La captación del agua

Canal Educa

Canal de Isabel II gestión

1 Planeta Azul

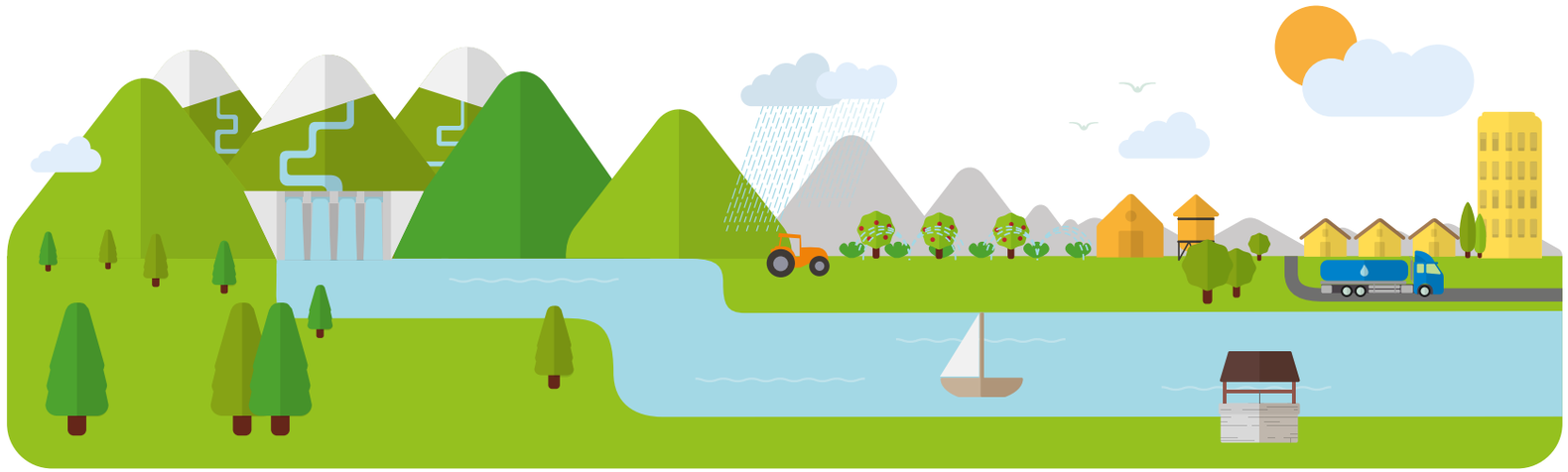
2 El ciclo hidrológico

3 Las reservas de agua

4 Sistemas de captación de ayer y de hoy

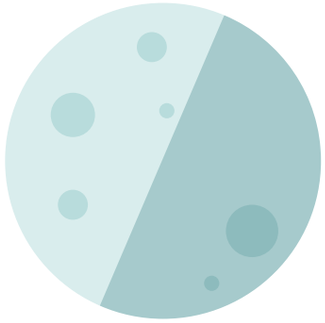
5 El agua en la Comunidad de Madrid

6 Y mañana, ¿qué?



Capítulo 1
Planeta Azul

El planeta en el que vivimos, la Tierra, recibe también el nombre de *Planeta Azul*. Un nombre en principio más acorde a la realidad, puesto que el color predominante que tiene visto desde el espacio exterior es el azul. Ello es debido a su composición —las tres cuartas partes de su superficie están cubiertas de agua—, por lo que también podríamos llamarlo *planeta agua*.



El origen del agua en la Tierra

Cuando el planeta Tierra se formó, hace unos 4500 millones de años, no era azul; era una bola incandescente debido al calor interno y a los impactos de los meteoritos, sin océanos, ríos ni lagos. Con el paso de millones de años, el choque de meteoritos que venía sufriendo el planeta fue decreciendo, la temperatura fue disminuyendo y los gases del planeta se fueron enfriando. Como consecuencia de ello comenzó a condensarse y a precipitar el agua en la corteza terrestre, y esto dio lugar a los primeros mares, hace unos 4000 millones de años.

A lo largo de la evolución geológica del planeta, la masa terrestre emergida ha ido uniéndose y separándose, lo cual ha originado más o menos masas de agua diferenciadas. Actualmente distinguimos cinco océanos: Pacífico, Atlántico, Índico, Ártico y Antártico.

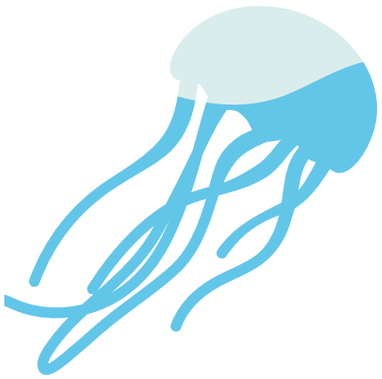
CURIOSIDAD

¿Sabías que hace 570 millones de años, cuando comenzó el Paleozoico, lo que hoy es la península Ibérica estaba sumergido bajo las aguas del mar de Tetis? En ese momento solo había dos grandes masas continentales, Gondwana y Paleoeuropa, entre las que quedó confinado el mar de Tetis. Durante este periodo, otras tierras fueron emergiendo, entre ellas la península Ibérica, y el mar de Tetis fue perdiendo terreno hasta quedar reducido al actual Mediterráneo.

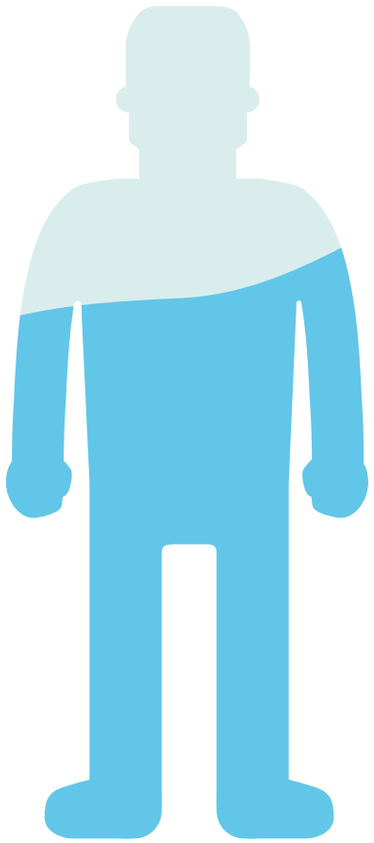
El origen del agua

El agua, fuente de vida

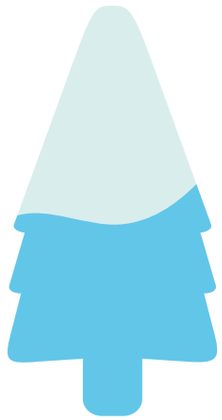
Antes de que el agua hiciese aparición en el planeta, no existía ningún ser vivo y fue precisamente en el medio acuático, hace unos 3800 millones de años, donde surgieron los primeros seres vivos, las bacterias procariotas. Desde entonces, las formas de vida han ido evolucionando hasta llegar a las que hoy conocemos, pero todas, sean del grupo que sean, dependen del agua para poder vivir.



Medusa - 95%



Hombre - 70%



Pino - 47%

Lombriz de tierra - 83%

Semillas de cereal - 20%

El agua del planeta

Se estima que la cantidad total de agua en el planeta es de unos 1400 millones de kilómetros cúbicos, el 97,5 por ciento de los cuales se encuentran formando parte de mares y océanos, es decir, es agua salada y a priori no apta para el consumo humano. El resto, un 2,5 por ciento es agua dulce.

Actualmente hay suficiente agua dulce en la Tierra para abastecer a la población mundial, 7000 millones de personas, pero está distribuida de forma irregular, parte de ella está contaminada, se desperdicia o se gestiona de forma insostenible.

1400 millones de km^3 es la cantidad estimada de agua en el planeta.

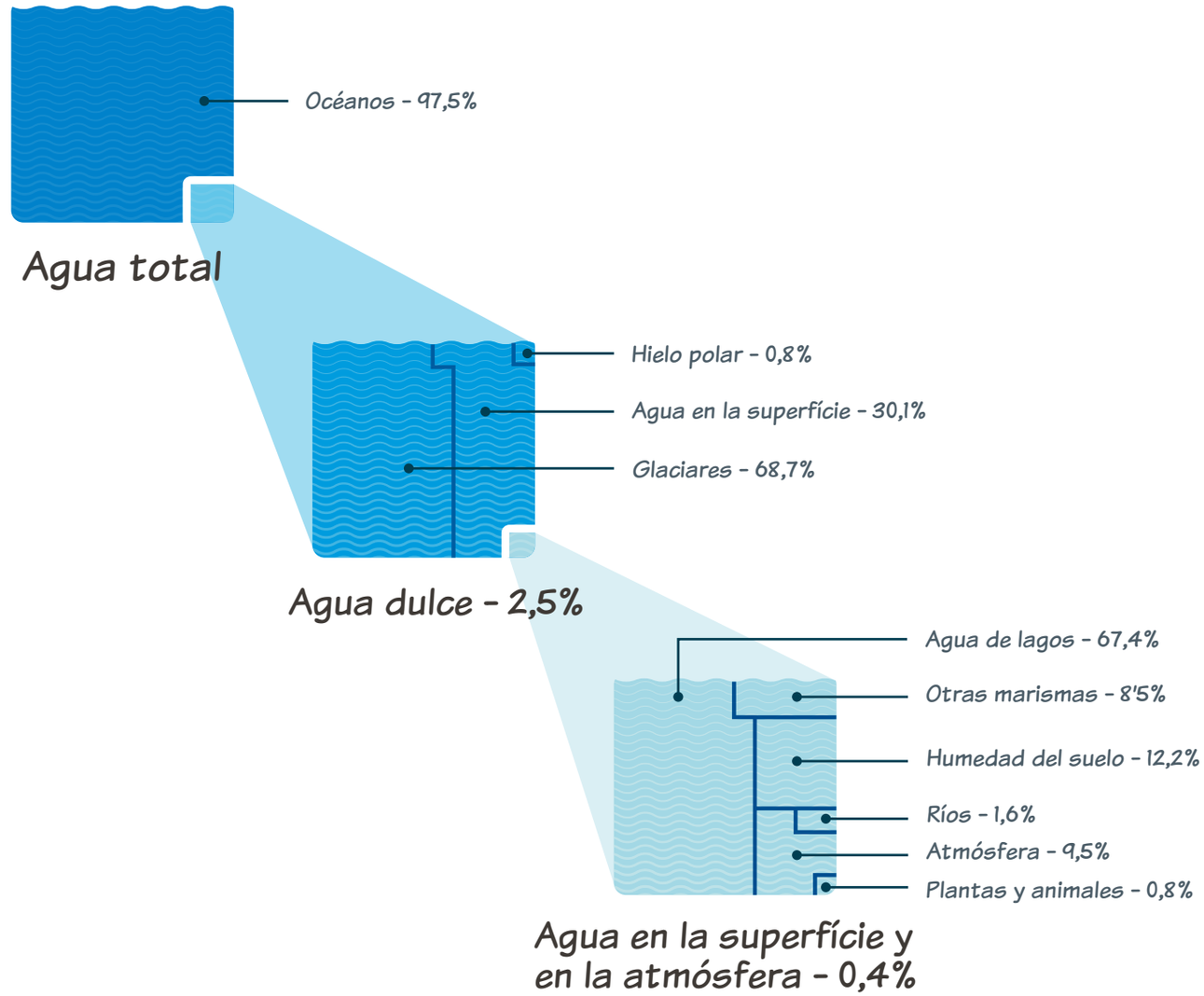
El 97,5% es agua salada.

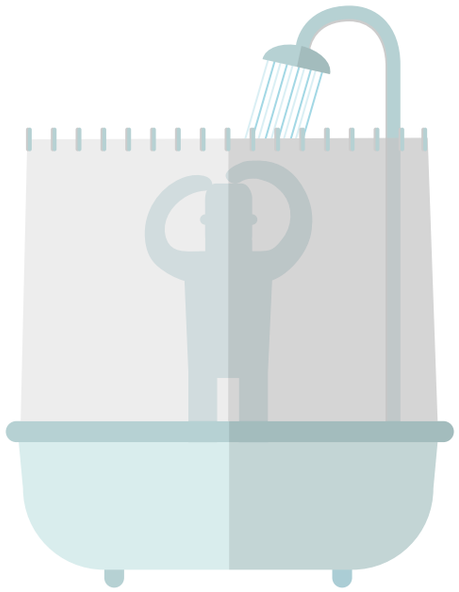
El 2,5% es agua dulce.

Distribución del agua dulce

Debido a sus características, generalmente con una baja concentración de sales y sólidos totales disueltos, el agua dulce es la empleada por el ser humano para abastecerse y satisfacer sus necesidades diarias básicas, así como para la realización de la mayor parte de las actividades industriales. Es por ello que el disponer de más o menos agua dulce y de un fácil acceso a la misma puede condicionar el modo de vida y el desarrollo de un país.

Cuando pensamos en agua dulce solemos imaginar un río o un lago, sitios fácilmente accesibles para el ser humano, pero la realidad es bien distinta, pues la mayor parte no se encuentra en ninguno de estos ecosistemas acuáticos. Veamos cómo está distribuida:





A pesar de estar rodeados de agua, la cantidad disponible en ríos y lagos, y por lo tanto de fácil aceso para el ser humano, es muy limitada.

Actividad: La esfera del agua

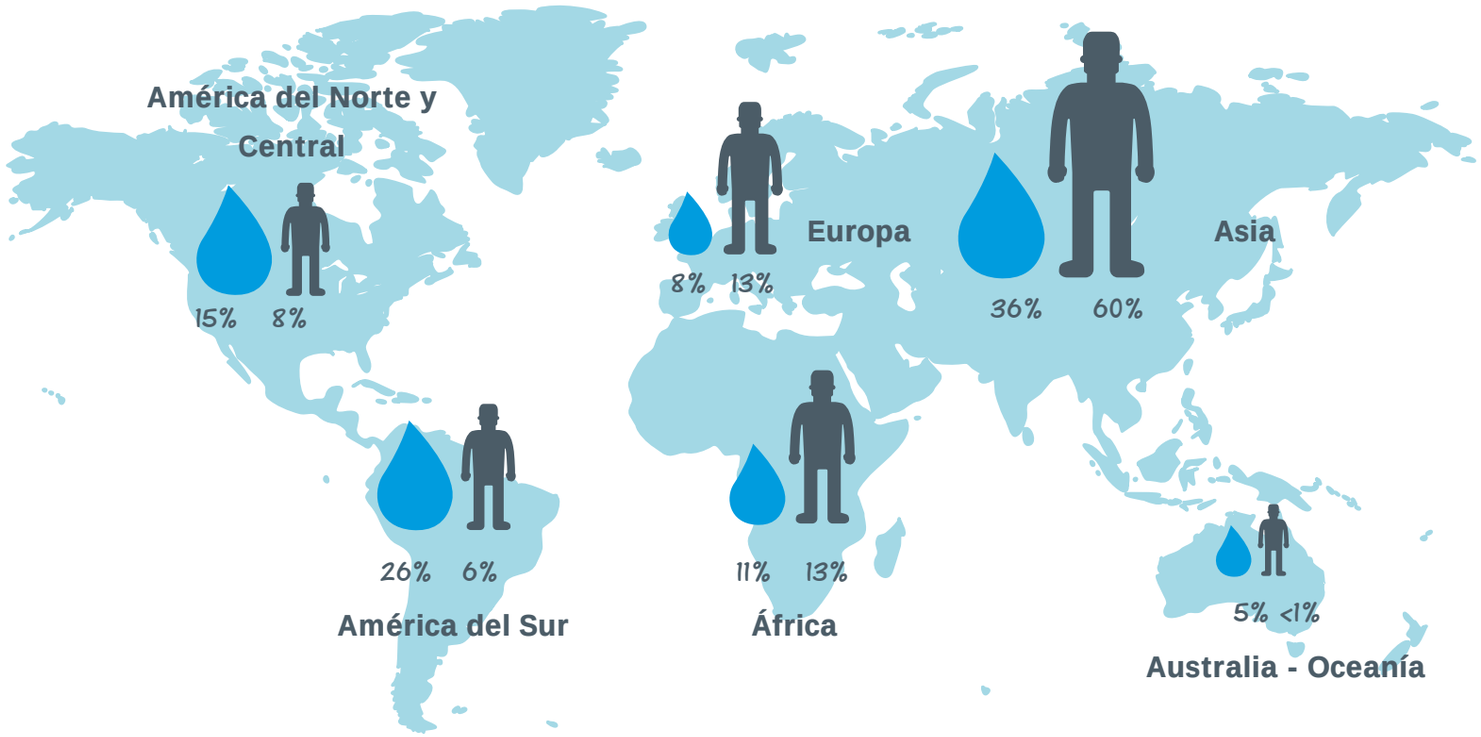
Distribución del agua dulce

Otro factor que limita el acceso al agua por parte de la población es su distribución geográfica. Los recursos hídricos no se distribuyen por igual en todos los continentes, hay mucha disparidad. Así, por ejemplo, el continente asiático alberga un 36 por ciento del total de los recursos hídricos pero aloja al 60 por ciento de la población mundial.

Pero no solo hay que realizar una visión desde el punto de vista de la cantidad; hay que tener en cuenta también la calidad del agua de que disponemos. Cada día se vierten a las aguas del planeta dos millones de toneladas de aguas residuales y otros efluentes. Un agua en mal estado, contaminada, no puede ser utilizada para beber, realizar una higiene adecuada, regar cultivos o en procesos industriales, lo cual disminuye la cantidad de agua disponible en una determinada zona. De hecho, el uso de agua contaminada conlleva costes económicos derivados de los problemas sanitarios y ambientales que ocasiona. Así, por ejemplo, en los países de Oriente Próximo y África del Norte estos costes suponen entre el 0,5 y el 2,5 por ciento de su PIB.

Las enfermedades relacionadas con el agua, como la diarrea, son una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. Alrededor de 3,5 millones de personas mueren al año por falta de un agua potable segura o de servicios de saneamiento.

Some quick facts about water



La distribución del agua salada

El 71 por ciento de la superficie terrestre está cubierta por los oceános. Aunque su agua es salada, y por lo tanto no apta para el consumo humano, los oceános son un recurso vivo e imprescindible para la supervivencia del planeta. Regulan el clima, suministran alimentos y generan millones de empleos.

Los hábitats costeros almacenan 5 veces más carbono que los bosques tropicales.

1000 millones de personas tienen en la pesca su principal fuerte de proteínas.

350 millones de empleos están asociados a los océanos.

El ecoturismo vinculado a los arrecifes genera anualmen 9000 millones de dólares.

Se calcula que en cada kilómetro cuadrado de mar hay 18 000 pedazos de plástico flotando.

CURIOSIDAD

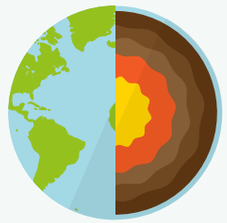
Nuestro planeta tiene... ¿más agua o más tierra?

Ante esta pregunta, la respuesta es siempre la misma, más agua; pero si analizamos la estructura del planeta, es posible que la respuesta sea justo la contraria.

La Tierra forma parte del grupo de planetas llamados terráqueos (Mercurio, Venus, Tierra y Marte), debido a que su centro es sólido y se puede posar sobre ellos. La parte de tierra emergida, los continentes, solo suponen una tercera parte del planeta. El resto es agua, pero debajo del agua hay tierra.

Si extrajésemos el volumen de agua del planeta, 1400 millones de kilómetros cúbicos, y formásemos una esfera con ella, el radio resultante sería de 690 km.
Si lo comparamos con el radio del planeta, 6378 km, deducimos que el volumen de la Tierra es casi diez veces mayor.

Entonces... ¿tú qué opinas?, ¿hay más agua o más tierra en nuestro planeta?



ENLACE CON LA ACTUALIDAD

La importancia del agua

En el mundo de hoy, el agua es algo más que una fuente de vida. Cada vez más, los gobiernos toman conciencia de la estrecha relación existente entre el agua, el desarrollo y la calidad de vida de un país. Fruto de esta concienciación es, por ejemplo, el reconocimiento al acceso al agua potable y al saneamiento básico como un derecho humano esencial por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2010. Así mismo, en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas del año 2000 se establecieron un conjunto de objetivos para superar la pobreza extrema, el hambre y las enfermedades y para aumentar la libertad humana, los llamados Objetivos de Desarrollo del Milenio. Directa o indirectamente, los ocho objetivos que se definieron tienen al agua como protagonista y, en concreto, el objetivo número 7 tiene entre sus metas reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso a un agua potable segura y a servicios básicos de saneamiento para 2015.

884 millones de personas no tienen acceso a una fuente de agua segura.

2600 millones de personas carecen de servicios de saneamiento básicos.

"La falta de acceso al agua es motivo de pobreza, desigualdad e injusticia social y crea grandes diferencias en las oportunidades que ofrece la vida. Disponer de agua es importante porque es un derecho humano, y ninguno de nosotros debería cerrar los ojos ante la violación de un derecho humano. Tampoco deberíamos tolerar un mundo en el que más de un millón de niños, literalmente y de la manera más perversa, mueren por un vaso de agua o por un inodoro."

Kevin Watkins, director de la oficina encargada del Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Capítulo 2
El ciclo hidrológico

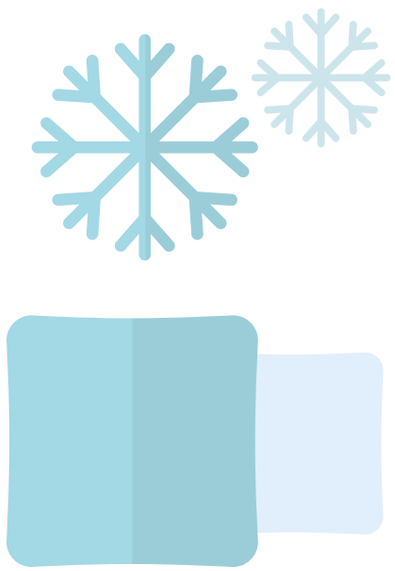
La cantidad de agua existente en el planeta es la misma desde que el mundo es mundo. Esto es posible gracias al ciclo hidrológico, que hace que el agua sea un recurso renovable, es decir, que no se agote con su uso, siempre y cuando no la contaminemos o agotemos a un ritmo mayor del que necesita para limpiarse o para recargar sus lugares de almacenamiento.

El agua en la hidrosfera

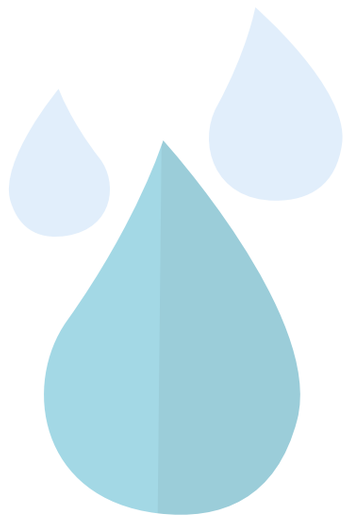
El ciclo hidrológico es un proceso natural que ocurre a nivel planetario mediante el cual el agua circula entre los distintos elementos de la hidroesfera (atmósfera, océanos, ríos, lagos, agua subterránea, hielo y nieve). El paso del agua de uno a otro elemento de la hidroesfera es posible gracias a los cambios de estado (sólido, líquido y gaseoso) que sufre este recurso.

El ciclo hidrológico también se conoce como *ciclo natural del agua*. Se conoce como natural porque no es necesaria la intervención del ser humano para que tenga lugar; ocurre de forma espontánea gracias a la energía proveniente del Sol. De hecho, el ciclo del agua ya tenía lugar antes de que apareciera la especie humana.

Cuando los humanos intervienen en el ciclo natural del agua hablamos de *ciclo integral del agua*.



Sólido



Líquido

Gaseoso

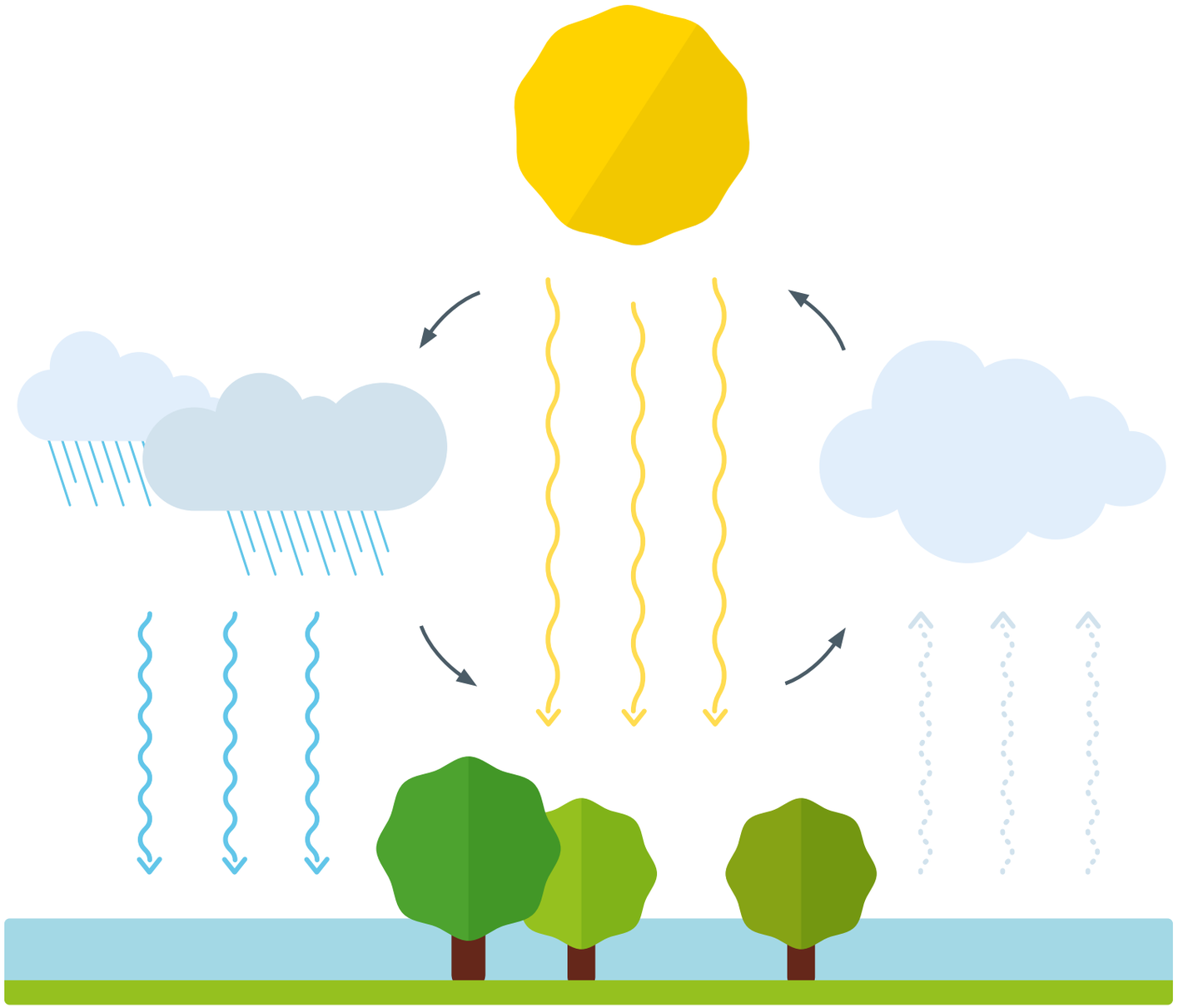
Ciclo natural del agua

Como hemos comentado, la maquinaria empieza a funcionar gracias al Sol. El calor que proporciona calienta el agua líquida de océanos, lagos, ríos, etc., que se evapora y se transforma en vapor (aire húmedo).

Este vapor asciende hacia la atmósfera y cuando llega a las capas más frías se condensa y da lugar a las nubes. La evaporación de agua no solo tiene lugar en las masas de agua: los seres vivos, en especial las plantas, también liberan vapor de agua a la atmósfera por medio de la transpiración. Al proceso conjunto de evaporación del agua por pérdida de humedad y por transpiración, se le denomina *evapotranspiración*.

Las nubes, mediante las precipitaciones (lluvia, nieve o granizo), son las responsables de que el agua llegue de nuevo tanto a la superficie terrestre como a los océanos y de que el ciclo continúe. El agua que llega a la superficie terrestre recargará los acuíferos, mediante su filtración en el terreno, y los cauces de los ríos y lagos, por escorrentía de la lluvia o el deshielo de la nieve. Al cabo de un tiempo el agua de ríos y lagos, así como la de algunos acuíferos, acabará llegando a los océanos otra vez y vuelta a empezar.

El ciclo natural del agua



Ciclo natural del agua

a. Condensación: Transición del agua de la fase de vapor a la fase líquida.

b. Escorrentía: Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno hacia un curso de agua (escorrentía de superficie) o por el interior del suelo (escorrentía subterránea o flujo hipodérmico).

c. Evaporación: Proceso por el que el agua pasa de estado líquido a vapor a una temperatura inferior a la del punto de ebullición.

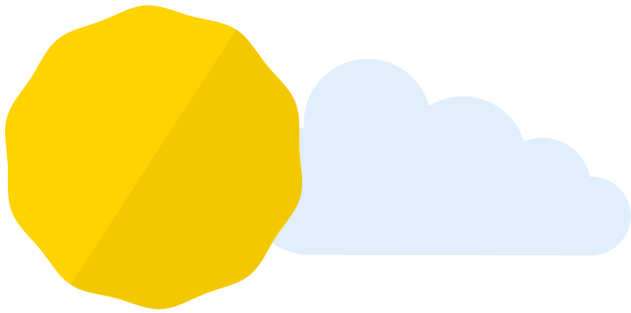
d. Evapotranspiración: Conjunto de procesos por los que se efectúa la transferencia de agua de la superficie terrestre a la atmósfera, ya sea por evaporación (desde el suelo o la superficie de los océanos) o por transpiración de la vegetación.

e. Filtración: Proceso en el que se hace pasar un líquido a través de un medio filtrante para eliminar las materias en suspensión o las sustancias coloidales que pueda contener. En este caso, la filtración ocurre de manera natural al penetrar el agua en el suelo.

f. Precipitación: Elementos líquidos o sólidos procedentes de la condensación o sublimación del vapor de agua que caen de las nubes o son depositados en el suelo desde el aire.
Cantidad de precipitación caída sobre una unidad de superficie horizontal por unidad de tiempo.

g. Transpiración: Proceso por el que el agua de la vegetación pasa a la atmósfera en forma de vapor.

Componentes del ciclo natural del agua



El Sol: Es la estrella central del sistema solar, en cuya superficie se alcanza una temperatura de 6000 grados centígrados. El Sol es clave para que el ciclo hidrológico tenga lugar, de forma que tanto la ausencia como el exceso de ración solar cambiarían el estado del planeta. La vida que alberga la Tierra depende de la energía que recibe del Sol, gracias a la cual el planeta no está congelado y es habitable. Por otro lado, es tal la cantidad de radiación que llega a la Tierra que si no estuviera protegida por la atmósfera, los oceános, los ríos y los lagos se evaporararían por completo. Actualmente el ser humano aprovecha menos del 3 por ciento de la energía solar que recibe el planeta.

Oceános: Los oceános contienen aproximadamente unos 1370 millones de kilómetros cúbicos de agua salada. En torno a una tercera parte de la energía que el planeta recibe del Sol calienta el agua de los oceános y evapora 100 000 millones de metros cúbicos todos los días.

Evapotranspiración: Los procesos de evaporación y transpiración son de los más importantes dentro del ciclo hidrológico, ya que gracias a ellos se realiza una transferencia de agua muy significativa. El 62 por ciento del agua dulce reciclada es resultado de su movimiento a través del suelo y de la vegetación, y posteriormente es transpirada.

Componentes del ciclo natural del agua

Nubes: La nube es la forma que adquiere el agua evaporada al condensarse. Comúnmente se dice que las nubes están formadas por vapor de agua, pero el vapor de agua es invisible. En realidad, las nubes están compuestas de gotas de agua líquida y cristales de hielo que por su diminuto tamaño son sostenidos por las corrientes de aire verticales. Cuando las gotas de agua aumentan su volumen de 100 a 1000 veces, pueden vencer las corrientes de aire que las sostienen y se producen las precipitaciones.

Precipitaciones: La atmósfera de la Tierra contiene aproximadamente 13 000 kilómetros cúbicos de agua. Este volumen de agua representa, sin contar los glaciares, el permafrost y el agua subterránea, el 10 por ciento del agua dulce del planeta. En torno al 40 por ciento de la precipitación que cae en la Tierra proviene de la evaporación de los océanos. El 60 por ciento restante, de lagos, humedales, ríos y plantas.

Nieve-hielo: Alrededor de las tres cuartas partes del agua dulce del planeta se encuentra almacenada en los glaciares y capas de hielo, por lo que estos ecosistemas podrían representar una reserva de agua muy valiosa. Pero la mayor parte de ella, el 97 por ciento, no se considera una fuente de la que obtener agua, puesto que es inaccesible. Se encuentra situada en la Antártida, el Ártico y Groenlandia.

Componentes del ciclo natural del agua

Aguas superficiales: Las aguas superficiales incluyen lagos, embalses, ríos y humedales, y representan solo el 0,3 por ciento del total de agua dulce. Es en los lagos donde se almacena la mayor cantidad de agua dulce superficial, 40 veces más que en los ríos. Los ríos y arroyos, por su parte, almacenan en torno a 2120 kilómetros cúbicos de agua dulce superficial.

Aguas subterráneas: Las aguas subterráneas representan un reservorio de agua dulce de gran valor, ya que en ellas se encuentra el 30 por ciento del agua dulce líquida del planeta; sin embargo, una gran parte se considera no renovable, pues su almacenamiento se produjo en el pasado, con unas condiciones climáticas concretas muy distintas de las actuales. Entre el 25 y el 40 por ciento del agua potable de la Tierra se obtiene de las aguas subterráneas.

CURIOSIDAD

- Por la cuenca del río Amazonas circula el 15 por ciento de toda la cantidad de agua del planeta que vuelve a los oceános.
- Los humedales ocupan una superficie cuatro veces mayor que los lagos, pero solo representan el 10 por ciento de las aguas superficiales.
- El lago más grande, profundo y antiguo, el lago Baikal (Rusia), contiene el 27 por ciento del total de agua dulce almacenada por todos los lagos del mundo.

El Amazonas desconocido, la cuna de la vida.

Descubriendo el Lago Baikal

El ciclo integral del agua

Como ya se ha dicho, se habla de *ciclo integral del agua* cuando el ser humano interviene en su ciclo natural.

¿Cómo interviene el ser humano en el ciclo natural del agua?

El ser humano extrae diariamente agua dulce de los ecosistemas, no solo para uso doméstico, sino también para realizar todo tipo de actividades —agrícolas, industriales, turísticas, etc.— necesarias para el desarrollo y sustento de la población mundial. Por otro lado, gran parte del agua extraída se contamina como consecuencia del uso que se le da, y dependiendo de cuál sea, el grado de contaminación será mayor o menor. Es decir, consumimos y contaminamos el agua y, para no romper la dinámica del ciclo del agua, hay que devolverla al ecosistema natural con características similares a las originales.

Por lo tanto, necesitamos acceder fácilmente al agua, que ésta sea apta para el consumo y retornarla a su medio en las mejores condiciones posibles para no contaminar las fuentes de agua dulce del planeta.

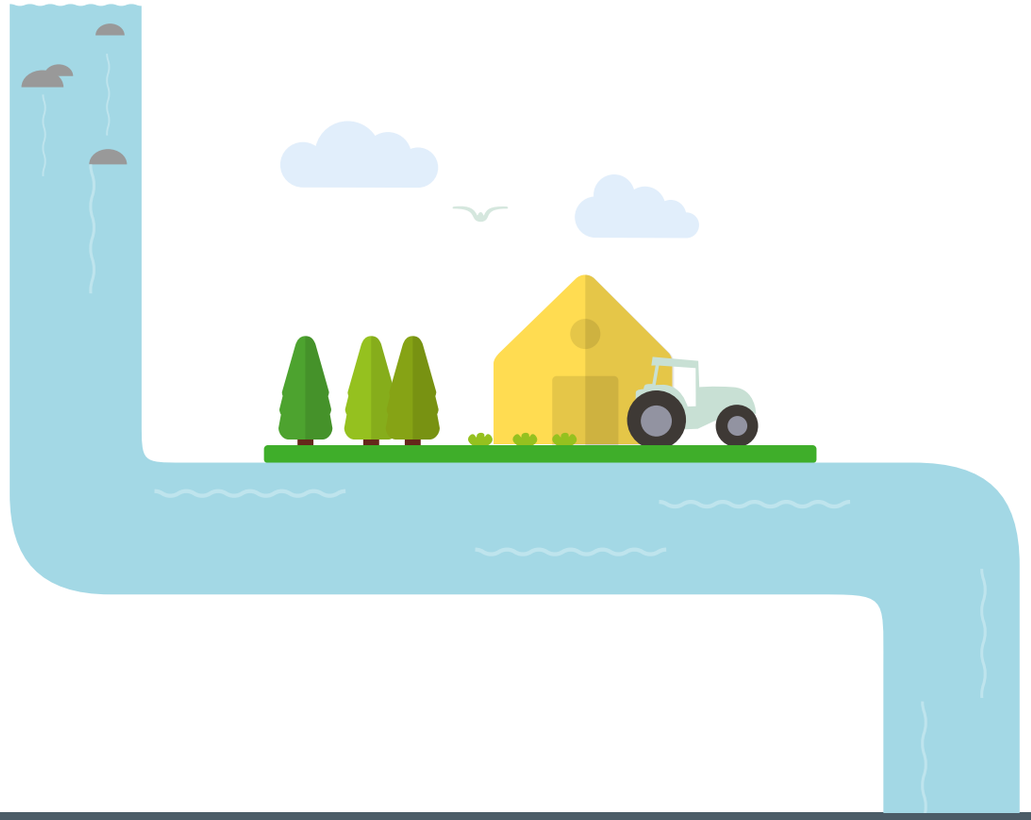
Para cubrir estas necesidades surgen las distintas instalaciones que comprenden el ciclo integral del agua.

El ciclo integral

A diferencia del ciclo natural del agua, el ciclo integral no tiene lugar a escala mundial, sino local o regional. El tamaño de cada población determina el número de embalses, potabilizadoras y depuradoras necesarios para cubrir de forma adecuada el ciclo integral del agua. Lamentablemente, no todas las regiones del mundo disponen de tales infraestructuras, por lo que las repercusiones sobre los recursos de agua dulce son notorias.

Actualmente, el 80 por ciento de las aguas residuales generadas en los países en vías de desarrollo se vierten directamente a las fuentes de agua sin tratarlas. Esto conlleva que el agua de estas fuentes ya no reúna las condiciones adecuadas para ser consumida sin ningún riesgo sanitario.

Actividad: ¿Captas el problema del agua?



El ciclo integral del agua

Fases del ciclo integral del agua

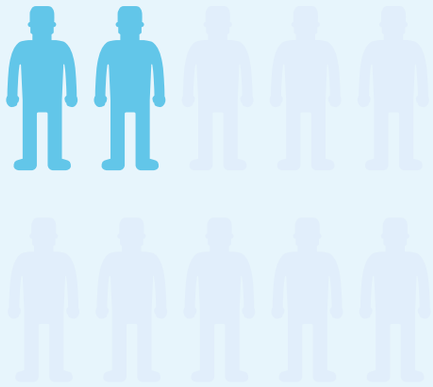
a. Captación: La captación consiste en la recogida y el almacenamiento de agua para el abastecimiento humano. Los principales métodos de captación de agua son los embalses y los pozos.

b. Tratamiento-potabilización: Es la fase en la que el agua captada para el abastecimiento de la población es tratada para transformarla en agua potable, agua que reúne las condiciones óptimas para su consumo según las legislaciones de sanidad vigentes.

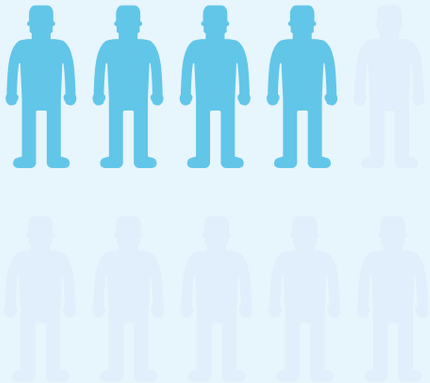
c. Saneamiento: Es la fase que implica el transporte de las aguas residuales —a través de la red de alcantarillado y colectores— a las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), su depuración y su devolución al cauce de los ríos en condiciones óptimas. Tratándola convenientemente, el agua depurada puede reutilizarse para riegos y usos industriales antes de verterla a los ríos.

ENLACE CON LA ACTUALIDAD

Cada persona necesita como mínimo entre 20 y 50 litros de agua no contaminada al día para realizar sus actividades cotidianas (limpieza, aseo...).



El 18% de la población mundial (1100 millones de personas) no dispone de agua apta para el consumo.



El 42% de la población mundial (2600 millones de personas) no tiene acceso a servicios básicos de saneamiento.

Aunque mundialmente la agricultura depende sobre todo del agua de lluvia, el regadío representa el 70 por ciento del consumo de agua dulce en el planeta.

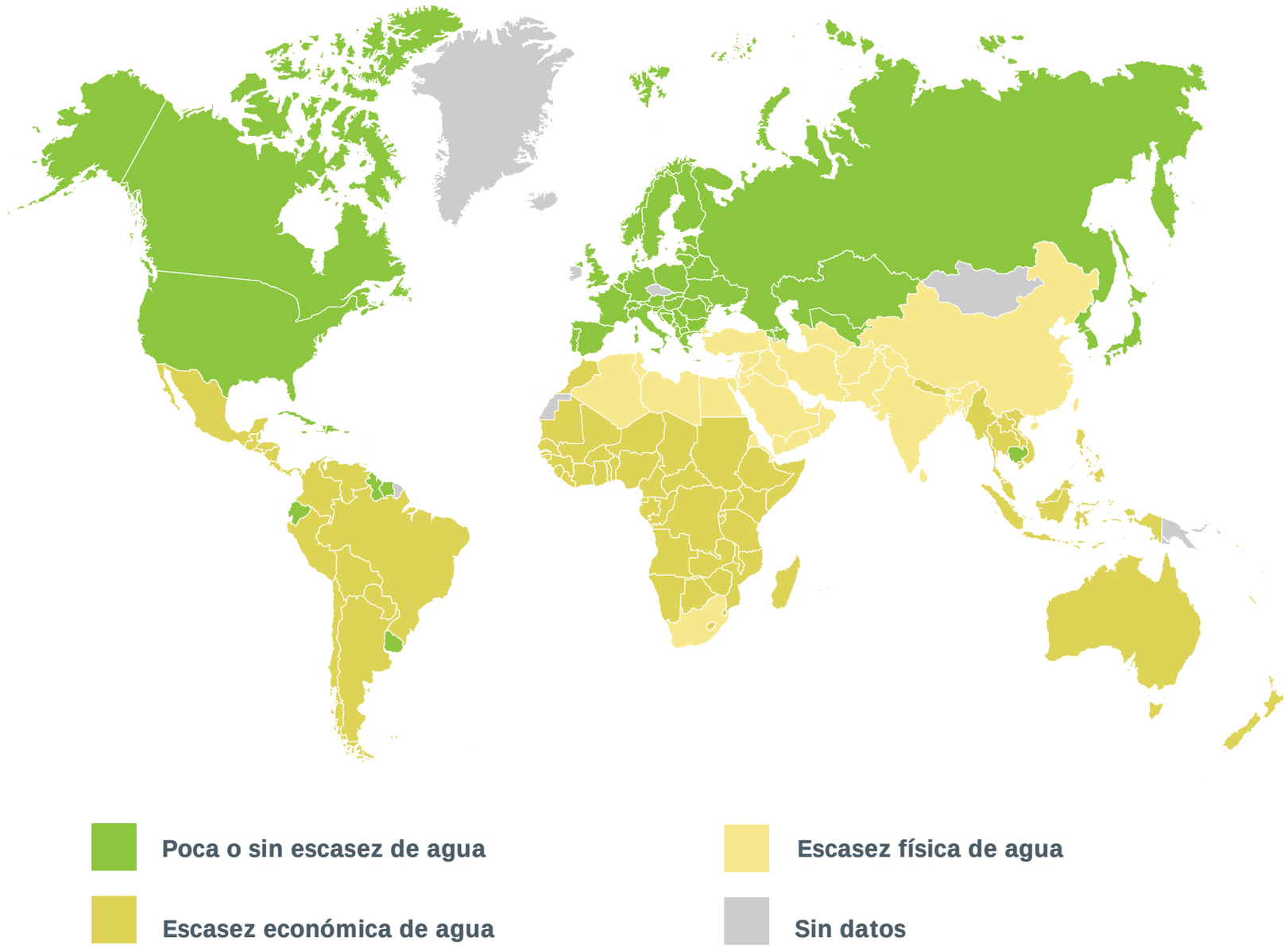
Capítulo 3
Las reservas de agua

Una persona puede vivir 40 días sin comida, pero solo 5 sin agua. El ser humano depende del agua para poder vivir, por lo que el acceso al agua por parte de la población es una de las principales tareas que los gobiernos deben cubrir.

Distribución de agua dulce en el planeta

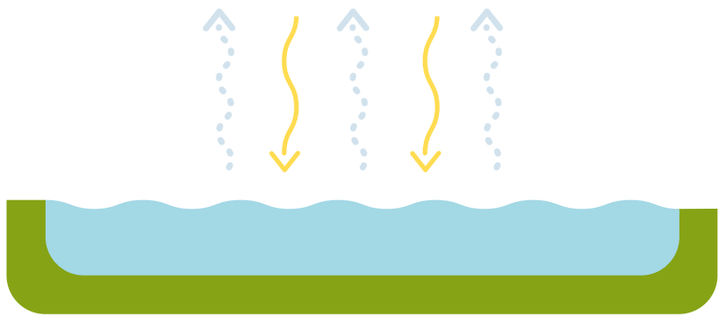
Como hemos visto hasta ahora, la cantidad de agua dulce disponible y accesible, aunque es poca en comparación con la cantidad total existente en el planeta, es suficiente para mantener a la población mundial actual. Pero también hemos visto que no está distribuida uniformemente, así que algunas regiones disponen de más agua de la que actualmente necesitan y otras, en cambio, no tienen la suficiente para cubrir toda la demanda de su población.

Aparte de la desigual distribución, existen varios factores que influyen en la cantidad de agua dulce disponible, lo que implica que, aunque una región cuente con suficientes recursos hídricos para satisfacer a su población, normalmente no se encuentran disponibles de forma regular y constante a lo largo de todo el año.

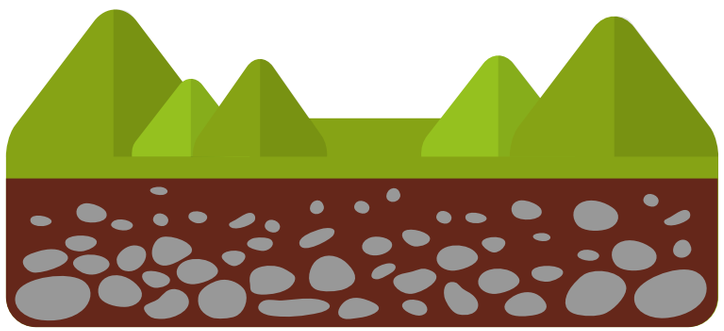


Factores que influyen en la disponibilidad de agua dulce

Precipitaciones: La lluvia, la nieve o el granizo son las principales fuentes de agua dulce de los continentes. En función del clima y de la zona geográfica del planeta, el régimen de precipitaciones es variable. Esto, a su vez, influye en el caudal de los ríos, acuíferos y lagos, las fuentes de abastecimiento de agua. En el caso de España, las principales precipitaciones tienen lugar en primavera y otoño.

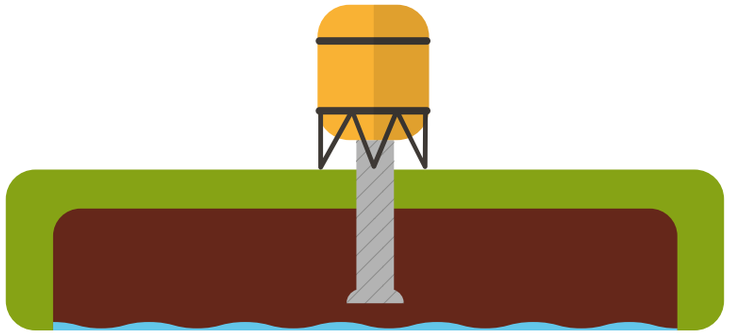


Altas temperaturas: Un período de altas temperaturas conlleva una mayor tasa de evaporación de las aguas superficiales. Se calcula que en la presa de Asuán (Egipto) se pueden llegar a perder 4 millones de hectómetros cúbicos de agua al año por evaporación superficial debido a la alta insolación y al efecto de los vientos.

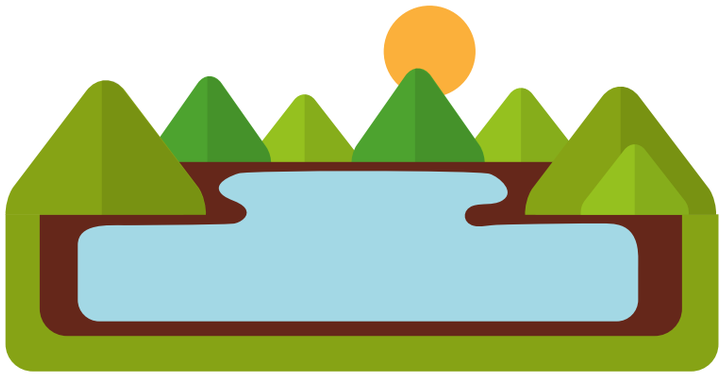


El suelo: Muchas regiones no disponen de aguas subterráneas debido al tipo de suelo que presentan, que no permite su almacenamiento bajo tierra.

Factores que influyen en la disponibilidad de agua dulce (II)



Demanda de agua: La demanda de agua por parte de la población también sufre variaciones a lo largo del año. El consumo de agua suele aumentar en los meses de mayor temperatura. En el caso de España, coincide con los meses en los que las precipitaciones son nulas o escasas y los cauces de los ríos están en sus niveles más bajos.



La actividad humana: En muchas regiones los ríos, lagos y aguas subterráneas se han agotado, han visto muy reducido su nivel o están contaminados debido a una mala gestión por parte del ser humano.

Abastecimiento de agua a la población

El ser humano necesita tener agua todos los días del año. Almacenar agua permite a una población disponer de este recurso en aquellas épocas del año en que su disponibilidad de forma natural se ve reducida, como por ejemplo durante un período de sequía.

Los gobiernos deben prever la demanda de agua que necesitará la población para poder almacenar la cantidad que asegure su abastecimiento durante un tiempo determinado.

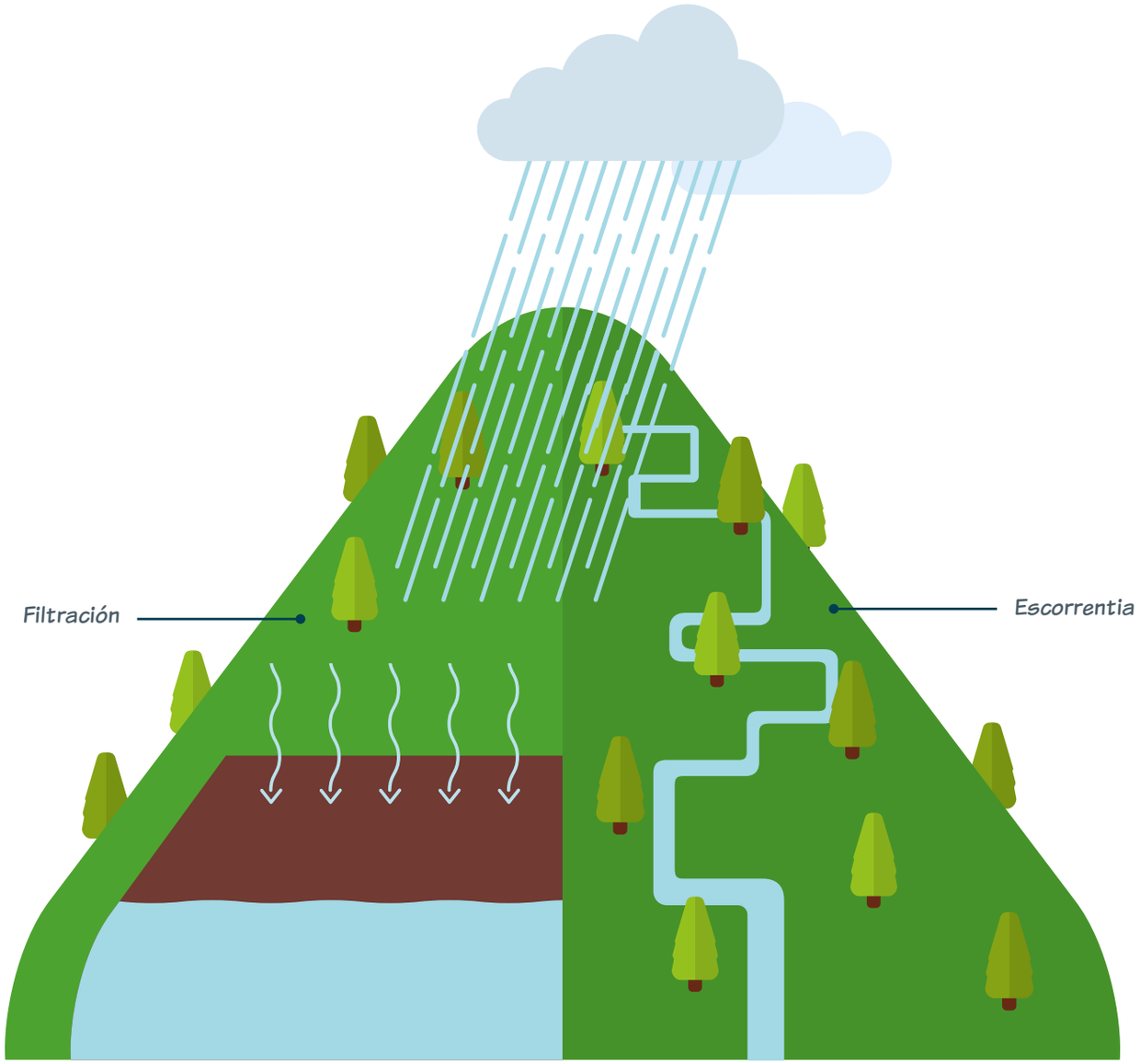
CURIOSIDAD

Según la Organización Mundial de la Salud, para cubrir sus necesidades básicas, cada persona requiere de 50 a 100 litros de agua al día.

Principales sistemas de almacenamiento de agua

El almacenamiento de agua requiere de un primer paso, su captación. El agua que el ser humano puede captar y almacenar de forma más sencilla es la que proviene de las precipitaciones. Cuando el agua —ya sea en forma de lluvia, nieve o granizo— cae sobre la superficie de la Tierra, puede tomar dos caminos, infiltración o escorrentía. La mayor parte del agua precipitada se infiltra en el suelo y pasa a formar parte del agua subterránea. El agua restante discurre en superficie por canales naturales hasta llegar a los cauces de ríos, lagos, arroyos, etc.

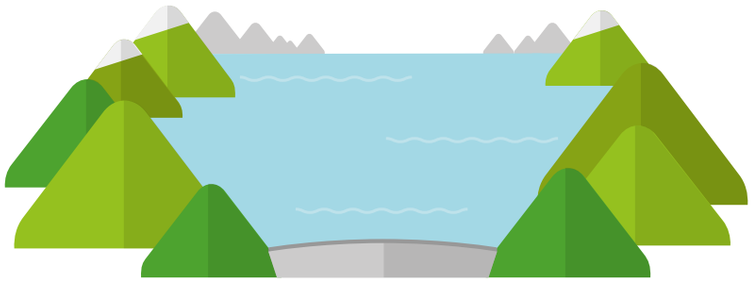
Por lo tanto, disponemos de dos fuentes para la captación de agua, el agua superficial y el agua subterránea. En función de una u otra, el método de captación y almacenamiento variará.



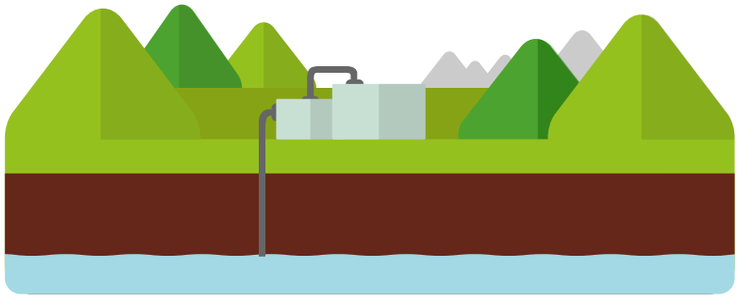
Principales sistemas de almacenamiento de agua (II)

El agua superficial se encuentra almacenada en los embalses, y, gracias a los sistemas de captación, se puede aprovechar el agua subterránea de los acuíferos.

Existen otros métodos de captación de aguas menos extendidos pero imprescindibles en algunas regiones como por ejemplo la desalinización (convertir el agua salada en agua dulce). Estos métodos se verán con más detalle en el **capítulo 4**.



Embalses: Se denomina *embalse* a la masa de agua de un río o arroyo retenida de forma artificial debido a la construcción de una presa en un determinado punto del valle fluvial. Con este sistema, tanto el almacenamiento como la captación dependen de la intervención del ser humano.



Acuíferos: Un *acuífero* es una reserva natural de agua dulce que se encuentra bajo tierra y es susceptible de ser extraída. Los acuíferos se forman cuando la configuración geológica del terreno es capaz de almacenar agua. El almacenamiento se produce de forma natural; el ser humano solo tiene que realizar las maniobras necesarias para obtener el agua.

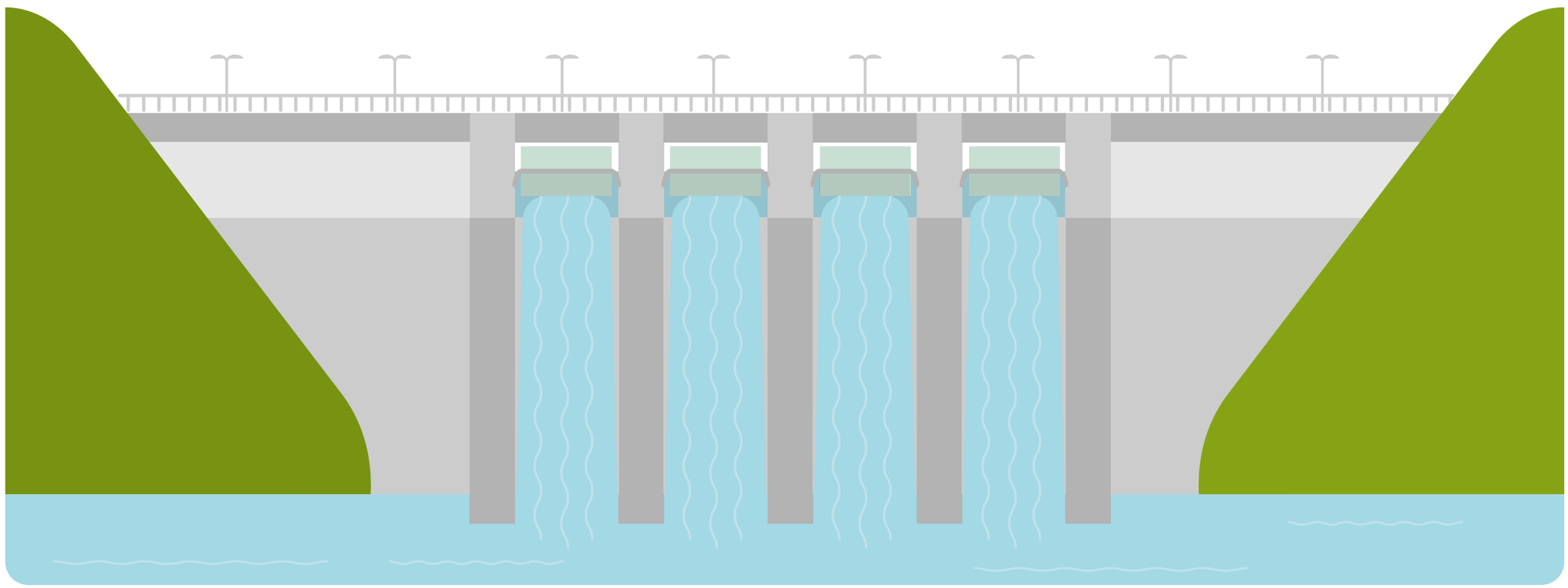
La elección de un método de captación de agua u otro depende de varios factores. Puede deberse a las características de la región demográfica, el clima o la orografía, que determinan el régimen de precipitaciones y la mayor o menor presencia de agua superficial o subterránea, o a los medios técnicos y económicos de los que se disponga.

Los embalses, grandes reservas de agua dulce

De forma habitual se suele hablar indistintamente de presa y embalse, sin embargo no son sinónimos.

Llamamos *presa* a la pared artificial construida a lo ancho de un valle fluvial que permite retener el agua de un río con el fin de crear un embalse y controlar su caudal. Como se ha visto anteriormente, *embalse* es el nombre que recibe la masa de agua almacenada.

Cuando la presa es de pequeño tamaño y su principal cometido es elevar el nivel de un caudal o río para derivar parte del mismo a las acequias de riego, se suele hablar de *azud*.



Almacenamiento de agua en embalses

La captación de agua mediante la construcción de una presa sirve para almacenar el agua de un río o arroyo, pero el agua allí almacenada no tiene como destino único el abastecimiento de agua potable a la población.

Los embalses tienen varias finalidades:

Captación de agua para el riego de cultivos: En torno al 70-80 por ciento del agua embalsada se destina a uso agrícola. La cantidad de agua necesaria para alimentar a la población mundial es 1000 veces mayor que la necesaria para quitarles la sed.

Abastecimiento de agua potable a la población: El 7 por ciento del agua recogida en embalses se destina a uso doméstico.

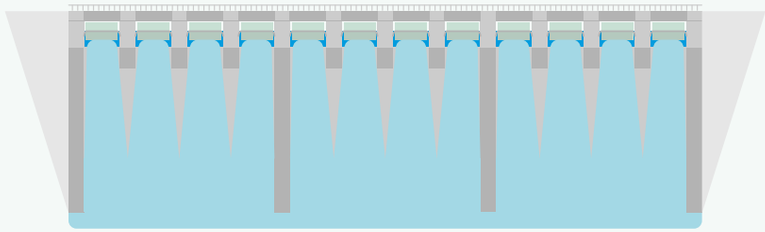
Producción de energía eléctrica: El 20 por ciento de la producción mundial de electricidad proviene de centrales hidroeléctricas.

Regulación del régimen hidrológico natural mediante el control de inundaciones.

Asociadas a los embalses se generan otra serie de actividades como la pesca, los deportes naúticos o el turismo ornitológico, que suponen fuentes de desarrollo económico en las zonas circundantes.

CURIOSIDAD

La presa de las Tres Gargantas está situada en el curso del río Yangtsé, en China. Es la planta hidroeléctrica más grande del mundo, superando holgadamente la de Itaipú, sobre el río Paraná.



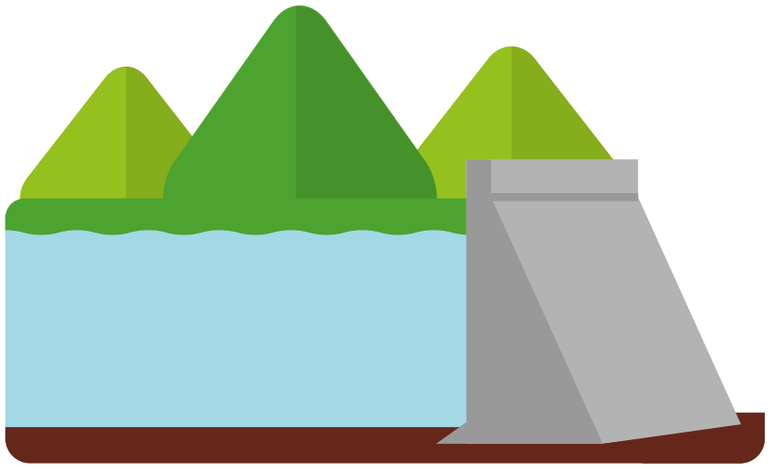
Presa de las Tres Gargantas

Altura: 185 metros

Longitud: 2335 metros

Tipos de presa

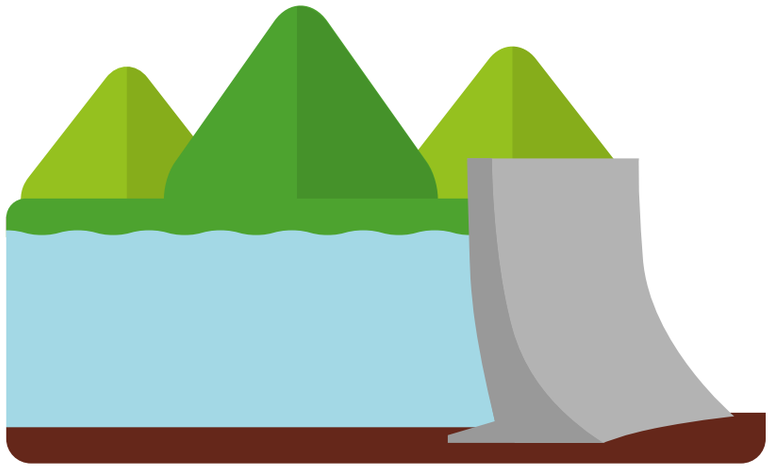
Existen varios tipos de presas en función de la forma que tenga la estructura y de los materiales que se empleen. El tipo de presa elegido está condicionado por los dos requisitos que debe cumplir toda presa, resistir el empuje del agua y evacuarla cuando sea necesario, así como por el presupuesto del que se disponga.



Presa de gravedad. Este tipo de presa soporta el empuje del agua por su propio peso. Todo el peso de la presa y del embalse es trasmitido hacia el suelo. Su sección se asemeja a una pirámide, pues es trapezoidal. Es una presa muy resistente y útil en valles abiertos, pero requiere gran cantidad de materiales para su construcción. Es el más empleado en la Comunidad de Madrid.

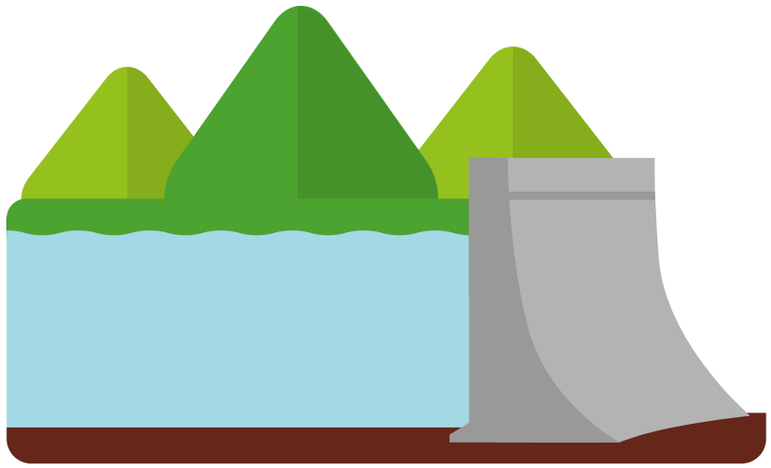
Existen de dos tipos de presa de gravedad: de hormigón y de materiales sueltos.

- La presa de hormigón es la más utilizada en los países desarrollados, ya que las construcciones de este material son más estables y duraderas. En España, el 67 por ciento de las presas están hechas con hormigón.
- En la presa de materiales sueltos se utilizan los materiales naturales presentes en la zona (piedras, gravas, arenas, limos y arcillas) sin sufrir ningún tipo de transformación química. Este tipo de presa de gravedad se denomina **presa de escollera** cuando más del 50 por ciento del material está compuesto por piedra, y **presa de tierra** cuando son materiales más pequeñas.

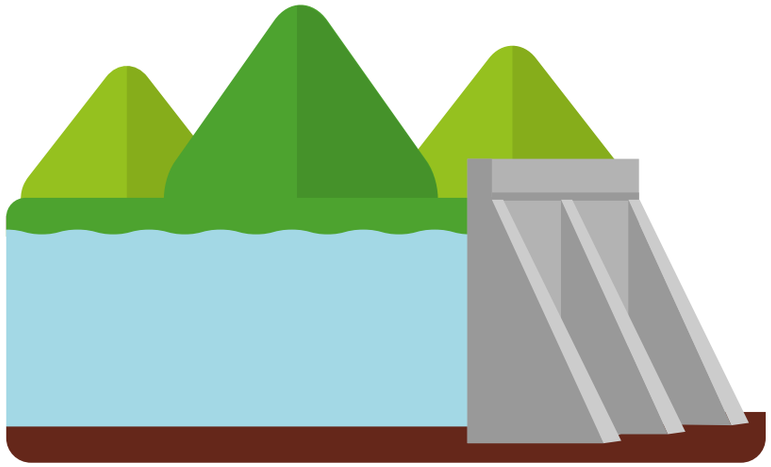


Presa en arco. En este caso, el empuje del agua es resistido por la propia forma de la presa. Tiene una sección de arco. La curvatura de la presa puede ser solo horizontal o de doble curvatura, una en el plano vertical y otra en el horizontal; este último modelo se denomina **presa de bóveda**. La presa en arco es muy apropiada en valles escarpados; no requiere un volumen de materiales tan grande como la de gravedad y ofrece también una gran resistencia.

Tipos de presa (II)



Presa de arco-gravedad. Aúna características de las presas de gravedad y las de arco. La forma curva le permite trasladar la mayor parte del esfuerzo hacia las paredes del valle. Por otro lado, el muro de la presa tiene más espesor en la base y el peso de la presa soporta parte del empuje del agua.



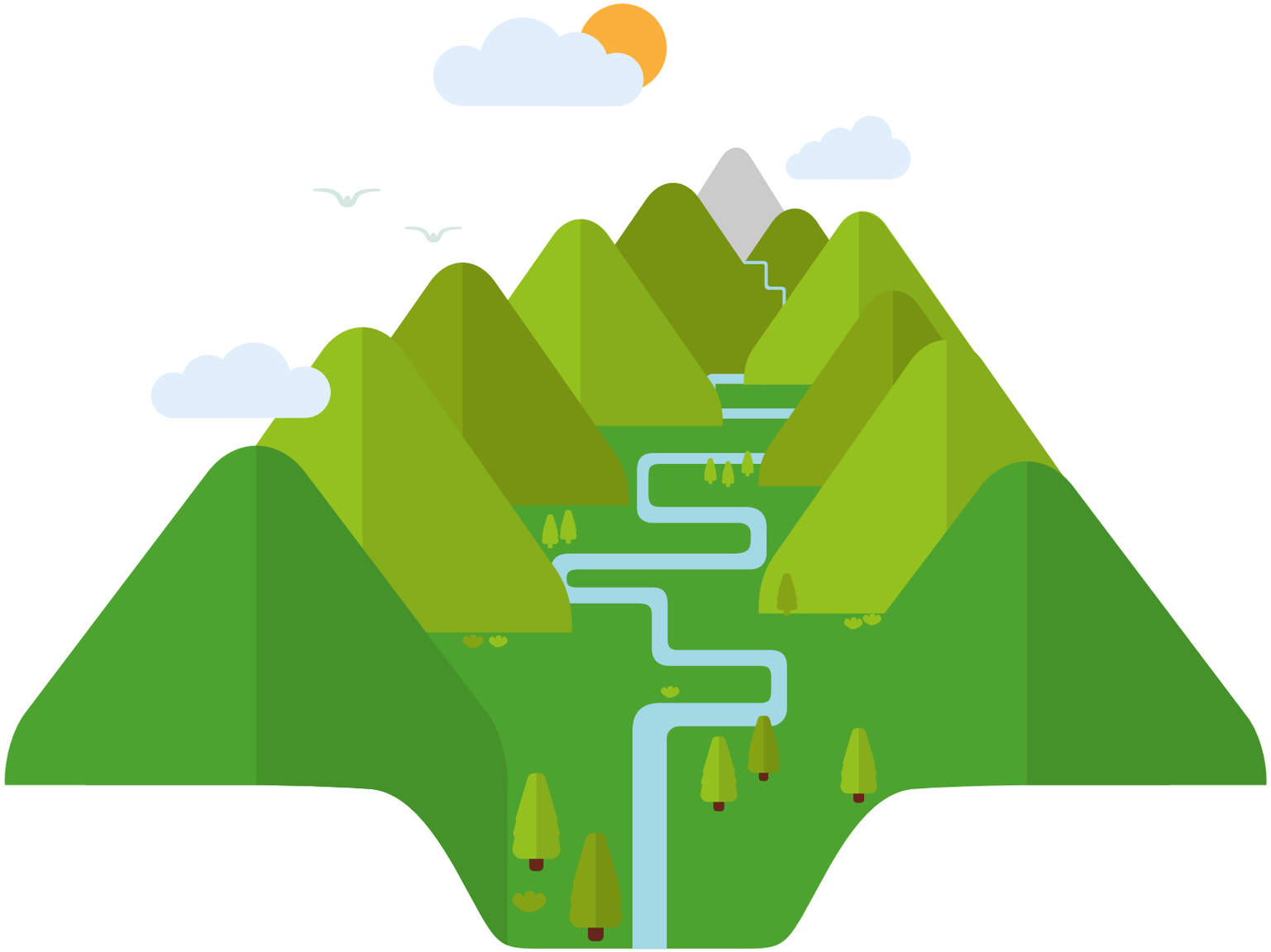
Presa de contrafuertes. Es un tipo de presa de gravedad en la que, para resistir el empuje del agua, se sustituye el uso de hormigón en grandes masas por estructuras como vigas, losas o columnas. Este tipo de presa dispone de una pared que soporta el agua y de una serie de contrafuertes o pilares triangulares que sujetan la pared y transmiten la carga del agua a la base.

¿Dónde ubicar un embalse?

A la hora de elegir el lugar en el que situar un embalse hay que tener en cuenta criterios sociales, económicos, tecnológicos, logísticos y ambientales, pues se trata de crear un nuevo ecosistema en la zona escogida.

Antes de construir una presa es necesario realizar una evaluación de impacto ambiental que determine el lugar más adecuado para ello, es decir, el lugar en el que los beneficios generados sean mayores que el impacto negativo que pueda ocasionarse.

En términos generales, debe elegirse un lugar que permita retener la mayor cantidad de agua con la menor presa posible. Por eso los valles estrechos son más ventajosos que los amplios. También hay que evitar situar embalses en terrenos arenosos, ya que no retienen el agua correctamente y generan pérdidas por filtraciones. Por otro lado, hay que prever la extensión de territorio que quedará bajo las aguas para evitar inundar poblaciones o elementos naturales o históricos de relevancia.



ENLACE CON LA ACTUALIDAD

En el año 2000 existían en el mundo más de 50 000 grandes presas en funcionamiento. Si la tendencia actual en los países desarrollados es apostar por el mantenimiento de las ya existentes en lugar de realizar nuevas construcciones, en los países en vías de desarrollo se apuesta por la construcción de nuevas presas; por ejemplo, entre 1999 y 2001 se construyeron cerca de 589 grandes presas en Asia.

España es el quinto país del mundo después de la China, los Estados Unidos, la India y el Japón con mayor número de estas construcciones. El inventario de presas supera las 1200, de las cuales 450 son anteriores a 1960 y más de 100 ya existían en el año 1915. Sin embargo, es el primer país en número de presas por habitante y kilómetro cuadrado, con 30 presas por cada millón de habitantes. Estas cifras no han de extrañar teniendo en cuenta la larga tradición constructora de presas del país, que se inició en la época romana en el siglo II de nuestra era.

España, el país con más presas y embalses del mundo por habitante

Las presas más altas del mundo

Existían 50 000 grandes presas en el año 2000 a nivel mundial.

Hay más de 1200 presas a dia de hoy en España.

Disponemos de 30 presas por cada millón de habitantes.

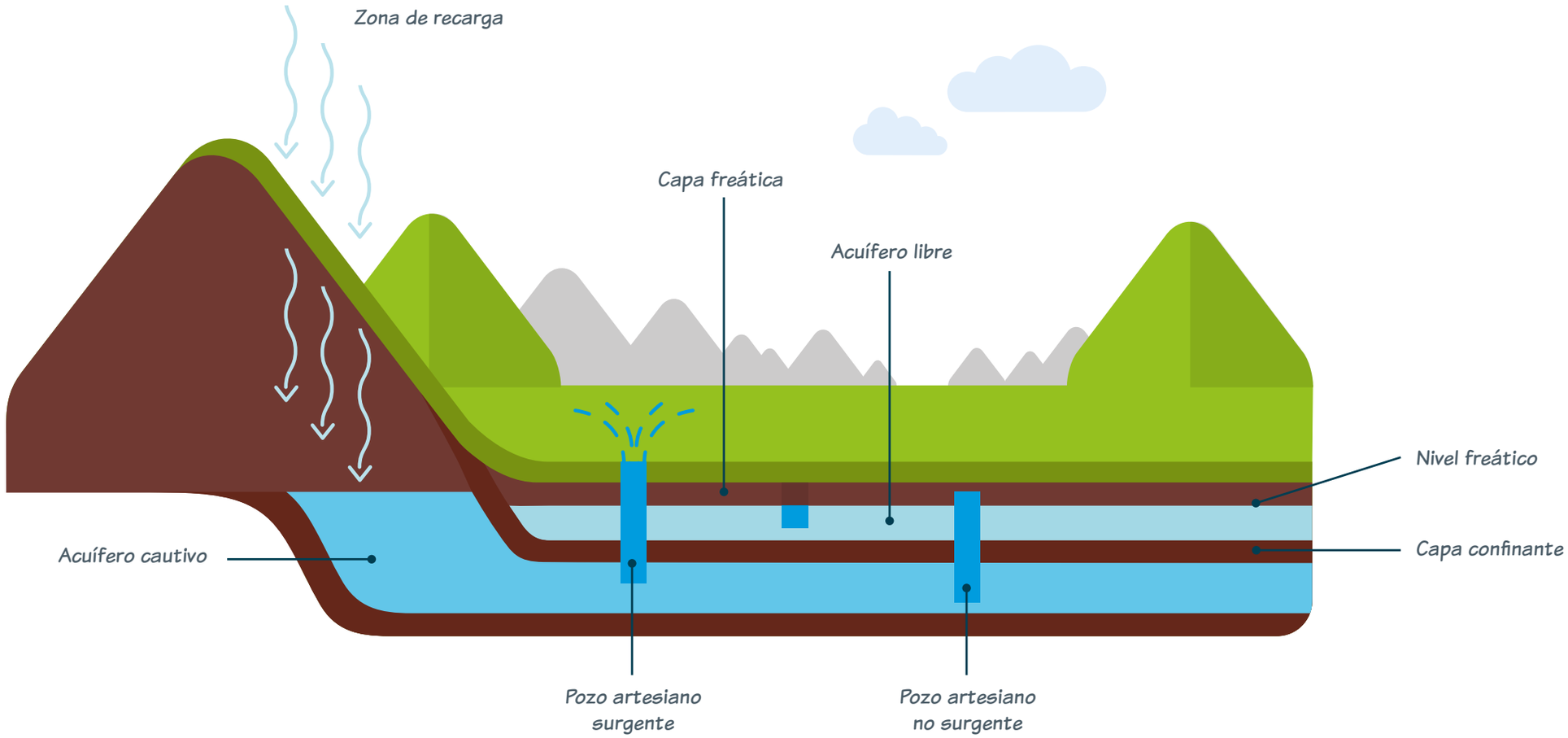
Los acuíferos, una garantía de acopio

En general, hablamos de agua subterránea para referirnos al agua que se infiltra en el terreno y se acumula al llegar a una capa de suelo impermeable, como por ejemplo una capa arcillosa. La profundidad a la que se almacena el agua varía entre solo algunos metros y varios kilómetros.

Los acuíferos son las bolsas de agua subterránea disponibles para su aprovechamiento. Se encuentran en casi cualquier lugar, ya sea una zona húmeda, semiárida o árida.

En ocasiones, el agua subterránea aflora a la superficie o hacia una masa de agua superficial de manera natural. El punto en el que el agua surge recibe el nombre de *manantial*.

Actividad: Bajo nuestros pies



Explotación de acuíferos

La captación del agua almacenada en un acuífero se realiza perforando pozos o realizando sondeos y elevándola de forma manual o mediante bombeo. La perforación realizada debe alcanzar el manto freático, que es el nivel superior que alcanza la capa de agua en el subsuelo, es decir, es la distancia a la que se encuentra el agua desde la superficie del terreno.

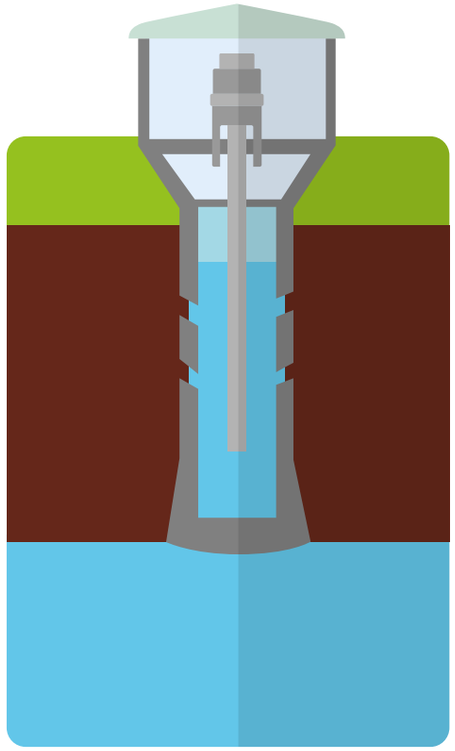
Los pozos y los sondeos son agujeros o perforaciones que se realizan en la tierra para la extracción del agua subterránea. La diferencia entre un pozo y un sondeo está en su tamaño, profundidad y materiales con que se construyen. Los pozos tienen un diámetro grande, de más de un metro, y son poco profundos (máximo 10-12 m). Los sondeos, en cambio, son estrechos y profundos, pueden llegar a 500 metros de profundidad y requieren de máquinas perforadoras para poder realizarse.

Los pozos se recubren de ladrillo hueco o de aros de hormigón con unos orificios para que pase el agua. Los sondeos se revisten de tuberías metálicas con numerosos orificios para permitir el paso del agua.

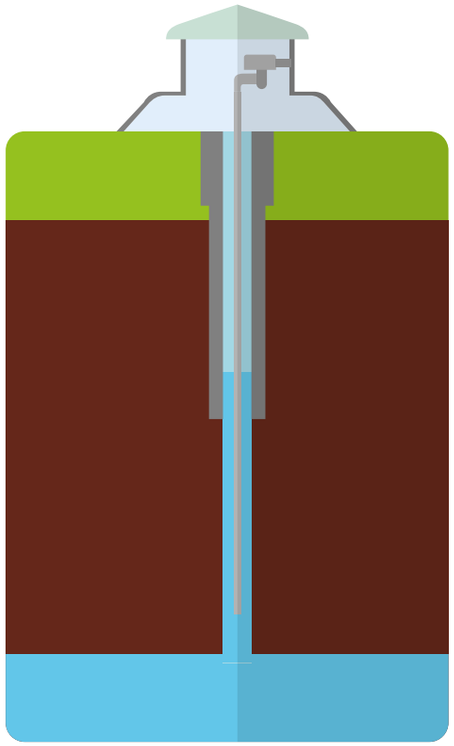
Para extraer el agua es necesario instalar una motobomba y una tubería, salvo en los pozos rurales que hayan sido realizados sin maquinaria, en los que el agua se extrae manualmente.

Para evitar la contaminación del acuífero, las obras de captación deben estar cerradas con el fin de que no pueda entrar ningún objeto.

Una vez realizada la obra de captación, el agua obtenida se transporta mediante tuberías o canales hasta los puntos de consumo, excepto en aquellos pozos en los que el agua se extrae manualmente, en los que el transporte no está canalizado.



Pozo



Sondeo

Explotación de acuíferos (II)

Aunque hasta ahora los acuíferos se consideraban un recurso renovable, el gran aumento que la captación de aguas subterráneas ha experimentado en los últimos años ha provocado que muchos acuíferos estén sobreexplotados y, por tanto, seriamente amenazados.

La explotación de un acuífero debe estar bien planificada, pues la extracción de sus aguas no solo afecta al nivel del agua almacenada bajo tierra. Los acuíferos son un elemento más del ciclo natural del agua y están estrechamente relacionados con las aguas superficiales. Utilizarlos de forma intensiva puede producir una disminución del caudal de ríos y manantiales, desecación de humedales o **intrusión marina**.

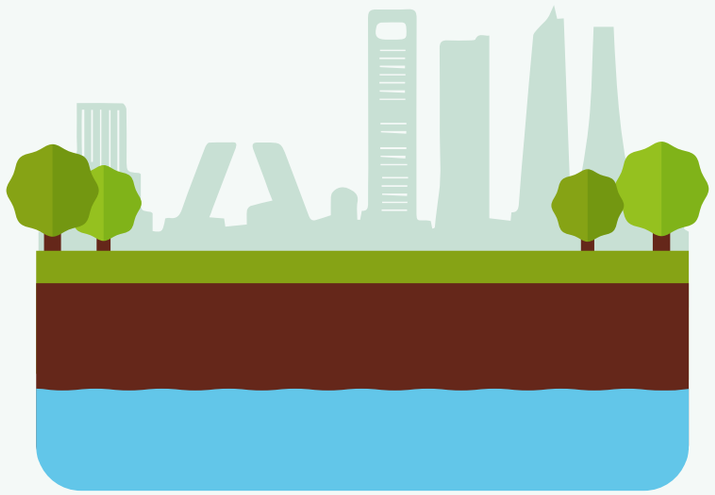
Hay que tener en cuenta también que hay acuíferos que se formaron en el pasado bajo unas condiciones geológicas y climáticas diferentes a las actuales y cuya recarga natural es muy baja o nula. Las aguas de estos acuíferos son las llamadas *aguas fósiles*.

CURIOSIDAD

El número de acuíferos, pozos y sondeos a nivel mundial es díficil de estimar por las dificultades para obtener los datos. Una gran cantidad de pozos se han realizado de forma ilegal y no hay ningún control ni censo de ellos en muchos países.

Aproximadamente el 34 por ciento de la superficie de España está situada sobre acuíferos, de los que se bombean anualmente unos 6,5 km^3 a través de los más de 500 000 sondeos que se estima que existen.

Actualmente, un tercio de la población española y un tercio de las hectáreas de regadío del país se abastecen de aguas subterráneas.



Explotación de acuíferos (III)

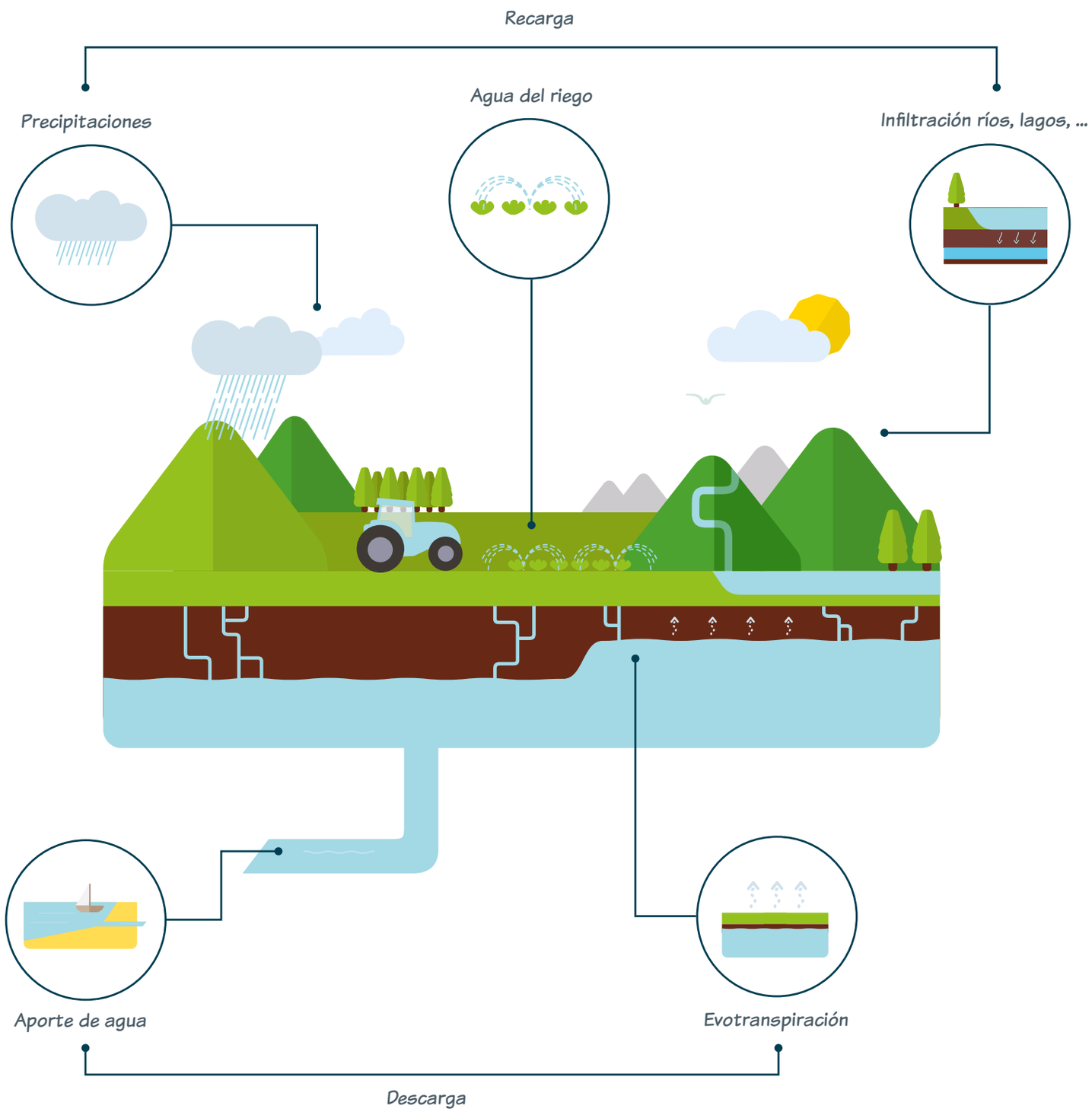
Al igual que un embalse superficial, un acuífero tiene una capacidad determinada de almacenamiento, entradas y salidas de agua. Por lo tanto se puede regular su caudal. El agua que recarga de forma natural puede provenir de varias fuentes:

- Precipitaciones.
- Agua del riego de cultivos.
- Infiltración de ríos, lagos u otros acuíferos adyacentes.

La infiltración de agua en un acuífero se ve influenciada por el ecosistema que haya en la superficie. En lugares deforestados la velocidad de escorrentía del agua es rápida, lo que dificulta su infiltración.

La descarga de agua se produce por los siguientes fenómenos:

- Aporte de agua a manantiales, ríos y zonas húmedas en general, así como al mar.
- Evapotranspiración directa, cuando el nivel piezométrico está muy cerca de la superficie.



La importancia de los acuíferos

Se considera al agua almacenada en los acuíferos la reserva de agua dulce más importante del planeta, ya que cubre casi la mitad de la demanda mundial de agua potable. Gracias a las aguas subterráneas, gran parte de la población ha podido asentarse y sobrevivir en aquellas zonas donde la lluvia y la escorrentía son escasas o imprevisibles. El agua subterránea es vital para la subsistencia y para la alimentación de más de mil millones de hogares en las regiones más pobres de Asia y África.

CURIOSIDAD

Recientemente se ha descubierto que bajo el suelo africano existe una enorme reserva de agua subterránea, cuyos acuíferos más importantes se situarían en el norte. Se cree que el volumen total de agua subterránea allí almacenada asciende a medio millón de kilómetros cúbicos, cantidad que equivaldría a veinte veces el agua que recibe toda África en un año a través de las precipitaciones.

Estos acuíferos se formaron hace 5000 mil años, cuando el Sáhara estaba cubierto por vegetación de sabana y contaba con numerosos lagos. Hoy las condiciones son bien distintas y estos acuíferos no se recargan con el agua de las precipitaciones.

La relación entre embalses y acuíferos

Como ya se ha comentado, las aguas superficiales y las subterráneas están relacionadas entre sí y se afectan mutuamente. Este hecho implica que deben tratarse como un recurso hídrico único y no de forma independiente.

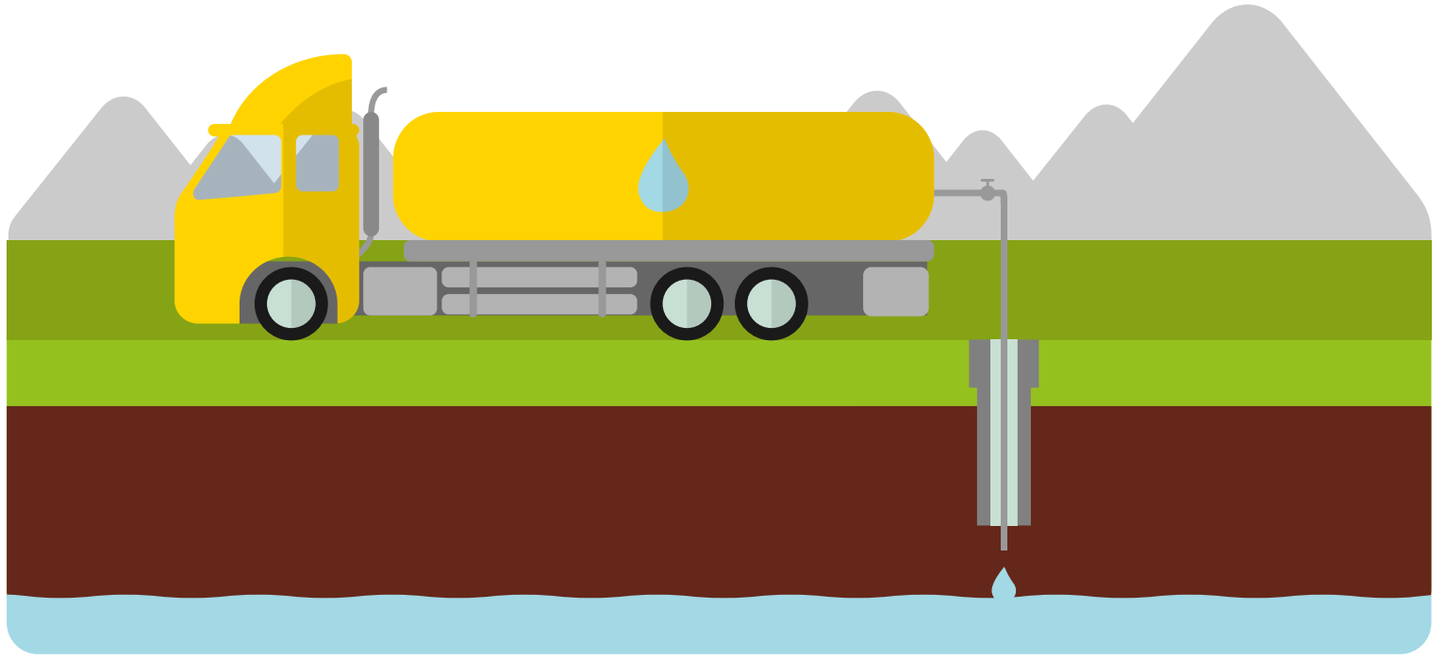
Actualmente la gestión del agua, en su fase de captación, utiliza de forma conjunta las aguas superficiales y las subterráneas.

En el uso conjunto alternativo de embalses y acuíferos se trata de optimizar los recursos hídricos de los que se dispone. Con este tipo de gestión, se captan las aguas de los embalses en las épocas de mayor precipitación, pues la disponibilidad de agua superficial es mayor. Por el contrario, en períodos secos se utiliza más agua subterránea.

Recarga artificial de acuíferos

Es la introducción, por parte del ser humano, de agua en un acuífero. Son varios los objetivos por los que se puede llevar a cabo esta práctica:

- Aumentar la disponibilidad de agua (utilizar el acuífero como embalse regulador o depósito de almacenamiento).
- Mejorar la calidad del agua subterránea.
- Reducir la pérdida de agua causada por los bombeos.
- Compensar la disminución de la recarga natural debida a actividades tales como desvío de cauces, encauzamientos, obras civiles, etc.
- Evitar la intrusión salina en acuíferos costeros.

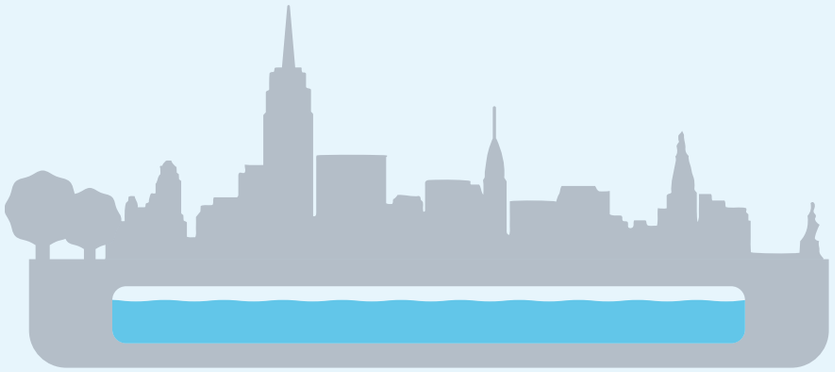


ENLACE CON LA ACTUALIDAD

El desarrollo de muchas ciudades ha estado relacionado con el uso de las aguas subterráneas. Actualmente, ciudades tan importantes como **México, Calcuta, Shanghái, Pekín, París, Manila, Londres o Buenos Aires se abastecen principalmente de aguas subterráneas.** A los pies de Long Island hay un acuífero que abastece a más de 4 millones de neoyorquinos.

En España, el porcentaje de uso de las aguas subterráneas para el abastecimiento urbano es uno de los más bajos de Europa, en torno al 30 por ciento, frente a más del 70 por ciento de media del resto de países europeos.

Pero la importancia de los acuíferos va más allá de ser un reservorio de agua dulce: **cumplen una función muy importante en la naturaleza.** Las aguas subterráneas contribuyen a sustentar el caudal de ríos, manantiales, lagos, humedales y otras zonas húmedas. También forman parte activa de muchos procesos geológicos, o controlan la intrusión de las aguas salinas en zonas costeras. **Mantenerlos en buen estado es fundamental para la salud de casi un tercio de los ecosistemas continentales.**



Nueva York

Madrid

Capítulo 4
Los sistemas de captación de ayer y de hoy

El agua ocupa un papel protagonista en la historia, la cultura y la forma de vida del ser humano. Desde los primeros pobladores hasta el día de hoy, ha sido un recurso clave para el desarrollo de las diferentes culturas. Disponer de una fuente de agua cercana era una necesidad que había que tener asegurada.

Grandes civilizaciones en torno a grandes ríos

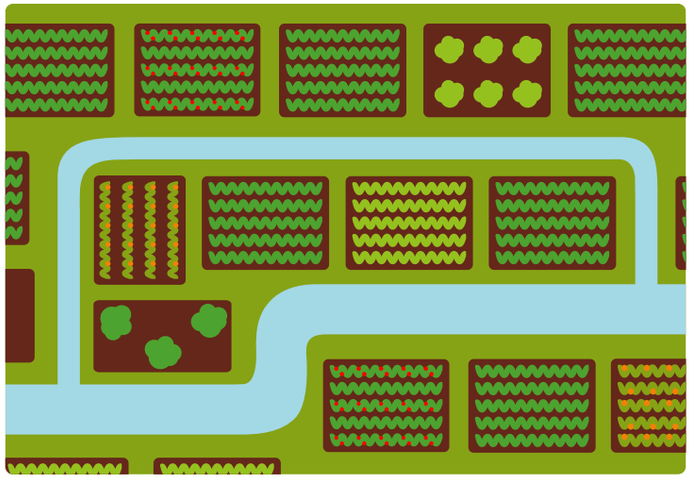
No es de extrañar que, dada la importancia del agua para la vida, los primeros asentamientos humanos surgieran en torno a ríos o lagos. El conocimiento y dominio que los habitantes de los primeros asentamientos fueron ejerciendo sobre el agua les permitió desarrollar una agricultura de regadío que proporcionaba una fuente de alimentación estable y segura a lo largo de todo el año. Gracias a ello la población fue creciendo y organizándose en grandes núcleos urbanos que dieron lugar a las primeras civilizaciones.

A lo largo de la historia encontramos diversos ejemplos de civilizaciones que surgieron o se expandieron gracias a un eficaz apovechamiento del agua.

Las más conocidas son Mesopotamia (hacia el cuarto milenio antes de nuestra era) y Egipto (tercer milenio antes de nuestra era), en Oriente Medio. El éxito y la prosperidad de estas dos grandes civilizaciones tienen su base en el desarrollo de un gran sistema de infraestructuras hidráulicas basado en la captación y distribución del agua mediante presas y canales. Este sistema les permitió extender la agricultura de regadío a lugares alejados de los ríos principales y estimular el comercio y la producción agrícola.

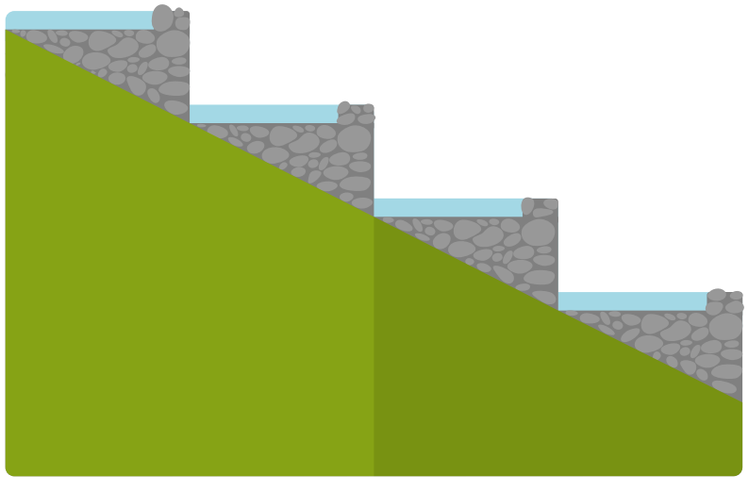
La captación del agua en las antiguas civilizaciones

Todas las grandes civilizaciones tienen en común en su origen el desarrollo de una agricultura próspera que solo fue posible gracias al dominio del agua mediante el impulso de varias infraestructuras hidráulicas. Aunque la disponibilidad de agua variaba de una región a otra, desde la abundancia del Imperio inca hasta la escasez de Mesopotamia, la mayor parte de ellas desarrollaron estructuras similares que consistían básicamente en diques, presas, acueductos, pozos y canales, con el objetivo de captar agua



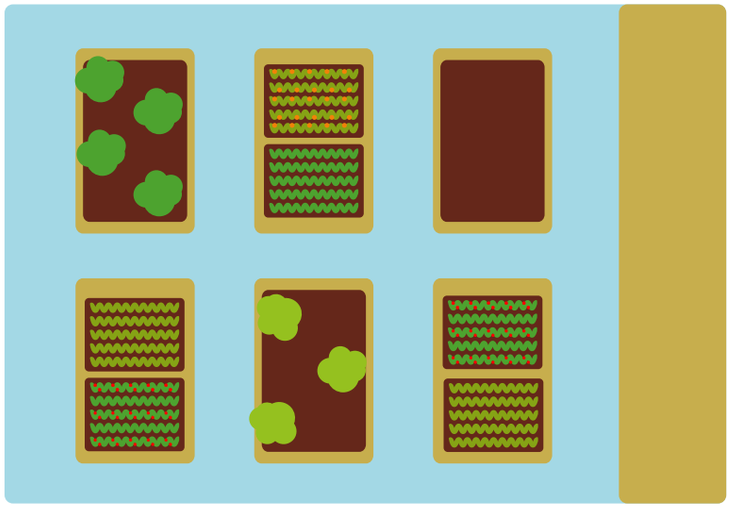
Mesopotamia y Egipto. Estas dos culturas destacan por el desarrollo de grandes infraestructuras hidráulicas de captación y transporte de agua como diques y canales.

Uno de los objetivos principales de los diques era la protección de las poblaciones frente a las inundaciones periódicas y estacionales que ocasionaban sus grandes ríos. Otro era lograr captar y derivar el agua de las inundaciones a grandes terrenos para obtener tierras fértiles en unas regiones sometidas a un clima extremo.

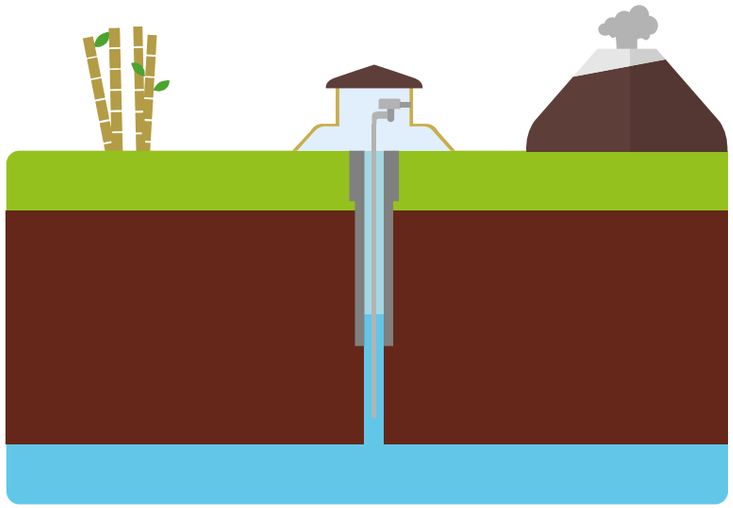


Cultura inca. La cultura inca tuvo que desarrollar un sistema capaz de retener la abundante agua de la región, que recorría a gran velocidad las escarpadas laderas de los valles andinos. El resultado fue una amplia red de terrazas, llamadas *andenes*.

La captación del agua en las antiguas civilizaciones (II)



Cultura azteca. La cultura azteca logró cultivar sobre la superficie de lagos y crear una red de canales dragados en sus lechos, que servían también para el transporte.

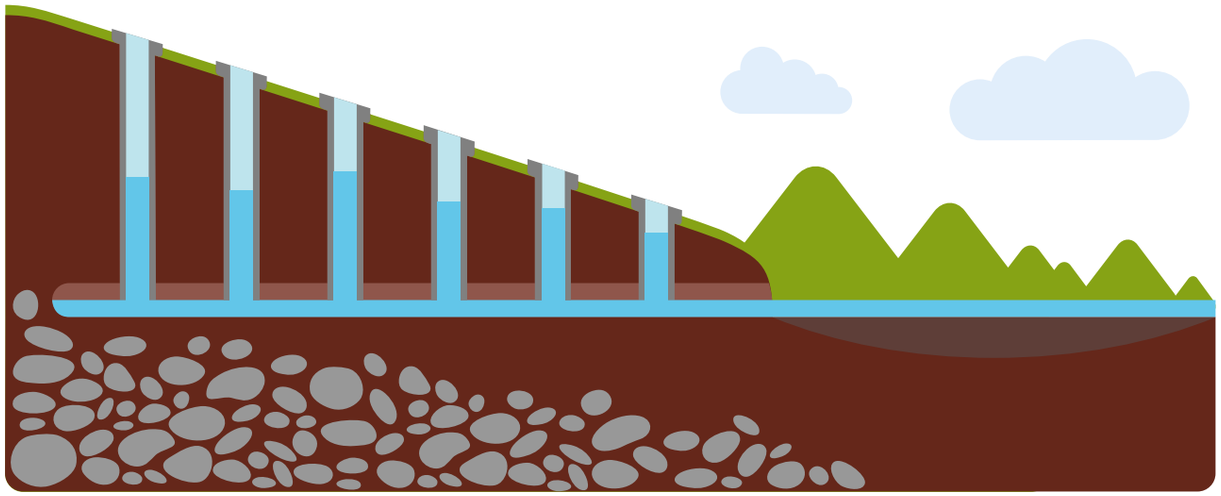


China. Aparte de canales y embalses, en la antigua China también se realizaron captaciones de agua subterránea mediante la construcción de pozos abiertos con y sin galería. En ocasiones realizaban perforaciones de pequeño diámetro —lo que hoy se conoce como *sondeos*—, con los que llegaron a alcanzar 1500 metros de profundidad.

Imperio romano. Puede decirse que la cultura romana era una cultura del agua, debido al papel protagonista de este elemento en su estilo de vida. Estaba tan bien valorada que su mal uso era castigado. Para la captación de agua, los ingenieros preferían los manantiales y el agua subterránea a los ríos, cuyas aguas solían estar más turbias.

Aún nos quedan ejemplos de la diversidad de infraestructuras hidráulicas construidas por los romanos, como pozos, canales, acequias, presas, etc. Los romanos destacaron también por ser maestros en la construcción de grandes acueductos para el transporte y distribución del agua que persisten hoy en día.

La captación del agua en las antiguas civilizaciones (III)

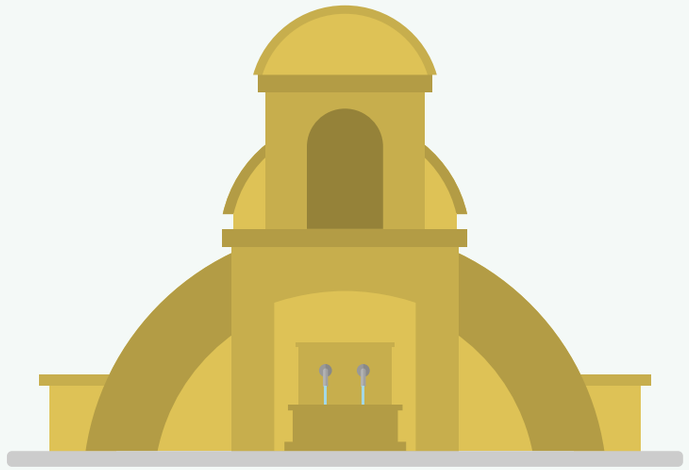


Al-Ándalus. El territorio peninsular ocupado por los musulmanes durante la Edad Media se vio beneficiado por la cultura islámica del agua. Esta cultura combinaba todas las infraestructuras hidráulicas desarrolladas hasta la fecha por romanos y otras culturales orientales. Su aportación fue aplicar y extender su uso al ámbito rural y no solo al urbano, como había ocurrido durante la época romana, lo que supuso la introducción de la agricultura de regadío en la región. Las ciudades árabes de Al-Ándalus disponían de un eficaz sistema de captación de agua basado en la instalación de varios aljibes por la ciudad y de un sistema de acequias para transportar y distribuir el agua de un punto a otro, así como de pozos negros para evacuar las aguas fecales de las viviendas.

Presas, azudes y norias formaron parte también del sistema hidráulico andalusí, pero una de sus mayores aportaciones fue la introducción en la Península de los *qanats* (sistema de captación de aguas subterráneas cuyo origen se remonta al siglo VIII antes de nuestra era).

CURIOSIDAD

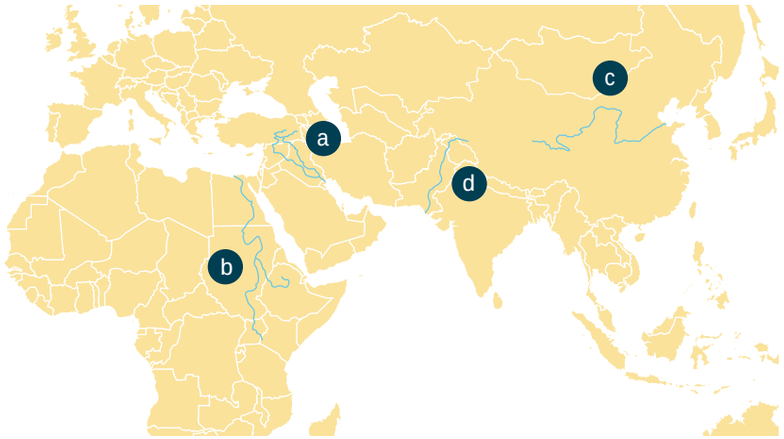
Aún se mantiene en funcionamiento el sistema de aljibes urbanos del barrio granadino del Albaicín desarrollado durante la época andalusí.



Aljibe de San Nicolás - Siglos XV-XVIII

Grandes ríos de grandes civilizaciones

Mapa de situación de los ríos:



a. Tigris y Éufrates
b. Nilo
c. Amarillo
d. Indo

Comparativa de longitud de los ríos:

Éufrates - 3600 kilómetros

Nilo - 6600 kilómetros

Amarillo - 5400 kilómetros

Indo - 3000 kilómetros

Ríos Tigris y Éufrates: Mesopotamia. El Éufrates, con 3600 kilómetros de longitud, es el río más largo del sudoeste de Asia y ejerce de frontera occidental de Mesopotamia. El río Tigris, de menor longitud —1900 kilómetros—, actúa de límite oriental. Las aguas de ambos contienen muchos sedimentos, principalmente limos, lo que las converten en un fertilizante natural de las tierras por las que transcurren.

Río Nilo: Egipto. El Nilo surge de la confluencia del Nilo Blanco, que nace en los Grandes Lagos de África Central, y el Nilo Azul —nace en el lago Tana, en Etiopía, y fluye a lo largo del sudeste de Sudán—, y desemboca en el Mediterráneo tras recorrer unos 6600 kilómetros. La civilización egipcia solo ocupó los últimos 1300 kilómetros, en los que la navegación era posible. Las ciudades egipcias se situaron siempre en su margen oriental, puesto que el nacimiento del sol simbolizaba la vida y siempre amanecía por oriente. Las necrópolis y los templos funerarios, en cambio, se situaban en la orilla contraria.

Río Amarillo: China. Con más de 5400 kilómetros, el Amarillo es el segundo río más largo de China, después del Yangtsé, pero históricamente es considerado el más importante por ser la cuna de la antigua civilización china. En su cuenca se han hallado yacimientos arqueológicos que atestiguan la presencia humana ininterrumpida desde la prehistoria. Su nombre se debe a la gran cantidad de materiales en suspensión que llevan sus aguas y que le dan ese color.

Río Indo: India y Pakistán. El río Indo nace en el Tíbet y atraviesa Pakistán y la India hasta desembocar en el océano Índico tras recorrer más de 3000 kilómetros. Al igual que otros grandes ríos, se desborda todos los años e inunda amplias zonas en las que deposita sedimentos fértiles, lo que propició el desarrollo agrícola de la región y dio origen a la cultura del valle del Indo, uno de los primeros y más importantes asentamientos urbanos del mundo.

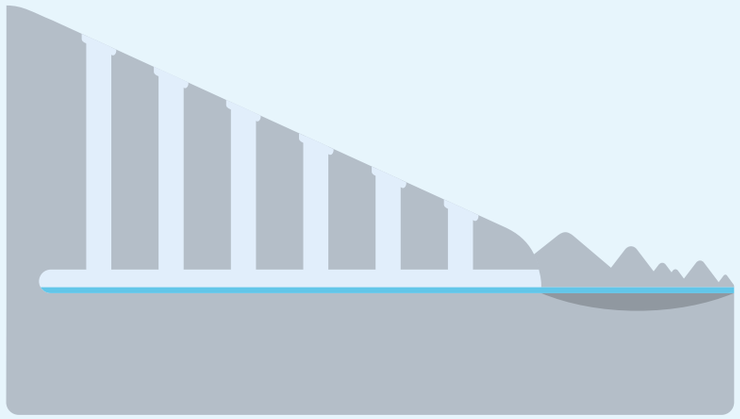
ENLACE CON LA ACTUALIDAD

La villa de Madrid estaba emplazada en una meseta a 100 m sobre el río Manzanares como situación estratégica de defensa. Esto dificultaba el disponer de agua en la ciudad. Además eran frecuentes los problemas de sequía en verano.

Antes de la llegada a la ciudad de Madrid de las aguas del río Lozoya en 1858 se usaba un histórico sistema de abastecimiento, **los *qanats***, conocido también como 'los Viajes de Agua', **un conjunto de galerías subterráneas** que conducían hasta la ciudad las aguas de lluvia retenidas en el subsuelo debido a la impermeabilidad del terreno. Para su aprovechamiento se disponía de una serie de **pozos verticales** espaciados entre sí por los que el agua se movía por gravedad.

El origen de este sistema se remonta a muchos siglos atrás. Su uso se conoce tanto en la **cultura romana como en las prearábicas**. La palabra *qanat* se usaba en la cultura árabe para denominar a las galerías subterráneas, túneles o minas construidos para captar las aguas de lluvia almacenadas en el subsuelo.

Al otro lado del río, los terrenos que se extendían hacia el norte y el oeste estaban formados por capas alternas de arenas y arcilla, lo cual favorecía la infiltración del agua de lluvia en el terreno y su retención en las capas impermeables del subsuelo. Al tratarse de zonas de mayor altura respecto a la villa, se construyeron túneles subterráneos que aprovechaban el desnivel para conducir el agua por gravedad desde estas regiones hacia los puntos de consumo de la ciudad: fuentes públicas y privadas, lavaderos, conventos y acequias para el riego de las huertas.



Actualmente existen unos 22 000 qanats en el mundo, muchos de ellos en funcionamiento. Este sistema de captación del agua subterránea se extendió rápidamente a través de la India, Arabia, Egipto, África del Norte, Estados Unidos y España.

Ingenios humanos que combaten la escasez de agua

La dependencia del ser humano con respecto al agua le ha motivado a desarrollar a lo largo de la historia varios sistemas de captación para asegurar su abastecimiento, el riego de cultivos o el control de inundaciones.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de ingenios diseñados con esta finalidad.

Captación del agua de lluvia

También llamada *cosecha de lluvia* en algunas regiones, la captación de agua de las precipitaciones ha sido utilizada desde siempre por todas las culturas. Actualmente es una solución muy eficaz y rentable en regiones con escasez de agua y pocos recursos económicos o con las fuentes de agua en mal estado. La captación del agua de lluvia ha experimentado un gran auge en los últimos años.

El agua así obtenida se destina a regar cultivos y a uso ganadero o doméstico. La variedad de usos y técnicas utilizadas ha dado lugar a una gran diversidad de sistemas que se pueden englobar en los siguientes tipos:

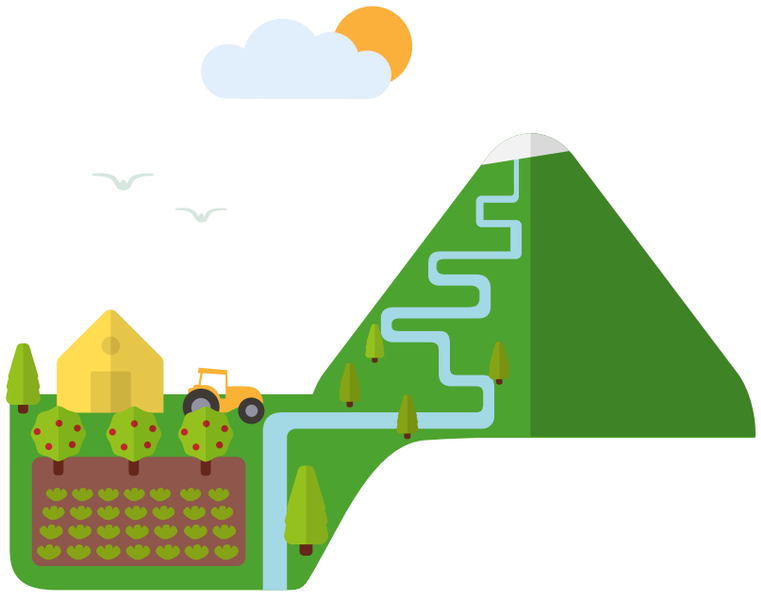
Captación de la escorrentía superficial. Este tipo de captación se emplea habitualmente en el riego de cultivos. Consiste en aprovechar la pendiente natural del terreno por la que discurre el agua tras una precipitación. Para ello se realizan en la tierra surcos, hoyos, zanjas, etc. en los que se sitúa el cultivo y en los que el agua queda almacenada y retenida, filtrándose al subsuelo. En función del área de terreno trabajada para este fin y de la pendiente del mismo, se habla de micro o macrocaptación.

Esta técnica engloba también la derivación de las aguas de torrentes, ramblas, avenidas, etc. En estos cauces temporales de agua se construyen barreras —como muros de piedra o pequeñas presas o diques— para retener el agua, que es derivada a través de un pequeño canal hacia el terreno de cultivo o hacia un lugar de almacenamiento temporal, como una balsa o estanque.

CURIOSIDAD

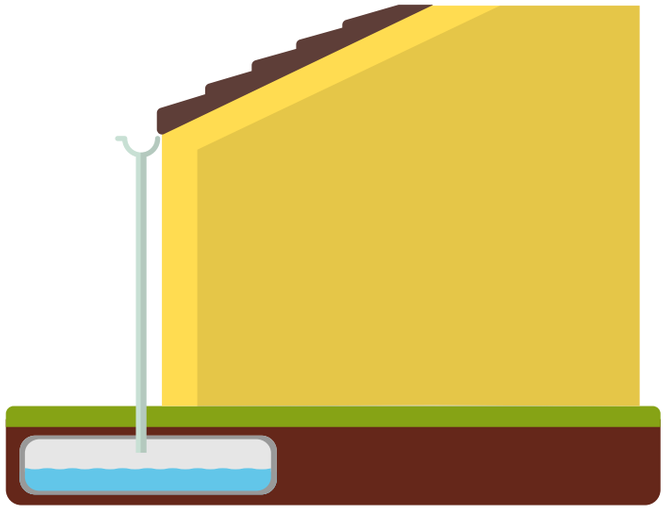
El almacenamiento del agua en el subsuelo és una practica muy antigua. En el desierto de Néguev, en Israel y Jordania, tambien se han descubierto sistemas de captación del agua de lluvia que datan de más de 4000 años.

Durante el Imperio Maya se almacenaba el agua de lluvia. Uno de los sistemas que utilizaron consistía en la captación de agua y su almacenamiento en cisternas excavadas en el suelo, llamadas *chultuns*, que tenían en torno a 5 metros de diámetro.



Ingenios humanos que combaten la escasez de agua (II)

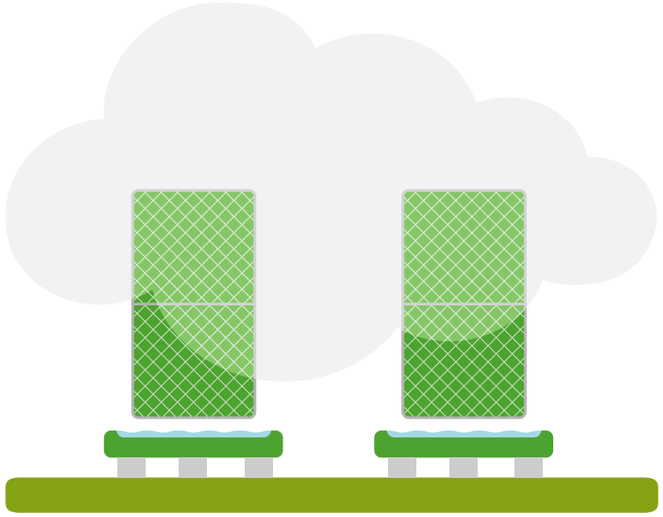
Cosecha de agua de estructuras impermeables. Es la técnica más conocida de captación y aprovechamiento del agua de lluvia y consiste en recogerla en superficies impermeables o poco permeables como techos de viviendas, superficies de hormigón, mampostería, plástico, etc. En la parte inferior del tejado se coloca una canaleta para recoger el agua de escorrentía y, a través de una tubería, se dirige hacia la estructura de almacenamiento, que suele ser un depósito subterráneo o un estanque o cisterna. El agua captada con este sistema es la de mejor calidad para el uso doméstico.



CURIOSIDAD

Los tejados de las casas romanas estaban diseñados para captar el agua de lluvia. Tenían una apertura cuadrangular y estaban inclinados hacia el interior, donde se situaba el patio. El agua de los tejados llegaba a este espacio y se almacenaba en un depósito central o en una cisterna subterránea.

Captación de agua atmosférica (más conocida como *atrapanieblas*). Mediante esta técnica se consigue captar el agua contenida en la niebla. En determinadas regiones del planeta la presencia de nieblas es muy común; en cambio, las precipitaciones en forma de lluvia son muy escasas o nulas, por lo que este fenómeno atmosférico representa una importante fuente de agua. En estos casos, la captación de agua se realiza a través de unas mallas sujetadas por paneles que logran retener las gotitas de agua suspendidas en la niebla. Las gotas se van uniendo unas a otras, se hacen más grandes y se desplazan hacia la base del panel, donde precipitan en una canaleta situada debajo de la malla. Este sistema de captación solo puede darse bajo unas condiciones climáticas y orográficas determinadas, ya que la niebla debe ser densa y constante y debe desplazarse muy cerca de la superficie.

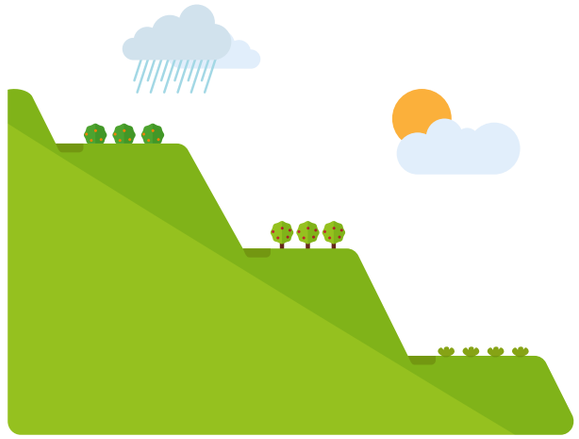


El sueño del agua. Cazadores de nubes. Desierto de Atacama, Chile

Ingenios humanos que combaten la escasez de agua (III)

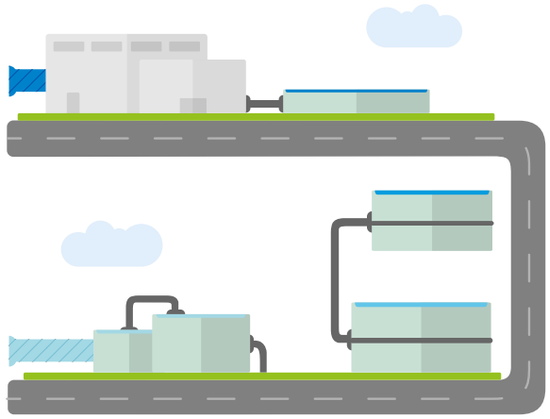
Aterrazamiento del terreno

Consiste en allanar el terreno mediante la construcción de bancales o terrazas sujetos por muros de contención de piedra o madera, situados de forma perpendicular a las curvas de nivel del suelo. Mediante el aterrazamiento del terreno se consigue ampliar la superficie de cultivo en llano, retener el agua de escorrentía al disminuir la velocidad del agua y reducir la erosión del suelo. Es una práctica habitual en terrenos de gran pendiente. Este sistema se ha desarrollado en diferentes puntos del planeta, pero es en Asia y Sudamérica donde está más extendido.



Desalinizadoras

La desalinización es el proceso mediante el cual se extrae la sal al agua de mar o al agua salobre para que sea apta para determinados usos. Es una de las técnicas de obtención de este recurso más novedosas y se utiliza para abastecer a aquellas regiones en las que la disponibilidad de agua dulce es escasa. Por su alto coste económico y ambiental, por ahora se recurre a la desalación solo cuando no existe ninguna otra alternativa. Actualmente existen en torno a 7000 desaladoras en todo el mundo.



Actividad: Necesitamos agua, ¿cómo lo hacemos?

ENLACE CON LA ACTUALIDAD

Actualmente la captación del agua de lluvia está muy extendida en todo el mundo. Estos son algunos ejemplos:

- **India**. En ciudades como Chennai y Nueva Delhi los sistemas de captación del agua de lluvia son obligatorios.

- **China**. El Gobierno ha desarrollado un proyecto llamado “121” con el que se está abasteciendo a 5 millones de personas y 1,18 millones de cabezas de ganado. Cada familia ha recibido apoyo económico para construir un campo de recolección de agua, dos lugares de almacenamiento y un terreno adecuado para cultivar.

- **Singapur**. Gran parte de los techos de los edificios están adaptados para la captación del agua de lluvia, que luego se almacena en cisternas.

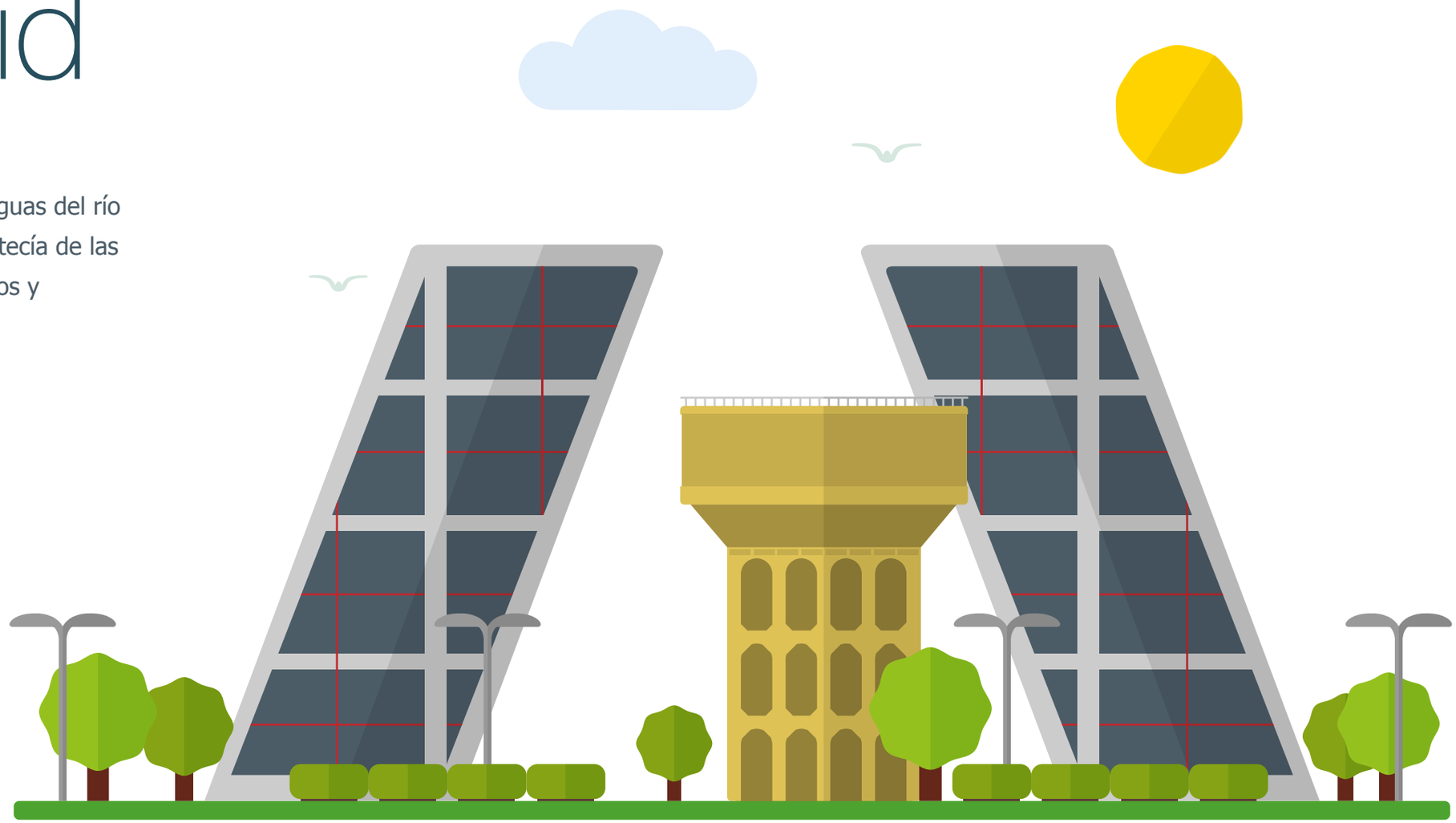
- **Japón**. En Tokio se está favoreciendo la implantación de unas estructuras que recogen el agua de lluvia de los techos y la almacenan en un pozo subterráneo y luego se extrae a través de una bomba. Se las conoce como sistema *Ronjinson*.

- **Bangladesh**. El agua subterránea está contaminada por arsénico, por lo que se ha tenido que impulsar la instalación de sistemas de captación del agua de lluvia para el abastecimiento de la población.

- **Canadá**. Se fomenta la instalación de tanques plásticos por parte de particulares mediante un subsidio. El tanque se utiliza para captar el agua de lluvia proveniente de los techos y luego se emplea en el riego de jardines y para uso doméstico.

Capítulo 5
El agua en la Comunidad de Madrid

Hasta que el día de San Juan de 1858 las aguas del río Lozoya llegaron a Madrid, la capital se abastecía de las aguas subterráneas mediante la red de pozos y galerías subterráneas.



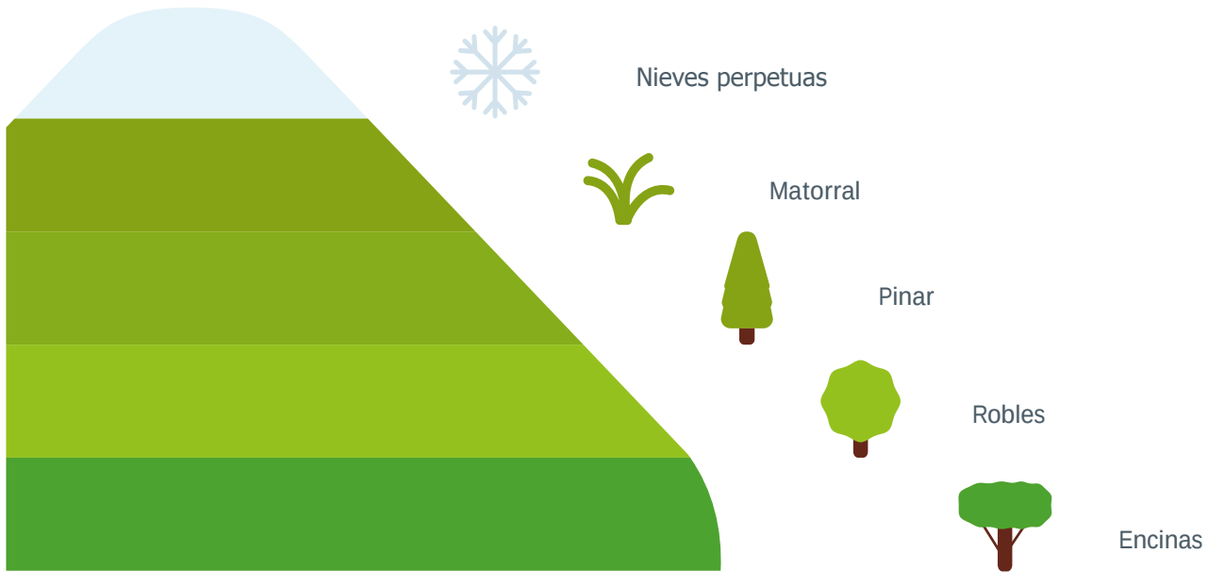
Un clima de grandes contrastes

El clima de una región es el resultado de la interacción entre su orografía y las condiciones atmosféricas.

Aunque la mayor parte del territorio madrileño está sometido a climas de tipo mediterráneo continental, se distinguen dos áreas claramente diferenciadas: el llano, al sur, presenta un clima mediterráneo cálido y seco, mientras que la sierra, al norte, disfruta de un clima mediterráneo más frío y húmedo. Este gran contraste se debe al Sistema Central, que actúa como barrera y con frecuencia bloquea el avance de los frentes de lluvia oceánicos hacia el interior.

Esta diferencia es palpable en el gradiente norte-sur de temperaturas y precipitaciones. Mientras la sierra presenta temperaturas medias anuales inferiores a 10 grados centígrados, en el suroeste y el sureste las temperaturas medias anuales son superiores a los 14. Lo mismo sucede con la pluviometría. En la sierra se alcanzan valores máximos de precipitación anual por encima de los 1000 litros anuales por metro cuadrado, y valores mínimos de evapotranspiración potencial en torno a 550. Estos valores se invierten progresivamente en el sureste, donde la precipitación alcanza cifras anuales de 450 litros anuales por metro cuadrado y la evapotranspiración asciende a 750.

Una tercera zona climática se presenta en el área urbana de Madrid. La escasez de vegetación, el aumento de evaporación y la elevada cantidad de energía calorífica generada y desprendida por la actividad urbana provocan un efecto isla que se manifiesta, entre otros aspectos, en un aumento de las temperaturas nocturnas.



CURIOSIDAD

¿Sabías que la última sequía en la Comunidad de Madrid se declaró en septiembre de 2005?

Ese año, Canal de Isabel II aprobó el nivel 1 de alerta por sequía severa cuando las reservas de agua de los embalses madrileños se situaron en el 37,2 por ciento de su capacidad. Dicho año hidrológico pasó a la historia como el más seco de los últimos
129 años.

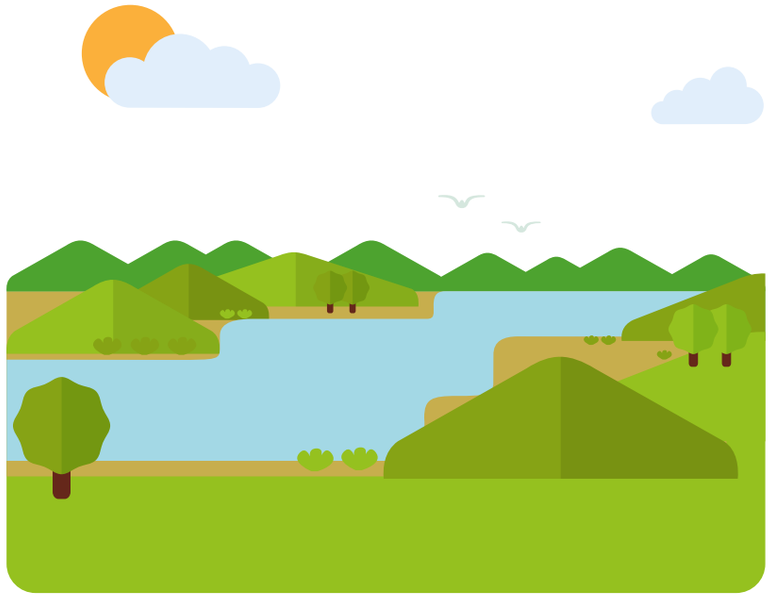
Una orografía accidentada

La Comunidad de Madrid, localizada en el centro de la Meseta Central española y al sur de la sierra de Guadarrama, presenta una orografía variable donde pueden identificarse dos unidades claramente diferenciadas: la sierra y el llano, conocido también como llanuras del Tajo. Como transición entre ambas encontramos una tercera unidad, la Rampa. Los grandes contrastes topográficos entre ambas zonas están directamente relacionados con las diferencias en la cantidad de agua precipitada y la tipología de los recursos hídricos aprovechables.

En el límite noroccidental de la región encontramos un frente montañoso de 140 kilómetros de largo por 25 de ancho, donde se distinguen tres zonas: Somosierra, Guadarrama y las estribaciones de Gredos.

Las montañas de la sierra, con altitudes que superan los 2000 metros, retienen los frentes lluviosos oceánicos y no permiten su paso hacia el sur. Por ello llueve con más frecuencia e intensidad y las precipitaciones anuales se sitúan entre los 700 y los 2000 litros anuales por metro cuadrado y, aunque la roca granítica no permite que el agua se acumule en el subsuelo, abunda el agua superficial. La presencia de ríos y arroyos en esta zona junto con la orografía y la geología de la sierra permiten que en el norte de nuestra Comunidad la principal fuente de captación de agua sean los embalses.

Una orografía accidentada (II)



La depresión, el llano o llanuras del Tajo comienza al pie de la sierra y discurre en dirección sur formando páramos y alcarrias en las zonas más altas, cerros en los relieves intermedios y llanuras aluviales y terrazas en los valles. En el llano se sitúan las altitudes más bajas de la Comunidad, con una cota mínima de 430 metros sobre el nivel del mar en el cauce del río Alberche, en Villa del Prado.

La zona del llano es mucho más seca que la sierra. Aquí, la precipitación anual se sitúa entre los 300 y los 600 litros anuales por metro cuadrado. Los ríos de la sierra se unen en el llano y, por ello, encontramos menos ríos pero más amplios. Además, la geología de la llanura, con materiales más permeables, facilita la infiltración y la acumulación del agua en el subsuelo. En esta zona los acuíferos son una importante fuente de captación de agua.

A la zona de transición entre la sierra y el llano se le conoce como la Rampa. Esta unidad está formada por materiales procedentes de la sierra, que dan lugar a la formación de rañas y sedimentos de diverso origen. En la Rampa aparecen también de manera aislada depósitos calizos de origen secundario.

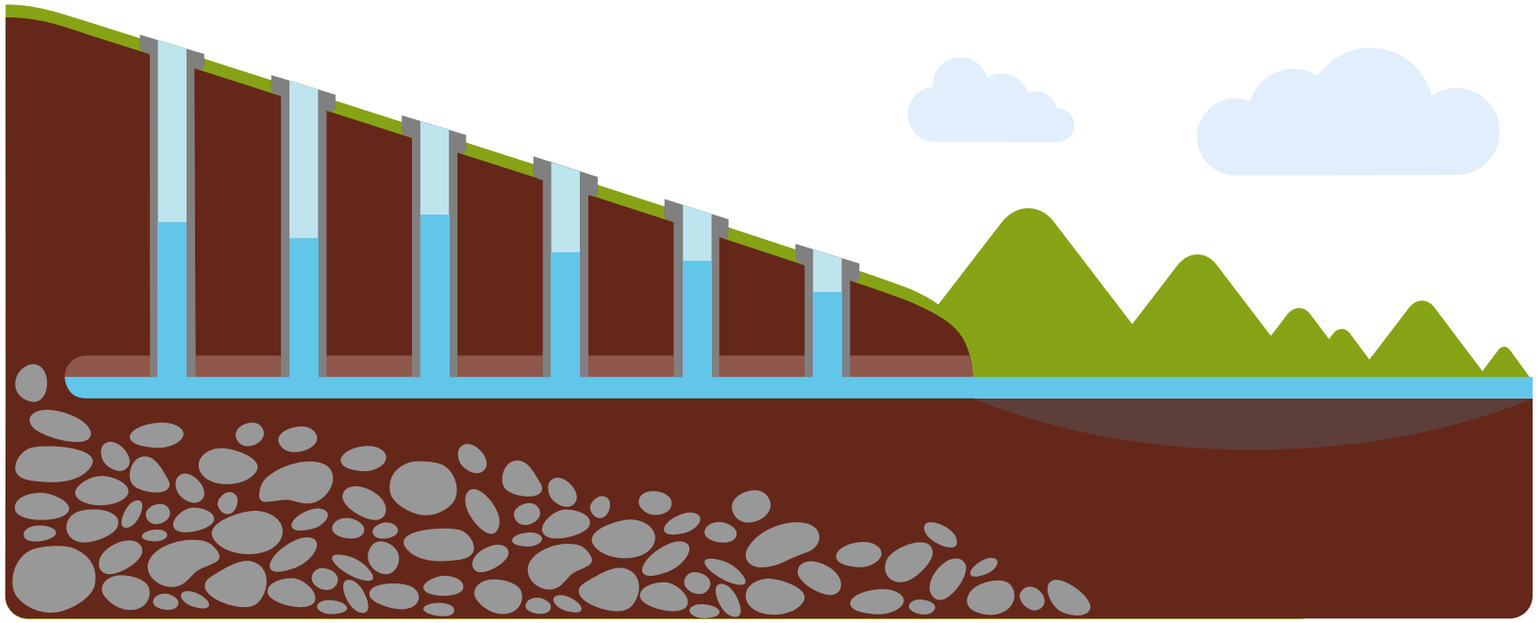
Actividad: De Madrid al... Río

¿Madrid, sin un gran río capital de una nación?

Normalmente las grandes capitales del mundo cuentan con un gran río que actúa como eje de comunicación y riqueza comercial. Pero el caso de Madrid, capital de España desde 1561 (salvo entre los años 1591-1606, que fue Valladolid quien ostentó el título) es distinto, pues el río que la atraviesa, el Manzanares, es de pequeñas dimensiones y aunque se elaboraron varios proyectos para ello, nunca llegó a ser navegable.

Cuando Felipe II decidió trasladar la Corte a Madrid y establecer allí la capital, la ciudad ya estaba considerada un punto estratégico defensivo muy importante. Se cree que fueron varios los motivos de esta decisión: su situación en el centro de la península, la confluencia de varios caminos, los cercanos terrenos de caza, su proximidad a El Escorial, el clima —más suave que el de Toledo— y desligarse del poder del Arzobispado de esta ciudad fueron algunos de ellos.

A pesar de no disponer de un gran río que surtiese de agua a la capital, el abastecimiento de la población estaba asegurado. Madrid disponía de agua suficiente gracias a la red de pozos y galerías subterráneas (qanats) que databan de la época árabe, los llamados "Viajes de Agua".

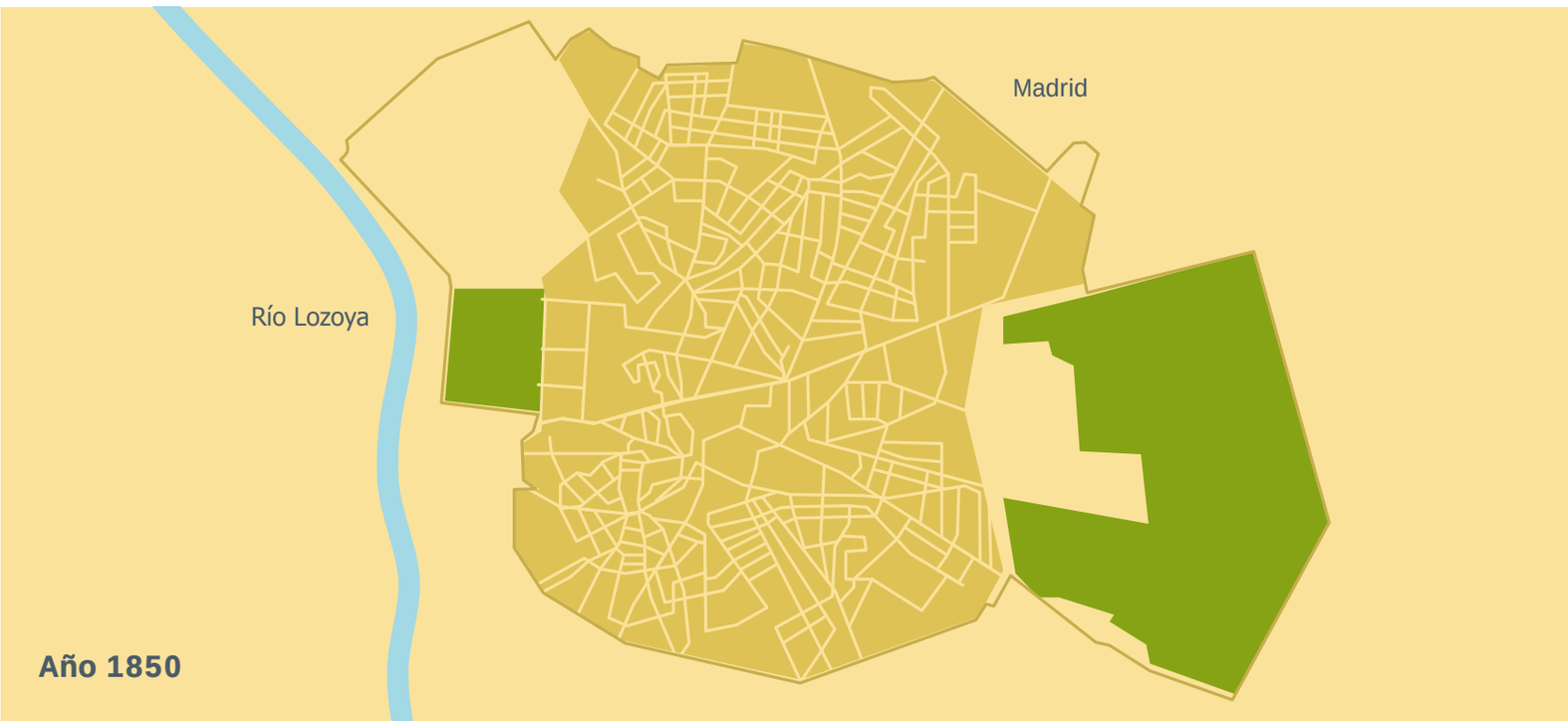


¿Madrid, sin un gran río capital de una nación? (II)

Años más tarde, ya en el siglo XIX, la población alcanzó un tamaño considerable y el agua empezó a ser un problema higiénico y sanitario que impedía el crecimiento de la capital.

En 1848, bajo el reinado de Isabel II, el Consejo de Ministros, presidido por Juan Bravo Murillo, aprueba un Real Decreto para abastecer de agua a Madrid y, en 1851, se aprueba un proyecto diseñado por dos ingenieros visionarios —Juan Rafo y Juan de Ribera— que idean traer el agua desde la cabecera del río Lozoya, a 70 kilómetros de distancia, hasta la ciudad.

Siete años más tarde, después de superar muchos problemas, los madrileños contemplaron, con estupor y alegría, cómo un gran chorro de agua del Lozoya se elevaba desde una fuente monumental instalada en pleno centro de la ciudad, en la calle de San Bernardo.



CURIOSIDAD

Desde 1990 la Comunidad de Madrid cuenta con la Ley de Protección de Embalses y Zonas Húmedas, que dio lugar al Catálogo de Protección de Embalses y Zonas Húmedas. Actualmente este catálogo incluye 14 embalses y 23 humedales, que reciben una protección complementaria a la aportada por la Ley de Aguas.

Entre los objetivos de esta ley se contempla "proteger la calidad de las aguas continentales y en particular las destinadas al abastecimiento".

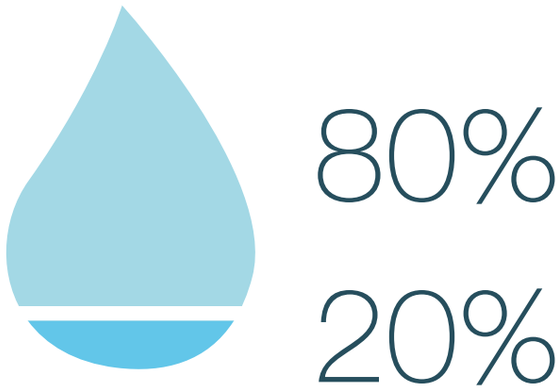
Embalses incluidos en el catálago:

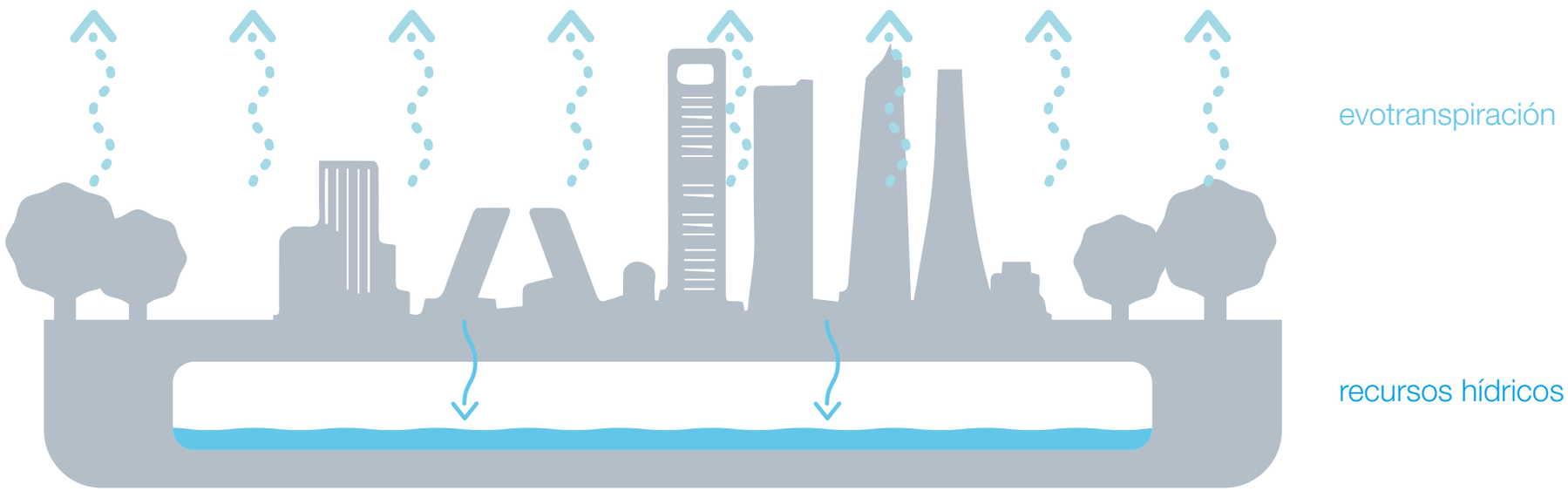
- Cuenca del río Lozoya: Pinilla, Riosequillo, Puentes Viejas, El Villar y El Atazar.
- Cuenca del río Guadalix: Pedrezuela.
- Cuenca del río Manzanares: Navacerrada, Santillana y El Pardo.
- Cuenca del río Guadarrama: La Jarosa, Los Arroyos y Valmayor.
- Cuenca del río Alberche: San Juan y Picadas.

Las reservas de agua en la Comunidad de Madrid

La precipitación media anual en la Comunidad de Madrid es algo superior a los 4000 hectómetros cúbicos. Alrededor del 80 por ciento del agua precipitada se evapora desde el terreno y a través de las plantas mediante evapotranspiración, por lo que solo un 20 por ciento aproximadamente formará parte de los recursos hídricos disponibles: ríos, arroyos y acuíferos subterráneos.

Como se ha explicado, las distintas condiciones orográficas y geológicas son las que determinan la tipología de los recursos hídricos existentes en una zona. Mientras que en la sierra abundan los cursos de agua superficial y el mejor sistema de captación son los embalses, en el llano impera el agua subterránea acumulada en acuíferos; el abastecimiento a Madrid se nutre de ambas.





Aguas superficiales: embalses

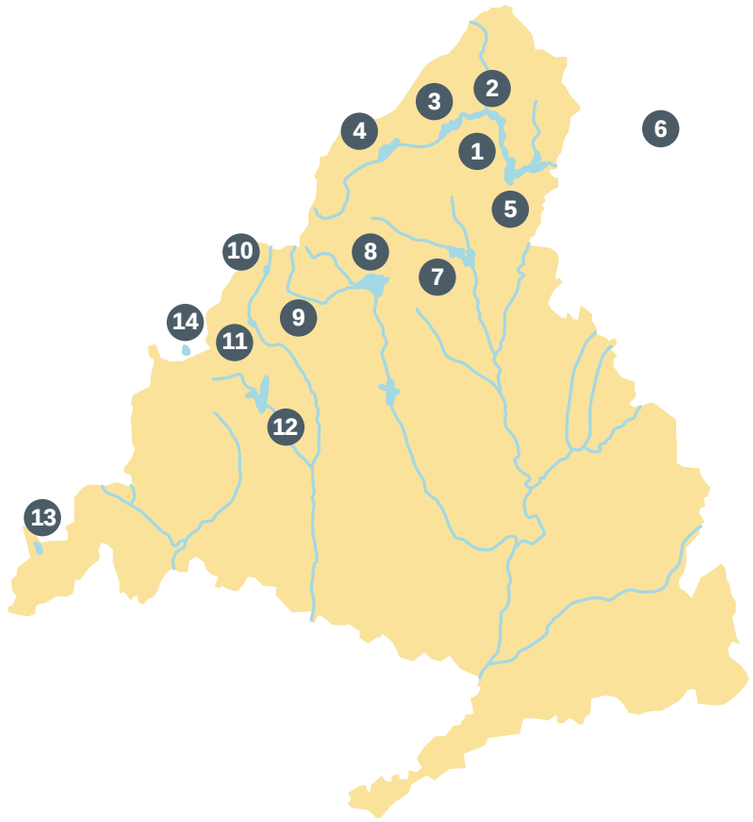
Canal de Isabel II Gestión cuenta con una red de 14 embalses situados en las cuencas de siete ríos de la Sierra del Guadarrama: Lozoya, Jarama, Guadalix, Manzanares, Guadarrama-Aulencia, Cofio y Morales. La capacidad máxima de almacenamiento es de 946 hectómetros cúbicos, cantidad equivalente al consumo de un año y medio de la Comunidad de Madrid.

El río protagonista, en lo que a volumen de captación de agua superficial se refiere, es el Lozoya. Su cuenca, con una superficie de más de 1000 kilómetros cuadrados, es la que mayor precipitación recibe (superior a 1000 litros anuales por metro cuadrado). Tanto es así que sus cinco embalses contienen aproximadamente el 65 por ciento del agua embalsada en la región.

De los 14 embalses, el mayor es el de El Atazar, con una longitud de 17 kilómetros cuadrados entre la cabecera y la cola; es capaz de contener 425 hectómetros cúbicos (el 45 por ciento del total de agua embalsada).

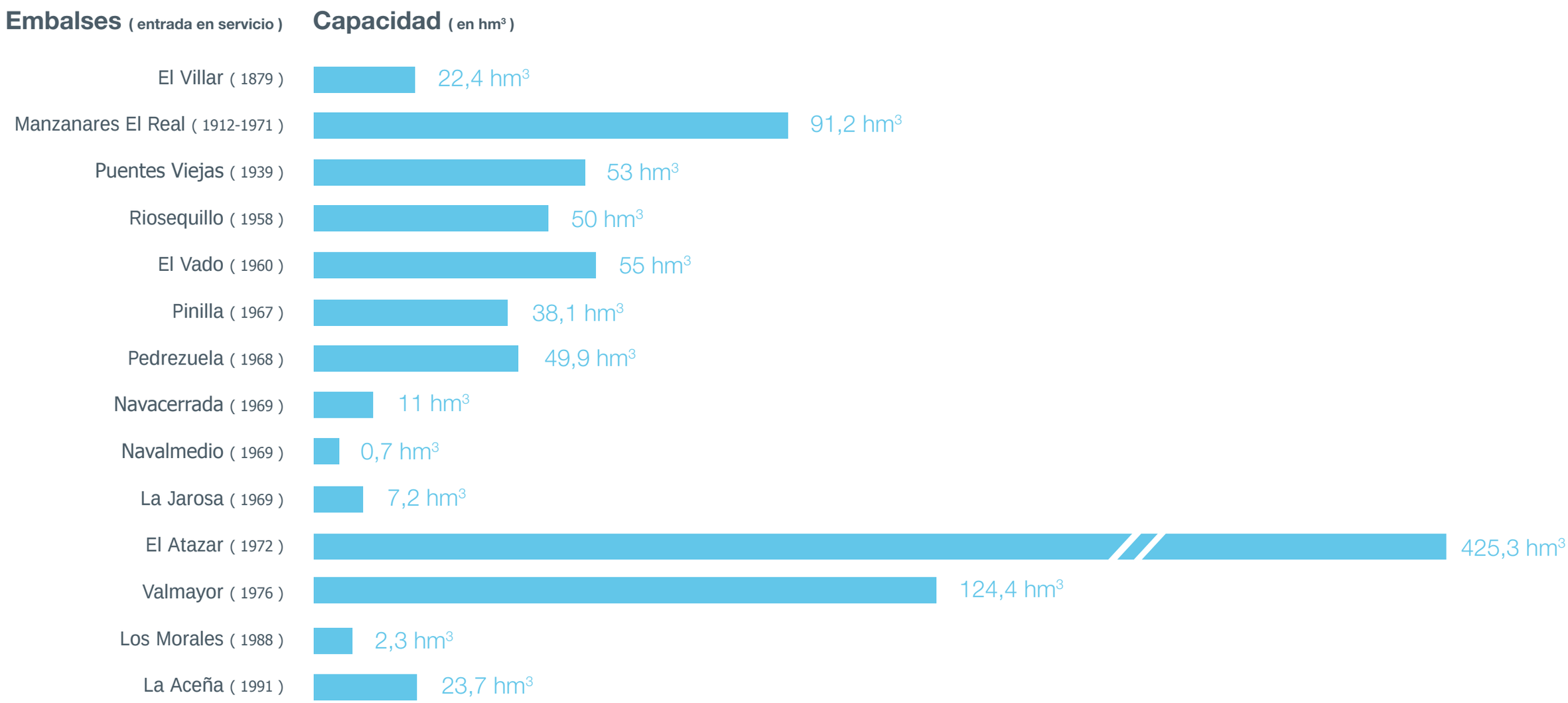
Además, 4 azudes o pequeñas presas de captación de aguas superficiales permiten almacenar volúmenes de agua más pequeños y derivarlos a los grandes embalses para su posterior utilización.

Por otra parte, 6 de las 14 presas —Pinilla, El Atazar, El Villar, Puentes Viejas, Riosequillo y Pedrezuela— cuentan con minicentrales hidroeléctricas que aprovechan la energía potencial de los cauces derivados para producir energía eléctrica. El agua empleada para la producción de energía vuelve al sistema, puesto que es vertida al siguiente embalse —a excepción del que deriva el agua al canal de El Atazar—.



1. El Villar
2. Puentes Viejas
3. Rio Sequillo
4. Pinilla
5. El Atazar
6. El Vado
7. Pedrezuela
8. Santillana
9. Navacerrada
10. Navalmedio
11. La Jarosa
12. Valmayor
13. Los Morales
14. La Aceña

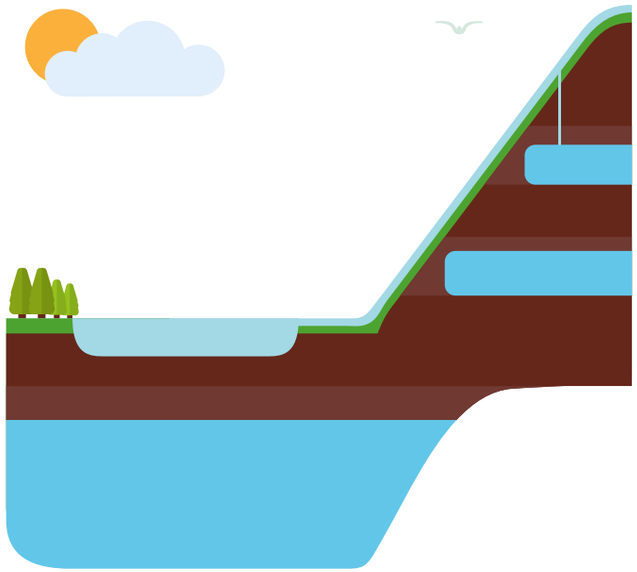
Embalses y cuencas que los alimentan



Además cuenta con una instalación la ETAP del Tajo, diseñada para ser una fuente de suministro alternativo en la Comunidad de Madrid, con aguas procedentes del río Tajo. Su capacidad de producción de agua tratada es de dos metros cúbicos por segundo, es decir, 63 millones de metros cúbicos de agua al año. Esta cantidad es equivalente al 10 por ciento del total consumido cada año en la región.

Agua subterránea

Debido a las características del terreno, la Comunidad de Madrid dispone de reservas de agua subterránea de muy buena calidad. Su incorporación al sistema de abastecimiento a Madrid, en la década de los 90 del siglo pasado, permite disponer de un mayor volumen de agua con la que hacer frente a las necesidades en periodos de sequía y hacer un uso más sostenible de los embalses.

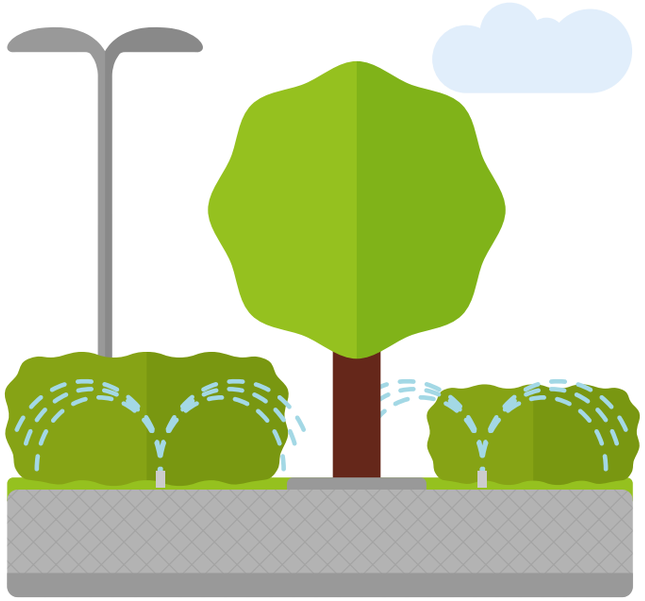


Los dos acuíferos principales son el acuífero cretácico carbonatado, situado al noroeste de la comunidad, que almacena agua de lluvia de los arroyos que circulan sobre su terreno, y el acuífero terciario detrítico, alimentado por las aguas de los ríos Jarama, Manzanares y Guadarrama.

La gestión sostenible de los recursos subterráneos incluye además tiempos de descanso para la recarga natural del acuífero, así como recargas de forma artificial en los momentos en los que se requiere retirar agua de los embalses. El agua retirada se redirecciona hacia los acuíferos.

Agua regenerada para usos secundarios

La cantidad de agua disponible en la región se completa con la incorporación al sistema de agua regenerada procedente de depuradoras que, aunque no se considera agua potable, se utiliza en el riego de parques y jardines, el baldeo de calles o para usos industriales. La integración de todos estos recursos permite mantener los niveles de garantía del abastecimiento de manera sostenible.



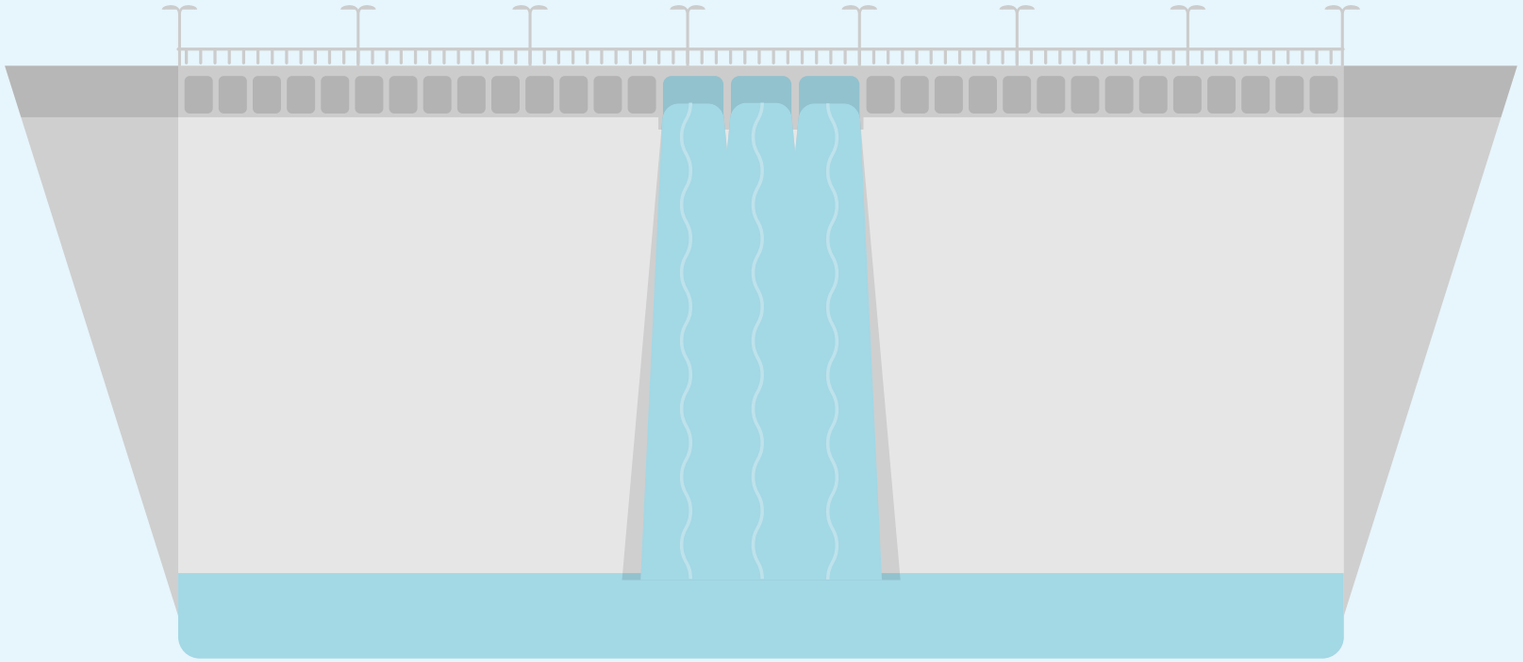
Madrid desde el aire: el agua

ENLACE CON LA ACTUALIDAD

¿Sabías que Canal de Isabel II Gestión dispone de 14 embalses en la Comunidad de Madrid con una capacidad total de 946 hectómetros cúbicos y que solo el embalse de El Atazar almacena casi la mitad?

El Atazar es el mayor de los catorce embalses que opera Canal de Isabel II Gestión en la Comunidad de Madrid; cuenta con una capacidad de 426 hectómetros cúbicos, el 73 por ciento de la capacidad de la cuenca y el 4 por ciento del total del sistema de abastecimiento a Madrid. La presa posee una estructura de bóveda, innovadora para su época, con una altura de 134 metros sobre cimientos y una longitud de 484 metros en la coronación.

Con una situación privilegiada, en el Valle Bajo del Lozoya, la presa de El Atazar y su embalse ocupan más de 1000 hectáreas de superficie bañando parte de los municipios de El Atazar, Patones, Cervera de Buitrago, El Berrueco, Puentes Viejas y Robledillo de la Jara.



El Atazar (capacidad de 426 hm^3)

Capítulo 6
Y mañana, ¿qué?

Según el último *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recurso Hídricos en el Mundo (WWDR4)*, “a medida que crece la demanda de recursos hídricos en el mundo, en muchas regiones disminuye la probabilidad de disponer de agua dulce, como consecuencia del cambio climático”.

El cambio climático

El clima en la Tierra no es estático y a lo largo de los tiempos ha sufrido y sufrirá importantes oscilaciones en las que se suceden períodos glaciares seguidos de períodos interglaciares aproximadamente cada 100 000 años. Esta variación global del clima es lo que se conoce como *cambio climático*.

El cambio climático está estrechamente relacionado con el efecto invernadero. La superficie terrestre emite gran parte del calor del sol que recibe a lo largo del día. Parte de este calor es retenido por una capa de gases en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono, óxido nitroso y metano. A este fenómeno natural se le denomina *efecto invernadero*. Si no existiera, la temperatura del planeta sería muy fría y no podría albergar vida (tal y como se conoce actualmente).

El problema surge cuando, debido al gran desarrollo industrial del último siglo, las actividades humanas —la industria y el transporte principalmente— aumentan de forma considerable la emisión de los llamados *gases de efecto invernadero*, lo cual provoca un incremento del calor retenido en la atmósfera y, en consecuencia, también de la temperatura media global. Hablamos entonces de *calentamiento global*.

CURIOSIDAD

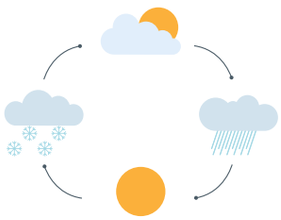
2013 y 2007 han sido los años más cálidos de la historia desde que se registran las temperaturas del planeta Tierra.

Durante 2013 las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera llegaron a niveles máximos, y se registró un nuevo récord en la altura que alcanzó el nivel del mar.

El cambio climático (II)

El calentamiento global es un problema que amenaza los ecosistemas mundiales y compromete el desarrollo sostenible y el bienestar de la humanidad. La comunidad científica asegura que afectará seriamente al agua disponible, tanto en cantidad como en calidad.

La principal consecuencia de este fenómeno, el aumento de la temperatura, provocará otros efectos. Entre las previsiones que realizan los científicos se encuentran las siguientes:

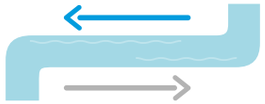


Cambios en las precipitaciones y en su distribución estacional. El contraste de precipitaciones entre las regiones secas y húmedas aumentará. Se prevé que, en latitudes altas y regiones del océano Pacífico ecuatorial, las precipitaciones aumenten y en latitudes medias, desciendan.

Mayor frecuencia de inundaciones y sequías, que serán también de mayor intensidad.

Aumento de la evapotranspiración, tanto de la vegetación como de las masas de agua superficiales.

Incremento del deshielo de los glaciares.



Cambio del curso de los ríos y de las aguas subterráneas.

CURIOSIDAD

- Desde los años 70, el número de zonas muy secas del planeta se ha duplicado.
- El 90 por ciento de las catástrofes naturales son consecuencia de los riesgos relacionados con el agua.
- El déficit hídrico que sufren el centro y el sur de Europa sigue aumentando; se espera que en el año 2070 afecte a unos 44 millones de personas.

Las alteraciones ambientales generadas por el cambio climático tienen repercusiones sociales. Así, por ejemplo, se verán afectadas la cantidad de agua potable disponible y las condiciones para la producción de alimentos. Por otro lado, aumentarán los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor.

Se estima que las medidas que tendremos que llevar a cabo para hacer frente, adaptarnos y defendernos de los efectos del cambio climático tendrán un coste de más de 30 000 de Euros anuales.

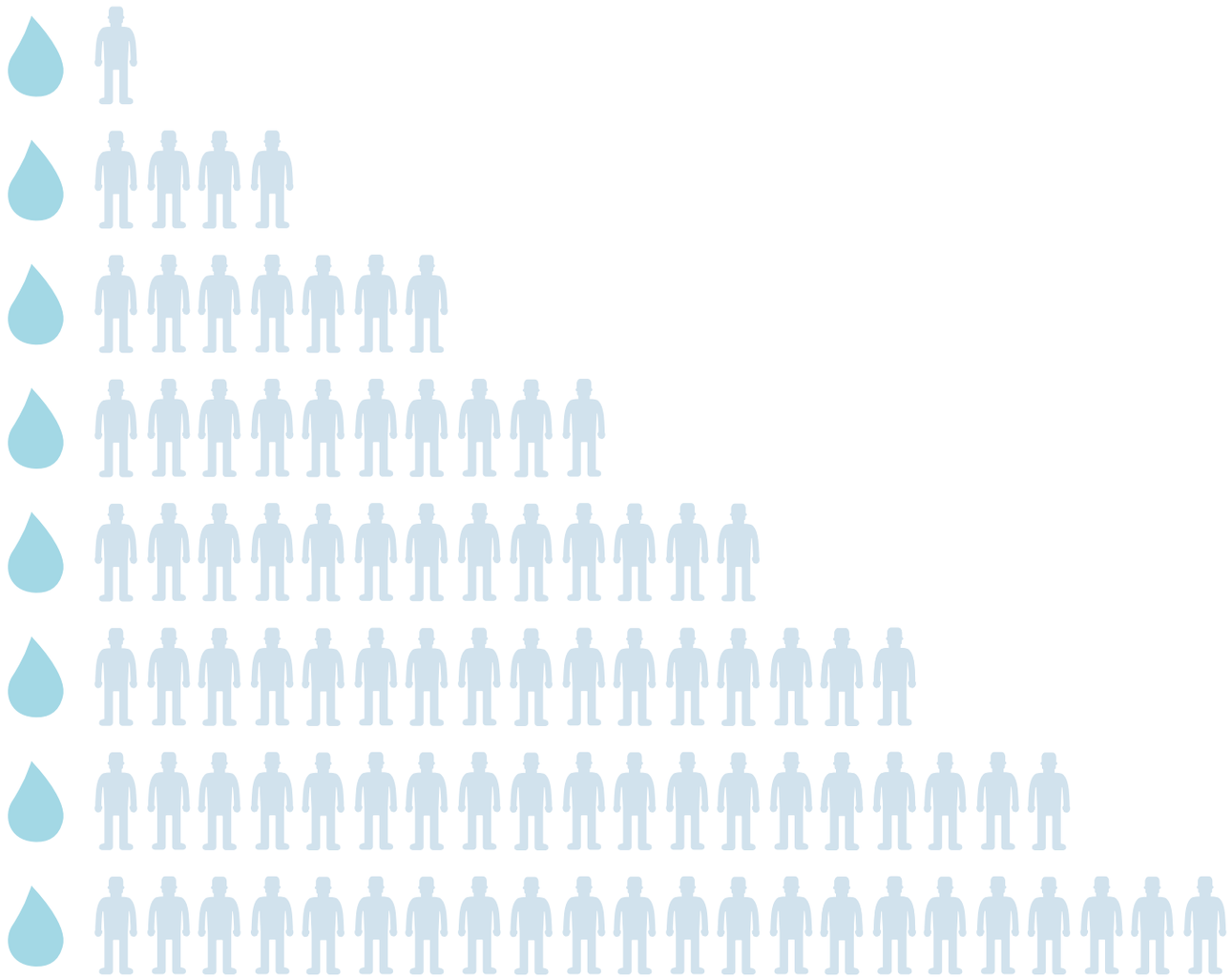
En el caso concreto de España, las previsiones de los expertos apuntan a un aumento de las temperaturas y un descenso de las precipitaciones.

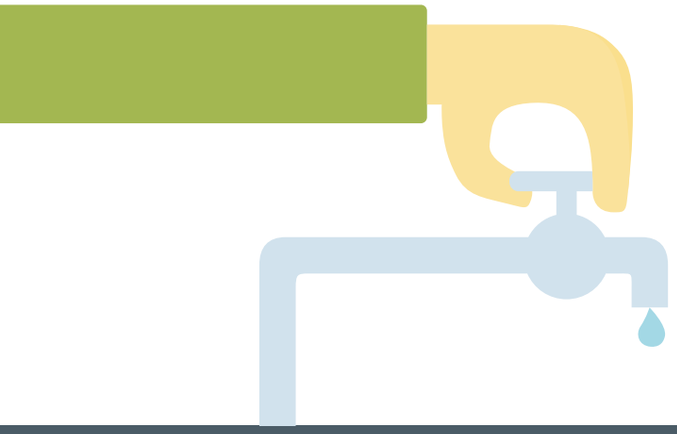
Un consumo racional equivale a más reservas

En un planeta en el que la cantidad de agua es constante y la población crece a un ritmo de 80 millones de personas al año, la presión sobre los recursos hídricos es cada vez mayor. Cada año, la demanda de agua dulce aumenta en 64 millones de metros cúbicos.

Ante la incertidumbre del cambio climático y el constante aumento de la población, cubrir la creciente demanda de agua es un reto al que se enfrenta el ser humano. Necesitamos más agua. Aumentar las reservas no equivale a realizar más infraestructuras de captación y almacenamiento de agua, pues su recarga depende del régimen de precipitaciones, factor que el ser humano no puede controlar. Entonces... ¿cómo lo logramos?

Según el criterio que los científicos R. Llamas y W. Klohn exponen en un documento de la FAO, la denominada "crisis del agua" no es atribuible a la falta del recurso sino que se trata de una crisis de la sociedad, ya que no es el agua la que debe ajustarse al ser humano sino el ser humano al agua, que debe utilizarse con raciocinio.

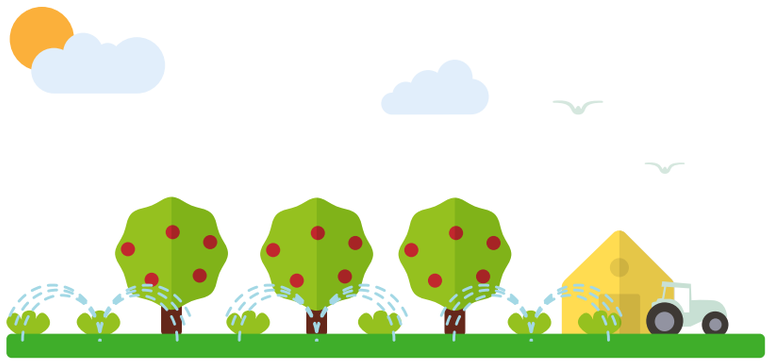




Un consumo racional equivale a más reservas (II)

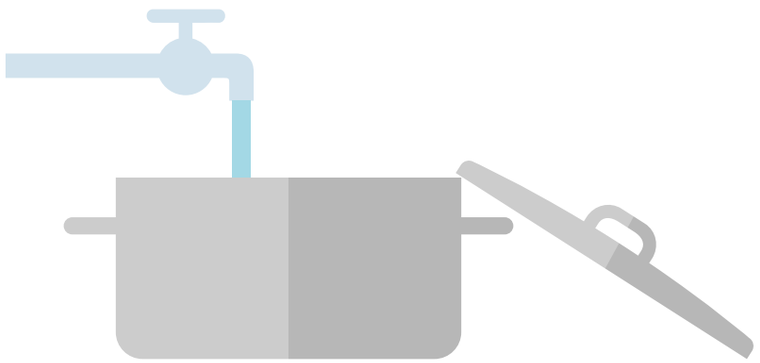
¿Qué usos le damos al agua?

La mayoría de agua dulce extraída de los ecosistemas se emplea en agricultura, producción de energía, usos industriales y consumo humano.



Agricultura: En la agricultura de regadío se emplea alrededor del 70 por ciento de las extracciones de agua dulce, aunque en algunos países llega hasta el 90 por ciento. El continuo incremento de la población lleva asociado un aumento de la demanda de alimentos y, por lo tanto, de la necesidad de agua.

Producción de energía - Usos industriales: Otro 20 por ciento se destina a usos industriales y a la producción de energía. Todas las fuentes de energía y los procesos industriales necesitan agua en sus fases de producción. Como ejemplo, el 20 por ciento de la generación mundial de electricidad se realiza mediante centrales hidroeléctricas.



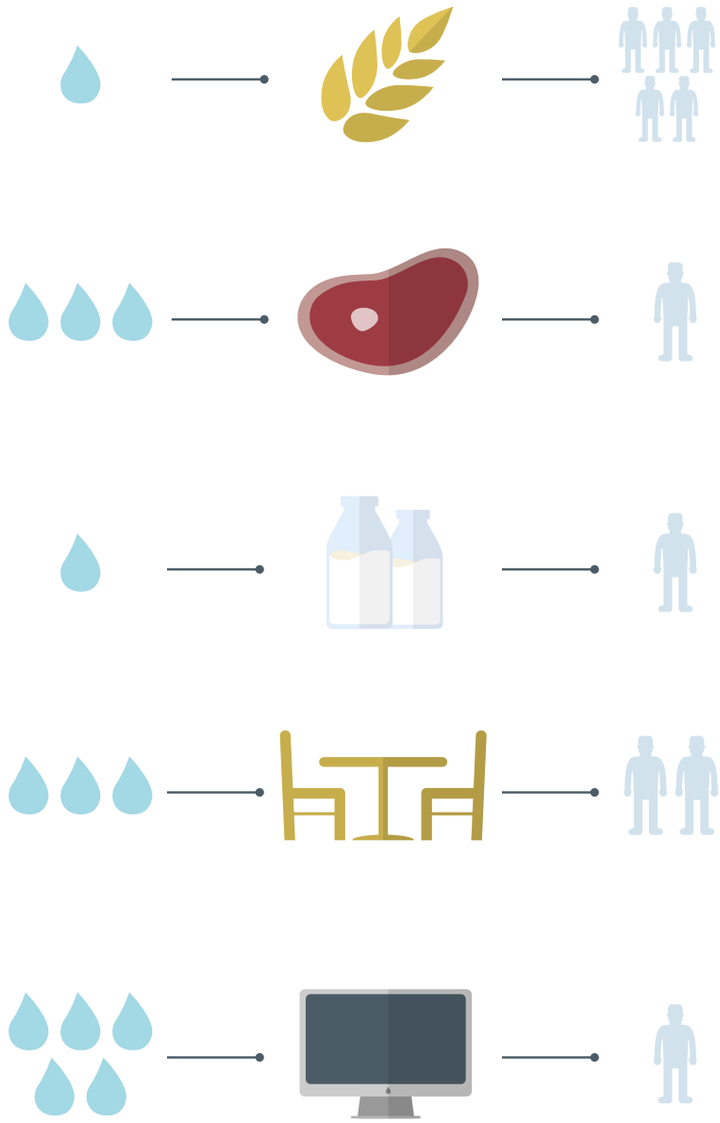
Consumo humano: El resto de la demanda de agua se destina a cubrir las necesidades básicas de las personas (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar).

Agua virtual - La huella hídrica

Aunque a priori el abastecimiento representa el menor de los consumos de agua, tanto la agricultura como la producción de energía y los procesos industriales vienen determinados por el actual modelo de vida. Todos están al servicio de la demanda que genera el consumo humano. El constante aumento de la población y un estilo de vida basado en el consumo implican una mayor extracción de agua para satisfacer las necesidades alimenticias, energéticas y de bienes y productos de la población mundial.

El agua que un ser humano consume no es solo la que utiliza para beber, ducharse o lavar la ropa: cualquier producto que adquiramos implica un consumo de agua en su producción.

La cantidad de agua que se necesita para producir un bien o un servicio se denomina *agua virtual*, mientras que el conjunto de agua empleada para producir todos los bienes y servicios consumidos por una persona se llama *huella hídrica*. En función de nuestros hábitos de consumo, nuestra huella hídrica será mayor o menor. Actualmente la huella hídrica de la población española es de 2.325 m^3/año/persona.



Para saber más detalles sobre estos conceptos:

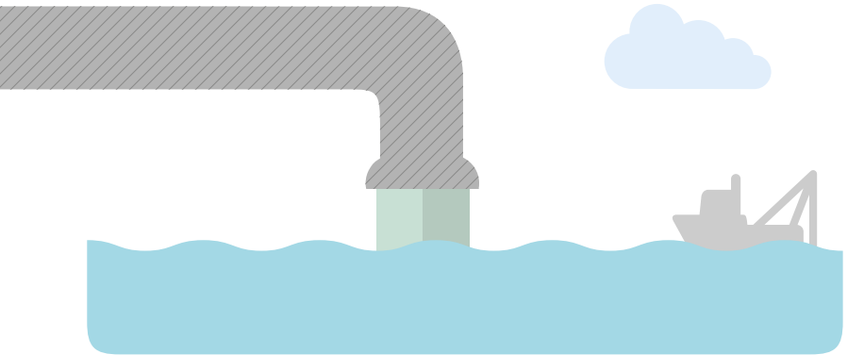
- **Cuaderno 5: El agua virtual y la huella hidrológica en la Comunidad de Madrid. Canal de Isabel II Gestión.**
- **La huella hídrica**

CURIOSIDAD

Para producir una sola manzana se necesitan 70 litros de agua, y en la fabricación de un pantalón vaquero se emplean más de 10 000.

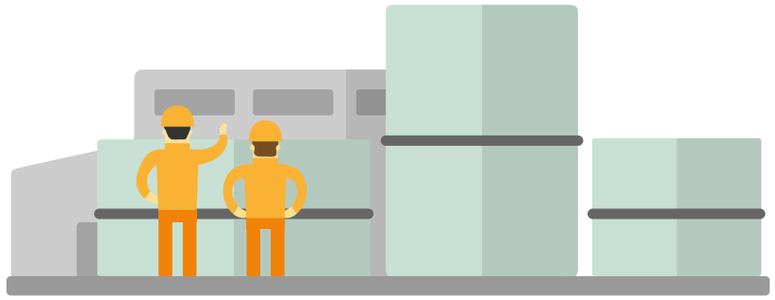
El consumo responsable

Realizar un consumo responsable del agua implica utilizarla de forma racional, es decir, gastar solo la cantidad necesaria y adquirir unos hábitos más sostenibles en relación con este recurso. Si se consume de forma consciente se consigue aumentar el tiempo de duración de las reservas de agua.



Contaminación del agua: Si contaminamos las aguas superficiales estamos reduciendo la cantidad de agua dulce disponible para ser utilizada. Por eso un consumo racional también implica un uso adecuado de este recurso. Cuanto más contaminemos el agua, más costoso será devolverla a su estado original.

La contaminación del agua no se debe solo a las industrias o a los campos agrícolas; cada persona desde su casa contribuye, según sus hábitos, a contaminarla más o menos. Actualmente, en los países desarrollados se vierten menos del 20 por ciento de las aguas residuales urbanas sin depurar a ríos, lagos y mares.



Mantenimiento de las infraestructuras de distribución: Un adecuado mantenimiento de las infraestructuras de distribución del agua es esencial para no perder este recurso.

Gestionar correctamente el agua implica también distribuirla eficazmente. Hoy en día en muchas poblaciones se producen grandes pérdidas de agua debido al mal estado de las infraestructuras hidráulicas. En muchas de las grandes ciudades del planeta se pierden cada año entre 250 y 500 millones de metros cúbicos de agua. Si no existieran estas pérdidas se podría cubrir el abastecimiento de agua potable de entre 10 y 20 millones de personas más en cada gran ciudad.

CURIOSIDAD

Los diez países más consumidores de agua (en volumen) son: India, China, Estados Unidos, Pakistán, Japón, Tailandia, Indonesia, Bangladés México y Rusia.

Consejos para realizar un consumo racional del agua

Actividad: ¿Y yo, qué puedo hacer?

ENLACE CON LA ACTUALIDAD

Campañas de ahorro en Canal de Isabel II Gestión

Canal de Isabel II Gestión, la empresa que se ocupa de realizar el ciclo integral del agua en la Comunidad de Madrid, tiene como uno de sus objetivos principales sensibilizar a los madrileños de la importancia del agua y de la necesidad de que todos consumamos este recurso de forma racional y responsable. Para ello realiza una serie de acciones entre las que destacan las siguientes.

Súmate al reto del agua

Con esta campaña de comunicación pretende implicar a ciudadanos y empresas en el cuidado y el uso racional del agua. Dispone de una página web que ofrece distintas posibilidades para colaborar en el ahorro de este recurso, tanto individualmente como a través de la empresa.

Súmate al reto

CanalEduca

Es el programa educativo de Canal de Isabel II Gestión que, desde 1991, desarrolla actividades dirigidas a niños, jóvenes, estudiantes y a la sociedad en general para concienciarlos sobre la importancia del cuidado del agua, el consumo responsable y el respeto por el medio ambiente.

CanalEduca

A lo largo de todos estos años, los esfuerzos realizados por Canal de Isabel II Gestión han logrado un gran resultado: a pesar de que la población ha aumentado en más de 1,5 millones de habitantes, el consumo de agua en la región ha disminuido y está a niveles similares al de hace 15 años.

FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 1
PLANETA AZUL

Referencias:

- El Agua, un derecho en un mundo desigual. Peace Child International. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2006.* **Enlace**
- 4º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo Gestionar el agua en un contexto de incertidumbre y riesgo. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2012.* **Enlace**
- 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: El agua, una responsabilidad compartida. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2006.* **Enlace**
- 1er Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Agua para todos, agua para la vida. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2003.* **Enlace**
- Luis Echarri. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. *Colección de e-books de la Universidad de Navarra.* **Enlace**

Sitios web:

- Boletín CF+S Ciudades para un futuro más sostenible. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad. **Enlace**
- Colegio Público Octavio Augusto. **Enlace**
- Diario ABC, SL. ¿Cuánta agua hay en los océanos?. *2010.* **Enlace**
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. *Ministerio de Educación, cultura y deporte. Gobierno de España.* **Enlace1** **Enlace2**
- Lenntech BV. Water Treatment Solutions. *Universidad Técnica de Delf, Paises Bajos.* Cantidad de agua. **Enlace**
- National Aeronautics and Space Administration. **Enlace**
- Nine Planets. **Enlace**
- Organización de la Naciones Unidas. Decenio Internacional para la Acción *"El agua fuente de vida 2005-2015".* **Enlace**
- Portal Averroes. Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Junta de Andalucía. **Enlace**

CAPÍTULO 2
EL CICLO HIDROLÓGICO

Referencias:

- Glosario Hidrológico Internacional. WMO-No. 385. *World Meteorological Organization and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2012.* **Enlace**
- 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: El agua, una responsabilidad compartida. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2006.* **Enlace**
- Insignia del agua. Serie aprender y actuar. Alianza Mundial de la Juventud y las Naciones Unidas. YUNGA Youth and United Nations Global Alliance. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013.* **Enlace**

Sitios web:

- Ambientum. Portal Profesional del Medio Ambiente. El ciclo hidrológico. Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales. *Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla.* **Enlace**
- Astronomía Educativa: Tierra, Sistema Solar y Universo. **Enlace**
- Canal de Isabel II Gestión. **Enlace**
- Fondear SL. El ciclo de evaporación de los océanos. **Enlace**

CAPÍTULO 3
LAS RESERVAS DE AGUA

Referencias:

- Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. Introducción a la captación del agua. *Alex Bocek. International Center for Aquaculture. Swingle Hall. Auburn University, Alabama USA.* **Enlace**
- Conoce las aguas subterráneas. Boletines del Instituto Geológico y Minero de España. *1995.* **Enlace**
- El derecho al agua. *Folleto informativo nº 35. Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos en Ginebra.* **Enlace**
- Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua Año 2010. *Instituto Nacional de Estadística.* **Enlace**
- España en cifras 2013. *Instituto Nacional de Estadística. ISSN: 2255-0410.* **Enlace**
- La importancia de las aguas subterráneas. *Andrés Sahuquillo Herráiz. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (A. Correspondiente). Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia.* **Enlace**
- 4º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo Gestionar el agua en un contexto de incertidumbre y riesgo. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2012.* **Enlace**
- 3° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: El agua, en un mundo en cambio. Hechos y cifras. *WWAP, ONU-HÁBITAT.* **Enlace**
- 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: El agua, una responsabilidad compartida. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2006. 2009.* **Enlace**
- Insignia del agua. Serie aprender y actuar. Alianza Mundial de la Juventud y las Naciones Unidas. YUNGA Youth and United Nations Global Alliance. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013.* **Enlace**
- Métodos Sencillos para la Acuicultura. Serie de entrenamiento de FAO 2007. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.* **Enlace**
- Biblioteca digital. *Universidad de Nuevo león, México.* **Enlace**
- Presas de hormigón. Guías técnicas [Documento en línea]. *Instituto Español del Cemento y sus aplicaciones. 2013.* **Enlace**

Sitios web:

- Comunidad de Madrid. **Enlace**
- Iagua.es. Blog Comité Nacional Español de Grandes Presas. ¿Cuántas presas hay hoy en España?. **Enlace**
- Lenntech BV. Water Treatment Solutions. *Universidad Técnica de Delf, Paises Bajos.* Cantidad de agua. **Enlace**
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Desarrollo, situación actual y perspectivas de futuro de las presas en España. **Enlace**
- Unidad Editorial Información General S.L.U. África descansa sobre enormes balsas de agua subterránea. *2012.* **Enlace**

CAPÍTULO 4
SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AYER Y DE HOY

Referencias:

- Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. Introducción a la captación del agua. *Alex Bocek. International Center for Aquaculture. Swingle Hall. Auburn University, Alabama USA.* **Enlace**
- Aspecto histórico y evolutivo de las ideas acerca de las aguas subterráneas desde los tiempos más remotos hasta el nacimiento de la Ciencia Hidrogeológica. *F. J. Martínez Gil. Universidad de Salamanca.* **Enlace**
- Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia. *José Alejandro Ballén Suárez, Miguel Ángel Galarza García y, Rafael Orlando Ortiz Mosquera. VI Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Agua. João Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junio de 2006.* **Enlace**
- 4º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo Gestionar el agua en un contexto de incertidumbre y riesgo - Background Information Brief. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2012.* **Enlace**
- Limnología regional. *Mª Luisa Suárez Alonso, Rosa Gómez Cerezo. Open Courseware. Universidad de Murcia. 2008.* **Enlace**
- Manejo del recurso hídrico en culturas precolombinas. *Jaime Ernesto Díaz Ortiz, Ph.D. y Betty Freire Delgado. Revista EIDENAR, Universidad del Valle, Cali, Colombia. 2008.* **Enlace**
- Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. FAO. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013.* **Enlace**
- Murcia y el agua. Historia de una pasión. *Pascual Vera Nicolás, Isidoro González-Adalid Cabezas. La Verdad Digital, SL.* **Enlace**

Sitios web:

- Ediciones El País, SL. Campeonas mundiales de la desalación. *Fernando Barciela. 2013.* **Enlace**
- El adelantado de indiana. Todas las cosas proceden del agua. Su poder en época romana. *Monserrat Molina. 2007.* **Enlace**
- Histórico digital. Aqua. El abastecimiento de agua en las ciudades romanas. **Enlace**
- Iagua.es. Blog Consuelo Mora. La regulación del agua en la historia de los pueblos y su identidad cultural. **Enlace**

CAPÍTULO 5
COMUNIDAD DE MADRID

Referencias:

- El agua en tu Comunidad. Canal de Isabel II. Cuarta edición. **Enlace**
- Atlas. El Medio Ambiente en la Comunidad de Madrid. Capítulo 2. El medio físico. Comunidad de Madrid. *Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.* **Enlace**
- Adaptación al cambio climático. Identificación de medidas de adaptación a partir de los impactos sobre los recursos hídricos en la Comunidad de Madrid. *Fundación Canal y Universidad Politécnica de Madrid. 2012.* **Enlace**
- La Sierra del agua. Guía turística del Canal de Isabel II. El País Aguilar. **Enlace**
- La Presa de El Atazar 25 años después. *Juan Alberto García Pérez, Francisco Blázquez Prieto y Juan Pablo de Francisco Díaz. Revista de Obras Públicas/Junio 2008/Nº 3.489* **Enlace**

Sitios web:

- Canal de Isabel II Gestión. **Enlace**
- Comunidad de Madrid. El medio físico de la Comunidad de Madrid. El clima. **Enlace**
- Comunidad de Madrid. El medio físico de la Comunidad de Madrid. El relieve. **Enlace**
- Comunidad de Madrid. Escapadas por la Comunidad de Madrid. **Enlace**
- Instituto de estadística de la Comunidad de Madrid. *Canal de Isabel II. Volumen de agua embalsada.* **Enlace**
- Unidad Editorial Información General S.L.U. Decretado el nivel 1 de alerta por sequía severa en la Comunidad de Madrid. *2005.* **Enlace**

CAPÍTULO 6
...Y MAÑANA, ¿QUÉ?

Referencias:

- 4º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo Gestionar el agua en un contexto de incertidumbre y riesgo - Background Information Brief. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2012.* **Enlace**
- 3er Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: El agua, en un mundo en cambio. Hechos y cifras. *WWAP, ONU-HÁBITAT. 2009.* **Enlace**
- Agua y Ciudades. Hechos y cifras. *Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio.* **Enlace**
- Declaración de la OMM sobre el estado mundial del clima 2013. *Comunicado de prensa N° 985. Organización Meteorológica Mundial.* **Enlace**
- Cambio climático. Bases físicas. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de Trabajo I. *Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013.* **Enlace**
- Limnología regional. *Mª Luisa Suárez Alonso, Rosa Gómez Cerezo. Open Courseware. Universidad de Murcia. 2008.* **Enlace**

Sitios web:

- Ediciones El País, SL. El consumo de agua de los madrileños equivale al de hace 15 años [web en línea]. *2013*. **Enlace**

Redacción de contenidos: **Lavola** - *Diseño gráfico:* **Lavola** – 2015