

Los procesos vistos hasta ahora son el pretratamiento y a continuación se realiza el tratamiento depurativo propiamente dicho.

## 5. CANAL DE BY-PASS PARA EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Este canal dirige los materiales orgánicos hacia el reactor biológico. Mediante un caudalímetro electromagnético se mide el caudal del agua la entrada y a la salida del reactor biológico.

## 6. REACTOR BIOLÓGICO

En este reactor se da el tratamiento secundario. En él se producen los fenómenos biológicos por los que crecen colonias de microorganismos (bacterias aerobias, protozoos…) que utilizan la materia orgánica presente en las aguas residuales para alimentarse y reproducirse. Así, se forman flóculos de biomasa o lodos activos a la vez que disminuye la contaminación.

Debe haber una adecuada aireación y agitación (mediante difusores o turbinas) que proporcione oxígeno a esas bacterias aerobias encargadas de digerir y eliminar la materia orgánica para que puedan crecer.

En Benavente este tratamiento biológico es de tipo carrusel, con dos líneas de depuración en oxidación prolongada con nitrificación-desnitrificación, así los compuestos nitrogenados de las aguas residuales se transforman en nitrato y éste en nitrógeno que forma parte de la composición de los lodos activos.

Todo este proceso dura aproximadamente entre 26-36 horas según la cantidad de materia orgánica a degradar.

### 7. REPARTO A DECANTACIÓN SECUNDARIA

A medida que crece la masa de microorganismos se forman masas de lodos que deberán ser separadas del agua depurada. Para ello, el agua es conducida a un decantador secundario.

### 8. DECANTACIÓN SECUNDARIA

En dos decantadores de tipo circular (20 m de diámetro) de rasquetas, los lodos o fangos son separados del agua, la cual sale por el borde exterior del decantador. Se observa que el agua está clara, limpia y depurada, con un 5 ó 10 % de la materia orgánica con la que entró y por tanto, se vierte al río Esla.

En otro tipo de depuradoras, además se realiza un **tratamiento primario**, consiste en decantadores primarios para que sedimenten por gravedad los sólidos en suspensión y un **tratamiento terciario**, mediante microfiltración o desinfección si el agua depurada contiene aún sustancias peligrosas.

Pero en Benavente no es necesario realizar estos tratamientos, con el pretatratamiento y el tratamiento secundario (biológico) es suficiente, ya que la carga industrial es baja y el agua depurada que se obtiene presenta la calidad exigida para que se pueda verter al río.

## B. LÍNEA DE FANGOS

### 9. BOMBEO DE FANGOS

El tratamiento de fangos es de vital importancia, pues generalmente los problemas de malos olores en la propia EDAR proceden de ahí.

Los fangos extraídos de los decantadores secundarios son bombeados de nuevo a la entrada del reactor biológico, para que los microorganismos que contienen los fangos se puedan volver a utilizar en él. Este proceso se llama “recirculación de fangos”.

### 10. ESPESADOR DE FANGOS

El fango en exceso procedente de los decantadores aún es prácticamente líquido, por ello es conducido a un espesador de gravedad de 9 m de diámetro. Así, los fangos se compactan en la parte inferior y el agua más clara se retira y se recircula a la cabecera del tratamiento.

### 11. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Se bombean los fangos espesados para someterles a una deshidratación mecánica. A los fangos se les añade polielectrolito para ayudar que se separen del agua y así, eliminar la humedad hasta el límite deseado. Este proceso se realiza por medio de dos centrífugas de 6 $m^3$/hora de caudal unitario para su secado.

### 12. TOLVA DE FANGOS

El fango deshidratado es almacenado en una tolva metálica de 25 $m^3$ para entregárselo a una empresa que lo reutiliza como abono agrícola en la provincia de Palencia.

**¿SABÍAS QUE...**

**Esta depuradora produce cada semana cerca de 25.000 K de fango.**

## EL FUTURO ABASTECIMIENTO DE AGUA EN BENAVENTE Y EN LOS MUNICIPIOS DEL VALLE DEL TERA

(Según la Ley de Aguas, la Ley 11/2005, de 22 de Junio del Plan Hidrológico Nacional, el programa A.G.U.A. y la Directiva Marco del Agua)

- Obtención de nuevas captaciones de agua al pie de la presa de Valparaíso, sobre el río Tera.

- Construcción de una E.D.A.R. con una capacidad de tratamiento de 1.500 metros cúbicos a la hora, un depósito regulador de 2.000 metros cúbicos y una red de distribución de más de 300 kilómetros de tuberías.

Se abastecerá a una población de 80.000 personas, el doble de los habitantes que viven en la actualidad en los municipios objeto de esta obra.

VENTAJAS:

-Certifica una calidad muy buena del agua.

-Asegura siempre el abastecimiento de agua, incluso en verano, a 86 núcleos de población.

-Permite la recuperación de los acuíferos ya que se acabará con multitud de captaciones subterráneas y no habrá riesgo de contaminación.

-Es un sistema que garantiza la sostenibilidad al utilizarse las aguas superficiales reguladas por un embalse en la cabecera de la cuenca del Tera.

# REUTILIZACIÓN DEL AGUA DEPURADA Y DE LOS LODOS TRATADOS

## RECUERDA QUE...

**A partir de la depuración de las aguas residuales se obtiene:**

**- agua depurada (aguas residuales tratadas)**
**- lodos**

En Benavente no se da, pero en otras ciudades se reutilizan las aguas depuradas y los lodos tratados en diferentes usos, veremos cuáles son:

La escasez de agua junto al aumento de la población constituye un problema de importancia. Por ello, ha obligado a reutilizar las aguas depuradas.

Su composición es la siguiente:

- Agua potable 99.9 %
- Sólidos 0.1 %
- Gases disueltos, como oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico.
- Bacterias, virus.

Aunque principalmente esté compuesta por agua potable, como totalmente no lo está, **no puede ser usada para el consumo humano**, para ello, debe pasar por el proceso de potabilización.

Los posibles usos de las aguas depuradas son:

• **Riego**: Primero, se deben conocer unos parámetros de calidad.

Las ventajas que aporta son:

- Representa una fuente constante y segura de agua.
- Es un aporte continuo de nutrientes para las plantas.
- Representa un ahorro en gastos de fertilización.
- Contribuye a la conservación de los recursos hídricos.

• **Usos recreativos**: Como estanques artificiales, riego de campos de golf, fuentes ornamentales, producción de nieve artificial, etc.

• **Recarga de acuíferos:** Se considera un mecanismo de almacenamiento y transmisión subterránea de agua regenerada.

• **Industria:** Como en procesos de refrigeración, calderas, así como en diferentes fases del procesos industriales.

En la actualidad, se reutilizan entre 400 y 450 hectómetros cúbicos sobre 3.400 hectómetros cúbicos de aguas depuradas. Con las actuaciones que pone en marcha el Ministerio de Medio Ambiente, esa cantidad se triplicará en

el horizonte del año 2015, cuando se llegarán a reutilizar 1.200 hectómetros cúbicos.

Los lodos se forman como resultado de la depuración del agua residual. Si se tratan, aportan principalmente componentes como son materia orgánica y nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio…).

La actual Ley dice que los lodos deben reutilizarse y reciclarse antes que eliminarlos en el vertedero y prohíbe el vertido de residuos que no hayan sido sometidos a un tratamiento previo. Así se protege a la naturaleza de su posible contaminación.

Los lodos se pueden obtener a partir de:

- **Fosas sépticas municipales:** No se forman lodos tratados, no pueden utilizarse y por tanto, se llevan al Centro de Tratamiento de residuos (CTR) para tratarlos y así, si se pueden usar.
- **E.D.A.R.:** Se forman lodos tratados y pueden usarse.

Los posibles usos de los lodos tratados son:

- Agricultura: Como abono, ya que aporta nutrientes para el crecimiento de las plantas y otros beneficios al suelo.
- Restauración de espacios naturales y recuperación de suelos.
- Construcción: Para la fabricación de ladrillos, hormigón.
- Biocombustible: Biogás.
- Pirólisis.

## LEGISLACIÓN

Los organismos municipales deben cumplir una serie de leyes en relación al agua y los lodos, algunas son:

**Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, derogada por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, aprobado el texto refundido de la Ley de Aguas:** Por la que se establece una regulación de las aguas en materia de administración, planificación, utilización, protección, obras hidráulicas, infracciones y sanciones.

**Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre:** Se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

**Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo:** Por el que se establecen las condiciones técnicas de los sistemas colectores, necesidades de tratamiento y requisitos de los vertidos.

**Decreto 151/1994 de 7 de julio:** Por el que se aprueba el Plan Director de Infraestructura Hidráulica Urbana: Esta Ley atribuye a los Ayuntamientos la responsabilidad de ejecutar y explotar la infraestructura de abastecimiento y de saneamiento de los núcleos urbanos. A veces, también colabora en la inversión la Junta de Castilla y León.

**El Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero:** Establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, asegurándose que sea apta en el punto de entrega para el consumidor.

**Real Decreto 1320/1990, de 29 de octubre:** Regula la utilización de los lodos de depuración.

**Real Decreto 1620/2007:** Que establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas y que permiten disponer del agua residual depurada como recurso alternativo, impulsado a su vez planes de reutilización y de uso más eficiente del recurso hídrico. Además, recoge los criterios de calidad mínimos obligatorios exigibles para la utilización de las aguas regeneradas según los usos.

# OTRAS FORMAS DE OBTENER AGUA

## AGUA POTABLE A PARTIR DEL AIRE

Un revolucionario invento es el Weatermill que consiste en un deshumificador que absorbe el excedente de humedad del aire para convertirla en agua potable. Su esterilizador de luz ultravioleta purifica el agua asegurándose de que se hayan eliminado todas las bacterias y toxinas.

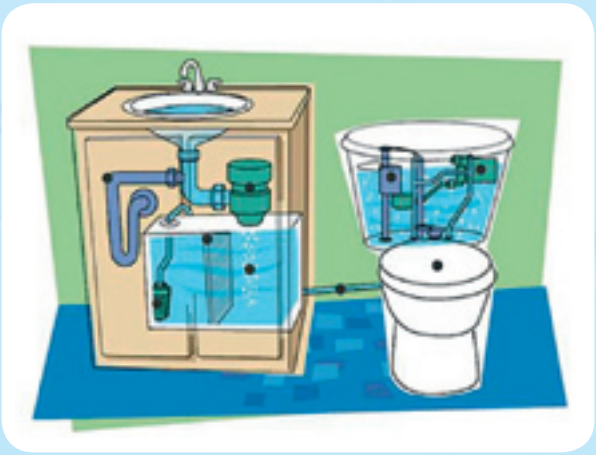
Jonathan Ritchey y Rick Howard lo han diseñado para una compañía norteamericana. Es capaz de producir 12 litros de agua al día y sería una solución para los problemas de agua potable en países pobres.

Fuente: *http://www.ecologiaverde.com/2008/10/02/agua-potable-a-partir-del-aire/*

## APROVECHAR EL AGUA DEL LAVABO PARA LLENAR EL VÁTER

El agua procedente del desagüe del lavabo se recoge, se filtra y se desinfecta y se conduce hasta la cisterna del váter.

Con éste sistema, ahorraríamos entre 7.000 y 30.000 litros de agua al año por hogar, una cifra para ahorrar dinero y ser más responsables con nuestro entorno.



## DESALADORAS

Es la solución más prometedora, pues involucra el descubrimiento de una nueva fuente de agua: a partir de agua salada extraer agua dulce. La desalinización promete convertirse en una alternativa muy eficiente que garantice el suministro de agua a millones de personas en todo el mundo en pocos años. Hoy día se estima que el 1% del agua potable en el mundo es ya producto de plantas desalinizadoras.

España es el cuarto país del mundo en producción de agua desalinizada, con un promedio de 1,5 millones de metros cúbicos diarios y se están construyendo muchas más, especialmente en las islas y el levante español (Murcia, Almería,...), ya que en el nuevo Plan Hidrológico Nacional se ha potenciado esta metodología con el fin de obtener agua para las zonas costeras.

Varios expertos citan diversas ventajas de estas instalaciones y aseguran que pueden contribuir de forma importante a resolver problemas tanto de escasez como de mala calidad de las aguas disponibles en algunas zonas.

Pero la gran mayoría de las desaladoras operativas en la España se encuentran paralizadas, o están trabajando al 10-20% de su capacidad por la posible influencia negativa que ocasionan al medio ambiente, puesto que el precio del agua desalada va a estar vinculado cada vez más al precio de la energía.

La otra modalidad de estas instalaciones son desaladoras de agua salobre, que existen en el interior de España, en regiones como Castilla-La Mancha.

En España, la primera desaladora se construyó en 1965 en Lanzarote (Canarias), con la tecnología de evaporación, que hoy apenas se utiliza.

En 1971, fue cuando vio la luz en España en Gran Canaria, la primera planta por ósmosis inversa, esto significa que se fuerza al agua a pasar por una membrana que deja pasar las pequeñas moléculas de agua, pero no los iones de sal.

Es un fenómeno que ya existe en la propia naturaleza, ya que es el proceso natural por el que cualquier vegetal absorbe sales del suelo.

Desalar el agua consiste precisamente en lo contrario: eliminar la sal del agua.

En Carboneras (Almería) está la mayor planta desalinizadora de Europa y ahorra el 80 % de la energía que consume gracias a la tecnología que tiene incorporada.

## OTRAS FORMAS DE SUMINISTRAR AGUA A ZONAS SECAS

Otros sistemas que se han ensayado o previsto para conseguir suministrar agua dulce en lugares que carecen de ella han sido tan variados como:

- Sembrar las nubes de un cierto tipo con productos como yoduro de plata que condensan las gotas de agua para provocar que llueva. Para ello, se utiliza una avioneta o desde el suelo por medio de generadores que funcionan como estufas o con cohetes de manera que el agua cristaliza formando copos de nieve que crecen y al llegar a un cierto peso precipitan como nieve o granizo de pequeño tamaño, fundiendo para dar lluvia a menores altitudes. El truco está en sembrar la nube en el momento y lugar adecuados.

-Trasladar icebergs hasta las costas de los países secos y ahí ir bombeando el agua que se va deshelando.

Pero ningún método de estos se ha conseguido poner en marcha a un precio adecuado.

Fuente: Publicado por Asociación Medioambiental en viernes, mayo 16, 2008

*http://aulanaturalxesta.blogspot.com/2008/05/reciclar-agua-de-lluvia-para-uso.html*

## LA NIEBLA Y EL ROCÍO TAMBIÉN SE APROVECHAN

Las condiciones extremas de algunos lugares de la Tierra han llevado a algunos investigadores a proponer soluciones insólitas.

Los denominados *captores de niebla* se basan en una fina red que se ubica en el aire húmedo. El agua se condensa en los filamentos y se recoge en recipientes para ser transportado mediante tuberías a los posibles usuarios. El sistema permite, por ejemplo, sacarle partido a zonas áridas y así se ha utilizado por ejemplo en Chile.

A pesar de ello, no han conseguido generalizarse por su alto coste, su fragilidad y sus necesidades de mantenimiento. Sin embargo, sus defensores sostienen que en algunos casos de escasez hídrica pueden resultar competitivos.

En este sentido, algunos científicos trabajan en proyectos para recolectar incluso el rocío en los desiertos, aprovechando la humedad de los vientos nocturnos.

## RECICLAR AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO

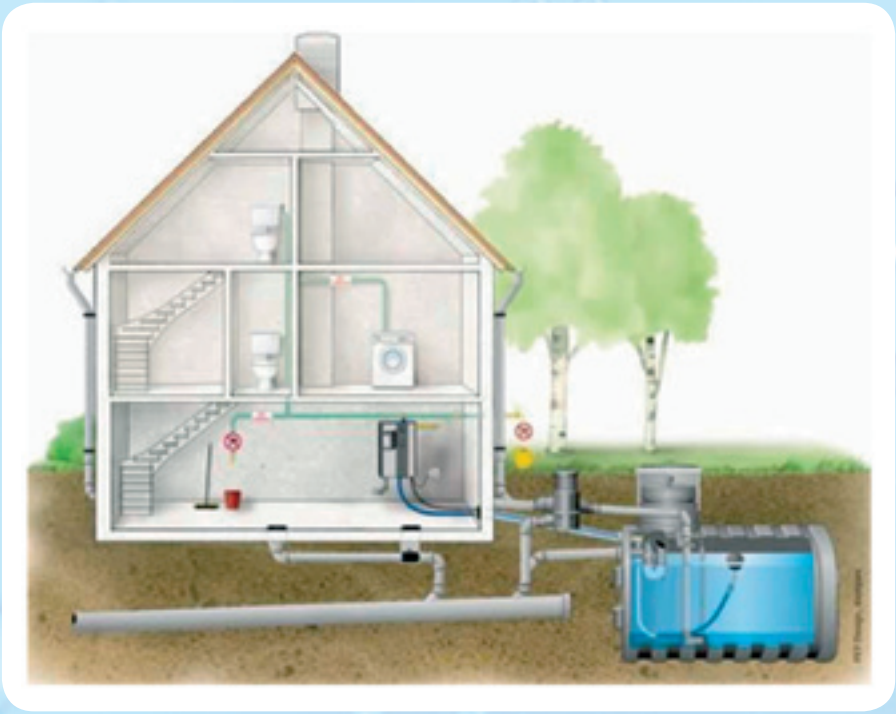
La sequía y la escasez de agua son uno de los problemas ambientales más preocupantes de España, por lo que los sistemas que aprovechan el agua de la lluvia comienzan a ser más que conocidos y rentables para el bolsillo y el medio ambiente.

La zona de Galicia es pionera y obligará a las nuevas viviendas a instalar estos sistemas que permiten ahorrar hasta un 50% de agua corriente.

Con una lluvia de 30 litros/$m^2$ y una superficie de recogida de 150 $m^2$, se puede obtener una reserva de 4.500 litros de agua.

Su funcionamiento, normalmente suele consistir en un contenedor subterráneo, de manera que no ocupa sitio en la vivienda y conserva mejor el agua. Cuando llueve, el agua del tejado se desplaza por unos canalones, se filtra, y se almacena en el tanque. Por su parte, en la vivienda se instala una red paralela a la del agua potable que suministra el agua mediante un equipo hidráulico. Algunos modelos incorporan unos sensores que dan prioridad a esta agua cuando detectan su presencia en el tanque.

Si el depósito se agota, el sistema enciende un control de abastecimiento que lo conecta automáticamente al agua de la red. Asimismo, en caso de querer utilizar el agua de lluvia para el jardín, se puede instalar un depósito específico y un pequeño filtro al bajante de agua del tejado.



# ¡Juguemos con el agua

## EXPERIMENTOS

Con esta serie de experimentos, algunos muy fáciles y otros de dificultad mayor, aprenderéis y os lo pasaréis muy bien.

### FILTRO LENTO DE ARENA

**MATERIAL:**

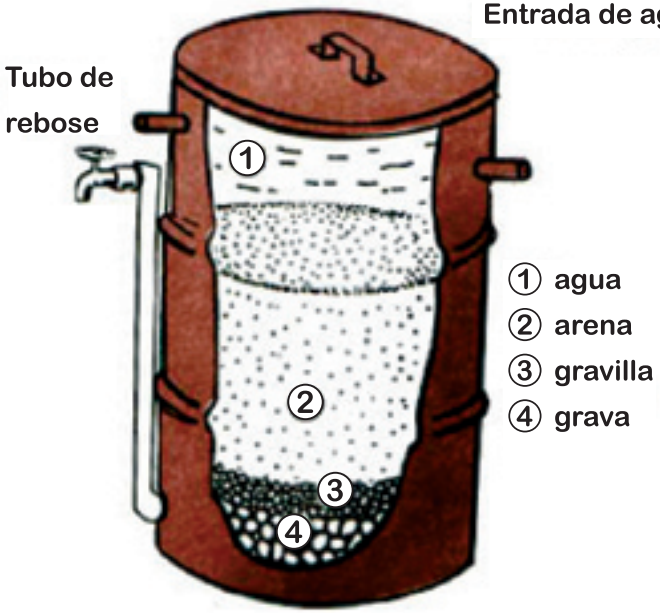
- Recipiente de agua bien sellado (200 litros o más pequeño)
- Una pequeña cantidad de grava o gravilla
- Arena lavada

**INSTRUCCIONES:**

Limpiar bien el recipiente desinfectándolo.

1. Se coloca en el fondo una capa de 5 cm. de grava limpia. La grava debe cubrir el orificio de salida del agua.

2. Luego se ponen 70-75 cm. de arena limpia, tiene que quedar un espacio de 10-15 cm. libre hasta la parte superior del recipiente.
3. El tubo de entrada de agua cruda pasa cerca de la parte superior del recipiente. Se coloca una piedra plana o plato pequeño debajo del chorro y por encima de la arena para evitar que ésta se perturbe.
4. Se colocan unas llaves simples en los tubos de entrada y de salida y una tapa en la parte superior del filtro. Este queda listo para filtrar un litro de agua por minuto.
5. El filtro no será efectivo hasta que la capa biológica quede formada, lo que tarda unos pocos días. La capa biológica es una capa muy delgada de algas y bacterias que es muy importante en el proceso de purificación.
   Los microorganismos degradan materia orgánica y la arena filtra partículas inorgánicas.
   Cuando el agua llega a la grava y al orificio de salida, materia orgánica, bacterias y larvas han sido eliminadas en más de un 99%, siempre que al filtro se le haya dado el mantenimiento adecuado.
   Si se nota que el agua fluye muy despacio por el orificio de salida se limpiará la capa biológica. Este tipo de mantenimiento hay que hacerlo cada cuatro semanas. La grava y la arena se cambian una o dos veces por año.



# ¿CÓMO LA NATURALEZA LIMPIA EL AGUA CONTAMINADA?

## OBJETIVO GENERAL:

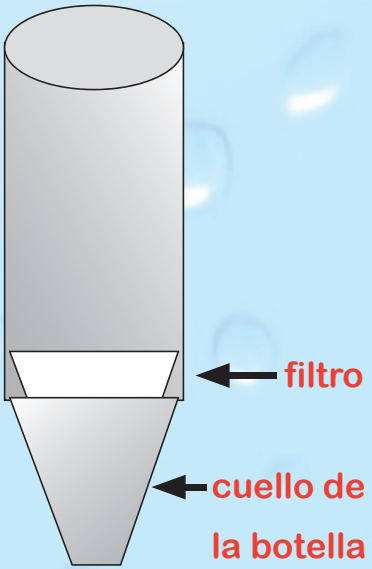
Mediante la elaboración de una mini depuradora que imita los procesos naturales de limpieza y filtración del agua observaremos que hace la naturaleza cuando el agua está contaminada.

## MATERIAL:

- Una botella de plástico de litro
- Arena de río
- Piedras pequeñas y piedras grandes
- Filtro de café
- Soporte

Procedimiento:

1. Cortamos el cuello de la botella.
2. En la parte inferior de la misma realizamos cuatro agujeros e introducimos el filtro.
3. El cuello de la botella se pega a esa parte inferior que tiene los agujeros, a modo de embudo y se coloca en un soporte con el cuello hacia abajo. Los materiales se introducen en este orden: arena de río, piedras pequeñas y piedras grandes.
5. Cogemos un recipiente con agua sucia y lo echamos por la parte superior de la botella y al atravesar los materiales observamos que el agua sale limpia.




Este es el proceso natural (véanse los ríos) de depuración del agua. Aunque no sea agua potable, el agua filtrada puede ser utilizada para otras necesidades como regar las plantas, fregar suelos o lavar el coche…

# CONSTRUCCIÓN DE UN PLUVIÓMETRO

Se trata de un aparato que nos permite saber la cantidad de agua caída.

Las precipitaciones: El vapor de agua presente en la atmósfera no se ve, de la misma manera que el aire, que tampoco se ve. La niebla no es más que una masa de gotitas microscópicas de agua que por su poco peso permanecen suspendidas en el aire. Y las nubes son como nieblas altas.

Cuando una nube sube se enfría, las gotas aumentan de tamaño hasta no poder permanecer suspendidas en el aire y entonces caen arrastrando a otras y haciéndose cada vez mayores.

La velocidad a la que las gotas llegan a la tierra es del orden de 30 km/h.

## MATERIAL:

- Una botella alta de plástico (con fondo plano y transparente)
- Un embudo de plástico
- Una regla

## PROCEDIMIENTO:

- Coged el embudo, y recortarlo para que tenga el mismo diámetro que el fondo de la botella. Después graduad la pared de la botella en milímetros.
- Coloca la parte superior de la botella, bocabajo, sobre la parte inferior y así formarán un embudo y el recipiente colector.
  El embudo dirigirá la lluvia hacia adentro de la botella y además evitará que se evapore.
- Instala tu pluviómetro lejos de árboles y edificios, es decir, ubicadlo en un sitio donde nada pueda obstaculizar el agua y trata de que quede fijo (para que no se caiga, enterrando un poco su base).
- Usa una regla para medir la cantidad de lluvia que cae en un tiempo determinado, ya que el volumen de agua llovido por unidad de superficie durante un día nos indica la intensidad de la lluvia.

La precipitación puede medirse en dos unidades: en litros por metro cuadrado ($L/m^2$) o en milímetros (mm). Ambas unidades son equivalentes,

pues los milímetros significan la altura de agua que se alcanzaría sobre una superficie impermeable de 1 metro cuadrado.

**1mm de precipitación equivale a: 1 $m^2$ x 0,001 m = 0,001 $m^3$ = 1 litro**

Nota: Para que nuestra medida sea más exacta, deberíamos tener en cuenta la superficie del embudo, de esta forma:

**1 mm = 0,1 cm = 0,1 X valor de la superficie del embudo expresado en $cm^3$ / superficie del embudo en $cm^2$**

Para calibrar correctamente el pluviómetro, véase:

*http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/globe/Calibracion_del_pluviometro.htm*

## CONSTRUCCIÓN DE UN "MINI "CICLO DEL AGUA

**MATERIALES:**

- Frasco
- Plantas
- Recipiente con agua
- Tierra
- Arena
- Piedrecitas

Pon en el interior del frasco una capa de piedrecitas.

Sobre ella, pon una capa de arena y, finalmente, una capa de tierra.

Entierra cuidadosamente las plantas en un lado del frasco.

En el otro, pon el recipiente con agua.

## CONDENSACIÓN Y LLUVIA EN EL LABORATORIO

**MATERIALES:**

- Una caja con plantas
- Una bandeja de metal
- Una tetera con agua
- Trozos de hielo

1. Coloca sobre una mesa una caja que contenga plantas.
2. A 35 o 40 cm. por encima de esta caja, coloca una bandeja de metal sostenida por un soporte. Sobre ella, pon los trozos de hielo.
3. Llena la tetera con agua y pon a un adulto a hervirla.
4. Cuando el agua esté hirviendo, instálala de modo que el vapor emergente llegue a la parte inferior de la bandeja (mira el dibujo).
5. Observa ahora qué sucede.

**Acabas de imitar el ciclo del agua en la Tierra**

La bandeja con hielos representa las capas elevadas de la atmósfera y también proporciona una superficie en la cual el vapor puede condensarse.

Cuando se unen varias gotas de agua, el peso las hace caer en forma de lluvia. Es lo que sucede bajo la bandeja: las gotas se juntan y llueve sobre el sembrado.

## EXPERIMENTEMOS CON LA DENSIDAD

**MATERIALES:**

- Dos botellas de plástico
- Agua fría
- Agua caliente
- Un trozo de cartulina
- Un bote de tinta azul o negra
- Cinta adhesiva

DESARROLLO:

1. Llenad una botella con agua fría y otra con agua caliente.
2. Mientras agitáis la botella de agua caliente, vais tirando gotas de tinta hasta que el agua se tiña.
3. Tapad la botella con un trozo cuadrado de cartulina y aguantadlo con la mano, mientras con la otra ponéis la botella hacia abajo.
4. Poned la botella de agua teñida sobre la botella de agua fría. Las dos bocas deben coincidir exactamente.
5. Con mucho cuidado, quitad la cartulina.
6. Unid las dos botellas con una cinta adhesiva, dadles la vuelta y observad.

CONCLUSIÓN:

El agua caliente pesa menos que el agua fría y flota. Es decir, cuando dais la vuelta a las botellas, el agua fría se hunde y hace subir la caliente.

Las corrientes marinas responden a este principio: el agua fría de los polos se hunde, crea un vacío y obliga al agua caliente proveniente de otros lugares a sustituirla.

## LA HORA DEL AGUA

La clepsidra es un reloj que funciona con agua. Fueron desarrolladas por los babilonios sobre el 1400 a.C. y fueron utilizadas por las civilizaciones americanas precolombinas, por griegos y por los egipcios.

Para construir una clepsidra necesitamos:

MATERIALES:

- Una botella de plástico de 1.5l
- Un cubo
- Un tubo pequeño de plástico
- Lámina de cartón pluma
- Plastilina
- Un rotulador para pintar sobre el plástico

DESARROLLO:

1. Hacemos un pequeño orificio en la base de la botella, justo un poco más grande que el diámetro del tubo.

2. Tras colocar la botella sobre una lámina de cartón pluma agujereada, tapamos el agujero de la botella con plastilina y lo atravesamos con el tubo. Debemos ir con cuidado para que el tubo no se obture de plastilina y quede bien fijado.
3. Colocamos el otro extremo del tubo dentro del cubo. El cubo debe estar situado más bajo que la botella.
4. Con el rotulador debemos hacer una señal en la parte superior de la botella y, después, llenarla de agua.
5. Cada 15 minutos debemos hacer una nueva marca y cada hora otra más grande.
6. Cuando esté vacía, podemos volver a llenarla y gracias a las marcas que hemos hecho, podemos saber el tiempo que ha pasado desde que se empezó a vaciar.

## CONSTRUCCIÓN DE UN MOLINO

A partir de un sencillo molino hidráulico el agua puede suministrar energía.

### MATERIALES:

- Un tapón de corcho
- Cuatro clavos
- Dos trozos de cordel de la misma longitud
- Cinco cucharitas de café de plástico
- Una barrena
- Un grifo

### DESARROLLO:

1. Unid la punta de un cordel a un clavo y clavadlo en un extremo del corcho. Haced lo mismo con el otro cordel.
2. Clavad un segundo clavo en cada costado, al lado del primero.
3. Meted las cinco cucharitas de plástico distribuidas regularmente en el corcho tal como se ve en el dibujo.
4. Haced dos agujeritos en el palito de helado con la barrena.
5. Haced pasar el extremo libre de los cordeles por cada uno de los orificios del palo y hacedle un nudo en el extremo.
6. Colocad este instrumento debajo del grifo del agua y observad lo que pasa. Cuando abráis el grifo, el corcho girará sobre si mismo y subirá, y cuando lo cerréis, bajará.

# HAGAMOS PAPEL RECICLADO

## MATERIALES:

- Marco de madera 1
- Marco de madera 2
- Tela de mosquitera
- Colador
- Grapadora y tijeras
- Trapos de algodón
- Papel de periódico
- Cubo de agua
- Una cuchara o un palo de madera para remover

## DESARROLLO:

1. Cortad el papel de periódico en tiras pequeñas. Meted las tiras en el cubo y añadid agua hasta cubrir el papel. Dejad que repose entre ocho y diez horas, hasta que se haya deshecho totalmente. No olvidéis remover la mezcla de vez en cuando y machacarla con la cuchara o el palo de madera. Si la pasta queda demasiado espesa, añadid un poco más de agua.
2. Recortad un trozo de tela de mosquitera y grapadla sobre el marco 1 procurando que quede muy tensa. Recortad lo que sobre.
3. Encajad los dos marcos e introducidlos dentro del cubo. Subidlos poco a poco para atrapar la pasta de papel. Aguantadlos en suspensión durante un minuto para que se escurra el exceso de agua.
4. Quitad el marco de madera 2 y colocad el marco 1 hacia abajo encima de un trapo. Pasad la palma de la mano para que se desenganche la hoja de papel que acabáis de hacer.
5. Cubridlo con un trapo de algodón y alternad hojas de papel recién hechas con trapos de algodón.
6. Una vez tengáis unos cuantos, cubridlos con papel de periódico seco y poned un peso encima.
7. Dejad secar las hojas de papel prensándolas.

# GLOSARIO

**Acuífero:** Es un estrato o formación geológica que almacena y por el que fluye el agua (circula agua a través de sus poros o grietas) permitiendo que pueda ser explotado en cantidades económicamente apreciables.

**Afluente:** Es todo el caudal recibido del río, hasta la proximidad de la EDAR, donde es recibida en la obra de llegada para enviarla al pozo de gruesos. También, es un arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro río principal.

**Agua destilada:** Es aquella cuya composición se basa en la unidad de moléculas de $H_2O$, se le han eliminado las impurezas e iones mediante la destilación. Éste es un método en desuso para la producción de agua pura a nivel industrial que separa los componentes líquidos de una mezcla. Este agua no es apta para el consumo.

**Agua pura:** Es el agua que es apta para la alimentación, bebida y uso doméstico, no contiene substancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo que la hagan peligrosa para la salud. Debe tener un sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, limpia y transparente.

**Aguas residuales o aguas negras:** Aguas procedentes de los hogares o de la industria que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales que se recogen y se transportan por el sistema de alcantarillado. El tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

Cuando las aguas residuales se depuran en las plantas de tratamiento, el producto residual es un lodo que puede ser usado como fertilizante (bajo ciertas condiciones) o ser depositado en vertederos.

**Agua subterránea:** Es el agua que procede de la lluvia y de los arroyos que se infiltra en la tierra y suele formar depósitos naturales de agua.

**Aguas superficiales continentales:** Son todas las aguas quietas o corrientes en la superficie del suelo. Se trata de aguas que discurren por la superficie de las tierras emergidas (plataforma continental) y que, de forma general, proceden de las precipitaciones de cada cuenca.

**Autodepuración:** Es el proceso de recuperación de un curso de agua después de un episodio de contaminación orgánica. En este proceso los compuestos orgánicos son diluidos y transformados progresivamente por la descomposición bioquímica que producen los seres vivos, aumentando su estabilidad.

En un río con una cantidad suficiente de oxígeno, las sustancias orgánicas se transforman en nutrientes minerales para las algas, por la actividad de bacterias aerobias. Éstas y las algas sirven de alimento a los protozoos, a los crustáceos y a los moluscos, que a su vez son comidos por los peces y otros animales. La muerte y la descomposición de todos ellos cierran el ciclo al devolver

los nutrientes a la vegetación. Este mecanismo autodepurativo funciona sólo mientras los contaminantes no sean tóxicos para los seres vivos.

**Canal:** Es el cauce artificial por donde se conduce el agua.

**Captación:** Es la acción y efecto de recoger convenientemente los caudales de agua.

**Coagulación:** Es uno de los procesos que intervienen en el tratamiento de la potabilización del agua. Consiste en añadir reactivos al agua para que las pequeñas partículas se agrupen en otras mayores, facilitando su sedimentación y extracción del agua.

**Condensación:** Es el proceso por el cual un gas, por ejemplo el vapor de agua, se convierte en sólido o en líquido a medida que se enfría, en este caso, se producen gotas de agua.

**Contaminación:** Es la introducción en el agua de sustancias que la alteran, provocando efectos adversos para el ser humano, los seres vivos y el medio ambiente.

**Cuenca hidrográfica:** Es la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua hacia el mar por una desembocadura, estuario o delta.

**DBO (Demanda Biológica de Oxígeno):** Es la cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

**$DBO_5$:** Es la cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica**.**

**Decantación:** Es la acción y efecto en el que se hace circular al agua por un recipiente a baja velocidad, para que las partículas contenidas en ella se depositen por acción de la gravedad en el fondo, con el fin de que éstas puedan ser extraídas del agua.

**Depuradora (E.D.A.R. o Estación de Depuración de Aguas Residuales):** Es la instalación donde llegan las aguas residuales de las diferentes actividades humanas. Aquí se limpian las aguas para que puedan ser incorporadas de nuevo al río o sean reutilizadas.

**Desarrollo sostenible:** Debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades y basarse en aspectos ambientales, económicos, sociales y políticos.

Por ello, se plantea la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

Las características que debe reunir un desarrollo para que lo podamos

considerar sostenible son:

- Que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.
- Asegura que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos.
- Usa los recursos eficientemente.
- Promueve el máximo de reciclaje y reutilización.
- Desarrolla e implanta las tecnologías limpias.
- Restaura los ecosistemas dañados.
- Promueve la autosuficiencia regional (los estados deben ser autosuficientes, no depender de otros que los puedan "explotar").
- Reconoce la importancia de la naturaleza para el bienestar humano (pero no es el amo de ella).

**Desinfección:** Es la acción de eliminar la infección o evitar el desarrollo de gérmenes nocivos del agua mediante tratamientos químicos o físicos y así ser apta para el consumo.

**Dilución:** Hacer que una sustancia, al mezclarse con un líquido, se deshaga hasta que sus partículas queden incorporadas a dicho líquido. O también, es la disolución de un cuerpo sólido en un líquido.

**Disolución:** Separación de un cuerpo soluble en partículas por acción de un agente exterior. El cuerpo soluble se denomina soluto y el agente disolvente.

**Efluente:** Son las aguas residuales depuradas que se vierten a un río, mar, embalse…

**Escorrentía:** Parte del agua de precipitación que discurre por la superficie de la tierra hacia corrientes u otras aguas superficiales.

**Eutrofización:** Es el enriquecimiento en nutrientes, por ejemplo, por vertidos humanos, como fertilizantes en un río, un lago o un embalse. Como consecuencia crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores dando un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad.

El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.

**Evapotranspiración:** Es la pérdida de humedad de los ríos, lagos, océanos por evaporación junto con la pérdida de agua de la vegetación.

**Fango:** Son todas las partículas que se extraen en la decantación del agua, tanto en su potabilización como en su depuración.

**Filtración:** Es un paso del proceso de potabilización, en el cual se hace pasar el agua a través de filtros de arena, carbón, etc., para que el agua resulte clarificada y se eliminen sustancias no deseadas.

**Indicador o bioindicador:** Es cualquier entidad biológica o proceso, o comunidad cuyas características muestren la presencia de las condiciones

ambientales específicas o contaminación.

**Infiltración:** Proceso por el cual la parte del agua caída al suelo se filtra o pasa al subsuelo y así forma parte de las aguas subterráneas, acumulándose y almacenándose como agua dulce.

**Lixiviación:** Es el proceso de lavado del suelo por la filtración del agua que produce el desplazamiento de sustancias solubles o dispersables (arcilla, sales, hierro, humus, etc.); y es por ello característico de climas húmedos. Esto provoca que los horizontes superiores del suelo pierdan sus compuestos nutritivos, arrastrados por el agua; se vuelvan más ácidos, ya que quedan compuestos insolubles (aluminio); y a veces, también se origine toxicidad. También se pierden grandes cantidades de fertilizantes, al igual que los compuesto nutritivos.

En climas muy húmedos, la vegetación natural (sobre todo la forestal) sirve de protección contra lixiviación.

**Lodo activado o activo:** Proceso biológico dependiente del oxígeno que sirve para convertir la materia orgánica soluble en biomasa sólida, que es eliminada por gravedad o filtración.

**Lodos:** Residuo semisólido, que contiene microorganismos y sus productos, a partir de cualquier sistema de tratamiento de aguas.

**Meteorización:** Es la alteración, ruptura y descomposición de las rocas en la superficie terrestre como consecuencia de su exposición a los agentes atmosféricos, con la participación de agentes biológicos.

**Neutralización:** Es el proceso que se realiza al agua potable para ajustar la acidez del agua y así, evitar la corrosión y deposición de incrustaciones en las tuberías.

**Nitrificación:** Proceso biológico, durante el cual bacterias nitrificantes convierten el amoniaco tóxico en nitrato para disminuir su efecto dañino. Esto es comúnmente utilizado para eliminar sustancias de nitrógeno de las aguas residuales, pero en lagos y en pantanos esto ocurre de forma natural.

**Ósmosis:** Se produce cuando las moléculas de agua pasan a través de membranas de forma natural, de una parte con una elevada concentración de impurezas disueltas.

**Ósmosis inversa:** Este proceso usa una membrana semipermeable para separar y eliminar sólidos disueltos, productos orgánicos, materia coloidal, virus y bacterias del agua. Se requiere presión para forzar que el agua pura pase a través de la membrana, dejando las impurezas detrás.

**PE:** El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Por su alta producción mundial es el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno del que deriva su nombre.

**Población equivalente:** Es el volumen de agua residual o la carga contaminante producida por una persona en una vivienda normal.

**Potabilizadora (E.T.A.P o Estación de Tratamiento de Agua Potable):** Es la instalación en la que se limpia y se purifica el agua, mediante diferentes procesos, al ser apta y sin sustancias dañinas puede ser consumida por las personas.

**PVC:** Estas siglas significan Policloruro de Vinilo. Es un polímero termoplástico o una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroetileno. Tiene una muy buena resistencia. Se utiliza en la industria para formar envases, ventanas, tuberías, cables, juguetes…

**Precipitación:** Es el agua procedente de la atmósfera en forma de lluvia, granizo o de nieve.

**Sedimentación:** Asentamiento de partículas sólidas en un sistema líquido debido a la gravedad.

**Sistema de alcantarillado:** Tuberías que colectan y transportan aguas residuales desde fuentes individuales hasta una alcantarilla mayor que la transportará a continuación hacia una planta de tratamiento.

**Solubilidad:** La cantidad de masa de un compuesto que puede disolverse por unidad de volumen de agua.

# REFERENCIAS E INFORMACIÓN DE INTERÉS

## LA CARTA EUROPEA DEL AGUA

El 6 de mayo de 1968 fue redactada en Estrasburgo la Carta Europea del Agua. Fue una declaración de principios para una correcta gestión del agua concretado en 12 artículos que a continuación exponemos:

1. No hay vida sin agua. El agua es un tesoro indispensable para toda actividad humana.
2. El agua no es inagotable. Es necesario conservarla, controlarla y, si es posible, aumentar su cantidad.
3. Contaminar el agua es atentar contra la vida humana y la de todos los seres vivos que dependen del agua.
4. La calidad del agua debe mantenerse en condiciones suficientes para cualquier uso; sobre todo, debe satisfacer las exigencias de la salud pública.
5. Cuando el agua residual vuelve al cauce, debe estar de tal forma que no impida usos posteriores.
6. Mantener la cubierta vegetal, sobre todo los bosques, es necesario para conservar los recursos del agua.
7. Los recursos del agua deben ser inventariados.
8. La correcta utilización de los recursos de agua debe ser planificada por las autoridades competentes.
9. La conservación del agua debe potenciarse intensificando la investigación científica, formando especialistas y mediante una información pública adecuada.
10. El agua es un bien común, cuyo valor debe ser conocido por todos. Cada persona tiene el deber de ahorrarla y usarla con cuidado.
11. La administración del agua debe fundamentarse en las cuencas naturales más que en las fronteras políticas y administrativas.
12. El agua no tiene fronteras. Es un bien común que requiere la cooperación internacional.

## LEY DE AGUAS

Fue promulgada en 1879, no tuvo en cuenta, con la perspectiva que podemos aplicar hoy, cuestiones como la calidad de agua, regulación de caudales mediante embalses, la estrecha relación existente entre aguas superficiales y subterráneas, los ecosistemas fluviales asociados, etc.

Real Decreto-ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Es objeto de esta Ley la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua, el establecimiento de las normas básicas de protección de las aguas continentales, costeras y de transición, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario que forma parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico. Se introduce un nuevo apartado, en el cual las autorizaciones de vertido corresponderán a la Administración hidráulica competente, salvo en los casos en los que la autorización corresponderá al órgano autonómico o local competente.

## LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

**(http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)**

Es la ley Europea que rige la política de aguas desde el 2004 y que tendrá que cumplirse en su totalidad antes del 2015. El Parlamento Europeo y el Consejo aprobaron esta ley el 23 de octubre de 2000.

Esta Directiva trata de recuperar la calidad de las aguas continentales en toda Europa abandonando la política de infraestructuras hidráulicas que se ha demostrado ineficaz y obsoleta. La Unión Europea apuesta así por una visión ambientalista del medio hídrico que permita su protección y garantice el agua a futuras generaciones.

El objeto de dicha Directiva es establecer un marco para la protección de las aguas continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas con los objetivos siguientes:

- La prevención del deterioro adicional y la protección y mejora de los ecosistemas acuáticos, así como de los ecosistemas terrestres dependientes.
- La promoción de los usos sostenibles del agua.
- La protección y mejora del medio acuático.
- La reducción de la contaminación de las aguas subterráneas.
- La paliación de los efectos de inundaciones y sequías.

Para llevar a cabo esta nueva gestión del agua se proponen una serie de principios básicos:

### 1. El principio de sostenibilidad

**1.1 Gestión ecosistémica:** Asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos en cada cuenca y considerar la diversidad de funciones de los ríos.

**1.2 Gestión integrada:** Los diversos usos y funciones de los ríos y también los demás ecosistemas acuáticos se deben tener en cuenta en la región natural que constituye la cuenca hidrográfica.

**1.3 Gestión de la demanda:** La demanda de agua debe estar en función de la disponibilidad real en cada lugar y usarla de manera responsable.

**2. El principio de racionalidad económica y recuperación de costes:** Pretende evitar el despilfarro de agua y fomentar su uso responsable.

**3. El principio de precaución y adaptación:** Pretende estar preparados ante la próxima sequía o crecida teniendo en cuenta las características climatológicas de un territorio.

**4. El principio de no deterioro:** Trata de prevenir todo deterioro de los ecosistemas acuáticos.

**5. El principio de gestión participativa:** Aspira a que toda la sociedad sea responsable de la gestión del agua ya que ésta, es de carácter público.

## LA FUNDACIÓN NUEVA CULTURA DEL AGUA (http://www.fnca.eu)

Se constituyó en 1998 como una entidad sin ánimo de lucro y de ámbito Ibérico (España y Portugal), en el año que se celebró el I Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas en Zaragoza**.** Siendo su principal fundador Pedro Arrojo. La Fundación cuenta aproximadamente con 100 socios fundadores, la mayoría procedentes del ámbito académico, entre los que se encuentran destacados especialistas en cada una de las áreas relacionadas con la gestión de aguas. Cada año se celebra una Asamblea Anual, en la que participan todos los miembros de la Fundación, y en la que se aprueban una serie de proyectos a realizar.

Los objetivos son el fomento de iniciativas de I+D, educación, cooperación para el desarrollo y defensa del medio ambiente relacionados con el agua.

## CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO (www.chduero.es)

Es el organismo dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, encargado de la gestión de las aguas en la cuenca del Duero.

La Administración de la CHD abarca un territorio de más de 60.000 km de cauces dispersos a lo largo de siete comunidades autónomas.

En los últimos tiempos ha asistido a significativos cambios simultáneos a los experimentados por la administración pública del agua en España.

En 1865 una Real Orden de 29 de julio crea las Diez Divisiones Hidrológicas vigentes, que pasaron por una serie de cambios para quedar definitivamente transferidas en 1899 a las Jefaturas Provinciales donde se crearía una sección especial de aguas para ellas.

Por Real Decreto de 22 de junio de 1927, se creó la Confederación Sindical Hidrográfica del Duero, teniendo como misión fundamental la gestión del agua de la parte española de la cuenca del Duero, garantizando la disponibilidad y la calidad de las aguas para los diferentes usos demandados.

Se desarrolla de esta manera un modelo de gestión basado en el agua como bien público, el mantenimiento de la unidad de gestión en cada una de las cuencas hidrográficas, la íntima relación entre el ciclo del agua y su interacción con los ecosistemas, prestando especial interés a la calidad del agua y estableciendo la planificación y participación ciudadana como herramientas en la política del agua.

## PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL DE ESPAÑA

**(http://chsegura.es/chs/planificacionydma/planhidrologiconacional/)**

Fue aprobado por la ley 10/2001, de 5 de julio, que fija los elementos básicos de coordinación de los Planes Hidrológicos de cuenca, la solución para las posibles alternativas que aquéllos ofrezcan, la previsión y las condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca y las modificaciones que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos existentes para el abastecimiento de poblaciones y de regadíos.

Posteriormente fue modificado por el R.D.Ley 2/2004 de 18 de Junio de Modificación del Plan Hidrológico Nacional y por la Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la Ley 10/2001 de 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional.

## PROGRAMA A.G.U.A.

**(http://www.mma.es/secciones/agua/programa/quees.htm)**

Son las actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua, que materializa la reorientación de la política del agua, mediante la explicación y difusión de las actuaciones concretas diseñadas para garantizar la disponibilidad y la calidad del agua en cada territorio.

Este programa permite que todos los ciudadanos conozcan y comprendan mejor la política del agua, para actuar así de forma más responsable y exigente, aportando incluso sugerencias y propuestas al Ministerio de Medio Ambiente.

## EL LIBRO BLANCO DEL AGUA

**(http://chsegura.es/chs/planificacionydma/libroblancodelagua/)**

Fue redactado por el Ministerio de Medio Ambiente en el año 2000 con el objetivo de conseguir un mejor conocimiento de los problemas del agua en España, y una vez descrita la situación en ese momento, estimar la evolución previsible y el establecimiento de opciones y prioridades en el uso del agua y servir de apoyo a la redacción de los planes hidrológicos de cuenca.

## ALIANZA POR EL AGUA

**(http://www.alianzaporelagua.org)**

La Alianza por el Agua para Centroamérica está formada por las Administraciones Públicas (como el Ayuntamiento de Benavente), Centros de Investigación y Opinión, Organizaciones no Gubernamentales y ciudadanos, junto con la Expo Zaragoza 2008 y la Oficina de Naciones Unidas para la Campaña del Milenio.

De aquí a 2015, año en el que finaliza la Década del Agua de Naciones Unidas (2005-2015), denominada "Agua, fuente de vida" (2005-2015) y el plazo de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), la Alianza por el Agua perseguirá los siguientes objetivos:

1. Contribuir de forma real y práctica a que se extienda el derecho al agua potable y al saneamiento básico de la población centroamericana, preferentemente rural y peri urbana, en condiciones que aseguren la calidad del servicio recibido y la conservación de los recursos naturales.

2. Movilizar recursos desde la sociedad centroamericana y española para acompañar procesos y financiar intervenciones en agua y saneamiento en Centroamérica, con producción más limpia y sostenible.

3. Promover la solidaridad con la población centroamericana que carece de acceso a Agua y Saneamiento y sensibilizar en el compromiso del cumplimiento de los objetivos de milenio.

4. Promover el compromiso de las sociedades española y centroamericana en conductas de ahorro de agua y uso más sostenible de los recursos hídricos en la práctica cotidiana.

5. Fomentar la colaboración entre múltiples agentes y visibilizando de manera conjunta las acciones tendentes a contribuir al cumplimiento de los Objetivos del Milenio.

El objetivo principal es dar acceso a agua potable y saneamiento básico a cinco millones de centroamericanos hasta el año 2015, mediante la movilización del 5% de la población española para que ahorre el 5% del agua que consume.

## REFERENCIAS DE INTERÉS

***http://www.unesco.org/water*** Organización internacional con un portal de acceso a los recursos relacionados con el agua.

***http://hispagua.cedex.es/*** Sistema español de información sobre el agua.

***http://www.mma.es/portal/secciones/formacion_educacion/*** Es el centro de Educación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Medio y Marino.

***http://www.semide.net/*** Sistema euromediterráneo de información en el sector del agua.

***http://www.canaleduca.com*** Revista digital de educación, con una sección llamada "acercándonos al agua".

***http://es.wikipedia.org/wiki/Agua*** Enciclopedia digital de contenido libre.

***http://iagua.es/*** Portal con información y opinión sobre temas del agua.

***http://ecologiaverde.com*** Blog sobre Medio Ambiente, Ecología y Desarrollo Sostenible. Tiene información acerca de las "otras formas de obtener agua".

***http://www.lagotadezamora.org*** Portal dedicado a la gestión, lodos y agua de la provincia de Zamora, con un juego sobre el agua.

***http://www.cienciaenlaciudad.es/*** Ciencia en la Ciudad.

***http://www.csic.es/index.do*** CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científica.

***http://www.fecyt.es/fecyt/home.do*** FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología).

***http://web.micinn.es/*** Ministerio de Ciencia e Innovación.

***http://www.igme.es/internet/default.asp*** Instituto Geológico y Minero de España.

***http://www.mncn.csic.es/home800.php*** Museo Nacional de Ciencias Naturales.

***http://www.rjb.csic.es/*** Real Jardín Botánico.

***http://sinac.msc.es*** Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo.

***http://www.mma.es/portal/secciones/aguas_continent_zonas_asoc/*** Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: Aguas continentales y Zonas Asociadas, con información sobre la estrategia Nacional de Restauración de ríos, Planificación hidrológica…

Aquagest
cienciaenlaciudad
CSIC
CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS
FECYT
FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN