

_____ Aprendiendo sobre _____
**el agua, la lluvia y
su aprovechamiento**



_____ Aprendiendo sobre _____
**el agua, la lluvia y
su aprovechamiento**



Fabiola S. Sosa Rodríguez
(Coordinadora)



Rector General

José Antonio De los Reyes Heredia

Secretaria General

Norma Rondero López

UNIDAD AZCAPOTZALCO

Rector de Unidad

Oscar Lozano Carrillo

Secretaria de Unidad

Yadira Zavala Osorio

Coordinadora Académica de la Unidad

María Beatriz García Castro

Coordinadora de Extensión Universitaria

Mtra. Carmen Lucía Tomasini Bassols

Primera edición 2023

D.R. © Universidad Autónoma Metropolitana

D.R. © Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco

D.R. © SECTEI

D.R. © Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del IPN.

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Avenida San Pablo 180, colonia Reynosa Tamaulipas, alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México, 02200.

Sección de Producción y Distribución Editoriales. Teléfonos: 5318-9213/9214 .

ISBN: 978-607-28-3171-1. Editado en México/Edited in Mexico.

Con base en el artículo 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, las imágenes extras reproducidas en este libro son utilizadas sin fines de lucro y para fines de investigación, sin alteración de la obra y citando la fuente, mediante un listado de dichas referencias al final de cada sección.



Coautores:

Fabiola S. Sosa Rodríguez, Jefa del Área de Investigación en Crecimiento y Medio Ambiente, Departamento de Economía, UAM-Azcapotzalco.

Jorge Vázquez Arenas, Profesor-Investigador, Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMPL), IPN.

Fernando Pineda Campos, Maestro en Ciencias, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa.

Miguel Angel López Márquez, Diseñador de la Comunicación Gráfica.

Agradecimientos:

Este libro fue elaborado con el financiamiento de la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI), por medio del proyecto "Monitoreo, análisis de la calidad de agua pluvial filtrada y educación ambiental en escuelas públicas de la Ciudad de México", con número CM-SECTEI/059/2021.

Los autores agradecen el apoyo brindado por los directivos, profesoras y profesores, estudiantes, así como a las madres y los padres de familia de las escuelas primarias y secundarias que participaron en las entrevistas realizadas para identificar los contenidos más relevantes para su inclusión en este libro. Entre estas instituciones se encuentran:

- La Escuela Secundaria 195 "Tlamachihuapan", turno matutino, Directora María Elena Patiño Pozas.
- La Escuela Secundaria Técnica 281 "Tlacotalpan", turno matutino, Director Héctor Osnaya Murcia.
- La Escuela Primaria Andrés Bello, turno continuo, Directora Andrea Angélica Arellano Hernández.

Finalmente, los autores aprecian el apoyo brindado por el Lic. José Carlos López Reyes para la concertación de las entrevistas y su seguimiento.

Citarse como:

Sosa-Rodríguez F.S., Vázquez-Arenas J., Pineda-Campos F., López-Márquez M.A. (2023). Aprendiendo sobre el agua, la lluvia y su aprovechamiento. UAM, México.



EDICIÓN DIGITAL

Coordinación del libro

Dra. Fabiola S. Sosa Rodríguez

Coordinación editorial

Mtra. Carmen Lucía Tomasini Bassols

Coordinación de diseño

D.C.G. Edgar Erasmo Barbosa Álvarez

Interactividad

D.C.G. Leticia Abril Proal Maldonado

Voz en off

Javier Malo

Samanta Arteaga

Samara Barrón

Javier Chávez

Frida Meraz

_____ Aprendiendo sobre _____

el agua, la lluvia y su aprovechamiento





Fabiola S. Sosa Rodríguez. Jefa del Área de Crecimiento y Medio Ambiente, Departamento de Economía, UAM-Azcapotzalco. Premio Mujeres en la Ciencia de la Academia Mexicana de Ciencias. Revisor y autor contribuyente del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Miembro del Consejo Mundial de las Ciencias Sociales de la UNESCO. Miembro de la Delegación Mexicana para la Conferencia de las Partes (COP). Miembro del Comité Organizador de la Red del Agua de la UAM. Autor de diversas publicaciones arbitradas nacionales e internacionales, capítulos de libro y libros. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel II, del CONAHCYT.



Jorge Gabriel Vázquez Arenas. Profesor investigador en el Centro Mexicano para la Producción más Limpia del Instituto Politécnico Nacional. Receptor de la Ontario Graduate y Erasmus Mundus Scholarship. Doctor en Ingeniería Química por la Universidad de Waterloo (CAN), y Maestro en Ingeniería por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Cuenta con más de 100 artículos arbitrados publicados y varias patentes, además de haber sido responsable técnico de varios proyectos financiados por CONACYT y por la industria. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel II. Sus líneas de investigación comprenden los métodos de oxidación avanzada, el tratamiento de aguas residuales, los reactores electroquímicos, y la fotocatalisis.



Fernando Pineda Campos. Maestro en Ciencias (Energía y Medio Ambiente) por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. Actualmente se desempeña como asistente de investigación en el Área de Crecimiento y Medio Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, además de ser docente del Colegio de Bachilleres del Estado de Morelos. Es coautor de diversos capítulos y artículos de investigación, así como colaborador en varios proyectos de investigación orientados a la evaluación del servicio ecosistémico de captura de carbono y la relación del polen atmosférico con los factores meteorológicos. Ha participado como brigadista en el Inventario Nacional Forestal (2015), y sus líneas de investigación se orientan a la difusión de la ciencia.



Miguel Ángel López Márquez. Licenciado en Diseño de la Comunicación Gráfica egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana. Elaborador de diseño de identidad gráfica para diversos grupos en el estado de Guerrero como horticultores JANOFARM y para un grupo de mujeres tejedoras amuzgas CAXJUJ, flor de girasol. Miembro del equipo de diseño de interfaz y elementos gráficos de la aplicación móvil Hubbub Alerta Ruido.

Prólogo

En los próximos años, se espera que las demandas de agua potable se incrementen significativamente a nivel nacional, como resultado de un crecimiento acelerado de la población. En el año 2022, la cobertura de agua potable es de 95.4% en zonas urbanas, mientras que en zonas rurales, alcanza un 78.8%, debido a la dispersión de la población, y la dificultad técnica y económica para desarrollar sistemas de agua potable y su tratamiento. Una gran aportación hacia la solución de la accesibilidad de agua para el consumo humano a nivel nacional puede llevarse a cabo de manera local, por medio de la captación del agua de lluvia y su tratamiento, para satisfacer algunas de las necesidades básicas que se requieren en la vida diaria.

A nivel internacional, se ha planteado la colecta de agua de lluvia como una estrategia de adaptación efectiva al cambio climático, en particular, en aquellos países que se proyecta se verán afectados por incrementos en la temperatura promedio y reducciones en la precipitación total acumulada, como en el caso de México. Si bien es conocido que a nivel nacional, más del 50 % del agua utilizada proviene de presas y bordos de almacenamiento, las cuales son completamente recargadas con agua pluvial durante la temporada de lluvia, su potencial no ha sido explotado en zonas áridas, que no tengan acceso a la red de suministro del agua, o bien, en zonas donde la demanda rebase el abastecimiento de las presas, como en el caso de las ciudades más grandes en nuestro país. Por ejemplo, en el año 2022, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), conformada por la Ciudad de México y el Estado de México, se encuentra dentro de esta última característica, donde 67 % del caudal suministrado a la población se obtiene de fuentes subterráneas. En tanto que el caudal restante, se obtiene de fuentes superficiales que dependen de los volúmenes de precipitación y de sus escurrimientos. Es un hecho que la colecta de agua pluvial también tendría impactos favorables para mitigar los efectos del hundimiento diferencial del suelo que experimenta la ZMVM, al reducir la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

Una ventaja adicional que permitiría la colecta y el tratamiento del agua pluvial sería la posibilidad de transformar los riesgos inminentes de las inundaciones, al incrementar el aprovechamiento del agua pluvial para varios usos.

Particularmente, la Ciudad de México queda paralizada en varias de sus avenidas y colonias durante los meses de julio a septiembre, por la ocurrencia de lluvias torrenciales que superan la capacidad de desalojo de la red de drenaje de la Ciudad. Aunque es claro que esto se debe a problemas de planificación urbana asociados con el sistema de drenaje, la colecta del agua pluvial y su reuso en diversos puntos permitirá disminuir la excesiva afluencia de este líquido hacia el drenaje.

Por otro lado, dependiendo de la zona de colecta, el agua de lluvia es susceptible de incorporar diversos contaminantes. Esto se debe a que, durante la precipitación, el agua incorpora diversos agentes contaminantes atmosféricos en el aire; incluso, puede contener bacterias y parásitos que pueden amenazar la salud de las personas. Dada la amplia gama de contaminantes orgánicos e inorgánicos que pueden estar presentes en el agua de lluvia en diferentes niveles, los métodos de tratamiento para removerlos requieren ser flexibles y de bajo costo. Los sistemas de filtración cumplen con estos objetivos si se integran de manera adecuada, siendo una solución sustentable al tratamiento del agua pluvial.

Sin duda alguna, existe todavía un aprendizaje largo con respecto a los sistemas de captación urbanos de agua pluvial para poder aprovechar al máximo este recurso. Promover el aprendizaje de estos sistemas y sensibilizar a los niños y jóvenes sobre el gran potencial que la colecta y el tratamiento de la lluvia es un paso fundamental.

Con este fin, este libro busca compartir las principales problemáticas del agua en el mundo, en México y en la Ciudad de México, reflexionando sobre la relevancia del agua en nuestra vida diaria. Asimismo, se aborda el ciclo del agua, sus usos, nuestra huella hídrica, y la contribución que los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) pueden tener como alternativa de acceso al agua. Finalmente, se incluyen varias actividades para la elaboración de un SCALL en casa, así como de un filtro.

Cabe mencionar, que las temáticas que se abordan a lo largo de este libro fueron seleccionadas de manera participativa mediante entrevistas con los directivos, profesoras y profesores, estudiantes, así como con las madres y padres de familia de escuelas primarias y secundarias públicas en la Ciudad de México.

Finalmente, a lo largo de este libro, podrás encontrar audios sobre temáticas interesantes y conceptos, los cuales podrás escuchar dando click en las imágenes de bocina.

Contenido

Introducción	10
1. ¿Qué es el agua?.....	14
2. El agua en tu entorno	26
3. El agua en tu vida	36
4. Usos del agua.....	56
5. El agua en el mundo.....	72
6. El agua en México.....	84
7. El agua en la Ciudad de México.....	100
8. Captación de agua de lluvia	110
9. Decálogo para una nueva cultura del agua	132
10. Actividades para fortalecer el aprendizaje	138

Introducción

El agua es indispensable en todas las formas de vida, ya que para este vital recurso no hay sustituto y su acceso es imprescindible para lograr un desarrollo sustentable. Desde la era prehistórica, la evolución del hombre ha estado ligado al agua, por lo que las grandes civilizaciones de la antigüedad se asentaban en sitios localizados junto a los cuerpos de agua como los ríos, lagos y mares, por medio de los cuales obtenían un suministro de agua y alimentos. El consumo desmedido de este recurso por el aumento de la población y el desarrollo industrial del mundo moderno, ha provocado tanto su agotamiento como su contaminación.

En la actualidad, esta problemática ha obligado a buscar soluciones concretas que garanticen que toda la población tenga acceso a este recurso. Dentro de estas estrategias se ha propuesto captar el agua de la lluvia y tratarla para poder utilizarla en nuestras casas, escuelas, negocios u oficinas, como una alternativa que complemente el suministro proveniente de la red.

Este libro tiene como objetivo que conozcas la composición del agua y sus estados dependiendo de la temperatura en que se encuentre ¡El agua no está estancada en un sitio, siempre se está moviendo y circulando en nuestro planeta, siguiendo un ciclo!

También, vas a conocer la cantidad de agua disponible en el planeta para nuestro consumo y el de otros seres vivos, y cómo ésta se distribuye en la superficie terrestre o en su interior, además de identificar de dónde viene el agua que utilizamos en casa y si podemos reducir su consumo evitando su desperdicio.

En este libro, se abordan algunas de las principales problemáticas del agua en el mundo, como la contaminación, la mala calidad y el acceso limitado en algunas partes del mundo. Asimismo, podrás conocer algunas de las principales problemáticas del agua que se presentan en nuestro país y en la Ciudad de México (CDMX).

En la última sección de este libro, se precisan las características que deben poseer los dispositivos de captación de agua de lluvia, sus ventajas y desventajas; de igual forma, se analiza el potencial de captación que tiene la CDMX. La captación de agua de lluvia se puede definir como la recolección del escurrimiento de lluvia sobre una superficie, principalmente para que ésta pueda ser aprovechada en un futuro. El concepto hace énfasis en el almacenamiento del agua de lluvia para su posterior utilización, lo que permite que las personas tengan acceso a una fuente de abastecimiento adicional, para que dependamos exclusivamente del suministro de agua que proviene directamente de la red hidráulica de la Ciudad o de otras fuentes de abastecimiento, como el tandeo o las pipas de agua que en ocasiones llegan a tu colonia o Alcaldía cuando el agua escasea.

Por ello, el desarrollo de un sistema de captación de agua pluvial dentro de las escuelas y en nuestras casas, podría beneficiar significativamente a la población de la CDMX. Otros beneficios de estos sistemas es que reducen la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), al disminuir los elevados consumos de energía eléctrica requeridos para la transportación del agua desde sus fuentes de provisión hasta nuestros hogares o escuelas.

Para que el agua que tenemos disponible se utilice de la mejor manera posible, es importante seguir proponiendo y desarrollando diferentes estrategias

y tecnologías que permitan lograr este objetivo, en estas tareas se requiere contar con la participación de la comunidad científica para apoyar a resolver las principales problemáticas del agua; pero es aún más relevante contar con la participación de la sociedad, por lo que esperamos que al tener este libro realices diversas acciones que contribuyan al cuidado del agua.

¿Sabías qué...? en México, el derecho humano al agua se reconoció en febrero de 2012, en el artículo 4, de nuestra Constitución? En este artículo, se precisa que todas las personas tienen derecho a tener acceso al agua, así como a la disposición y saneamiento de las aguas residuales de manera salubre y asequible, siendo el Estado, la instancia responsable de garantizar este derecho con la participación de las entidades federativas, de los municipios y de la ciudadanía.



Agua residual: El término agua residual se refiere a la modificación de manera negativa de la calidad del agua, resultado de la incorporación de líquidos y residuos sólidos que resultan de las actividades realizadas en los hogares, en las industrias, así como en la agricultura y ganadería. Por su menor calidad, debido a la presencia de estos contaminantes, el agua residual no puede ser reutilizada o vertidas en cuerpos receptores sin contar con un tratamiento previo, el cual se realiza en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Estas plantas están equipadas para eliminar los contaminantes presentes en el agua residual.



Referencia

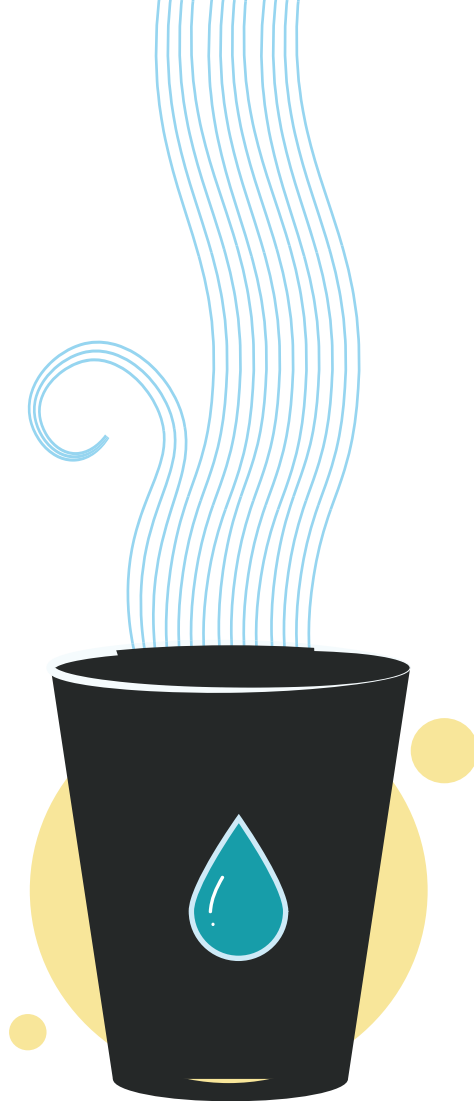
Diccionario de la lengua española, 23.a edición. Disponible en línea en: <https://dle.rae.es>.



1. ¿Qué es el agua?

El agua es el compuesto más abundante en la naturaleza. Es considerada fuente de vida, debido a su función esencial en los procesos biológicos y a su importancia como elemento fundamental para los ecosistemas.

El agua está compuesta por la unión de dos elementos: **hidrógeno (H)** y **oxígeno (O)**, los cuales existen separadamente en la naturaleza. Su fórmula química molecular es H_2O . Esta fórmula nos indica que una molécula de agua está constituida por **2 átomos de hidrógeno** y **1 átomo de oxígeno**.



Compuesto:

Sustancias que están conformadas por dos o más elementos de la tabla periódica.



a) Los estados del agua

El agua es una de las pocas sustancias conocidas que se encuentra en la naturaleza en los tres estados físicos de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Esto depende de la temperatura ambiental y la presión atmosférica.

Los estados del agua son:

Sólido

Cuando el agua se congela forma hielo, y esto ocurre a temperaturas de 0°C e inferiores. De forma natural podemos encontrar hielo en los icebergs, las montañas o formando el granizo.

Líquido

Es el estado del agua a temperatura ambiente, es decir, entre 0 y 100°C . Pero este es un rango válido, sólo cuando nos encontramos en zonas localizadas a nivel del mar, puesto que, debido a la temperatura y presión atmosférica, el agua puede evaporarse a una menor temperatura. Podemos encontrar agua líquida en los ríos, lagos y mares, en la lluvia, y también, en el agua que consumimos en nuestras casas.

Gaseoso

El agua se encuentra en un estado gaseoso cuando su temperatura asciende a 100°C o más, formando vapor de agua. Al igual que en el estado líquido, la temperatura de ebullición depende de la presión atmosférica, por ende, cuando ponemos una olla con agua a hervir en zonas localizadas a nivel del mar, en este rango de temperatura se transformará en vapor.

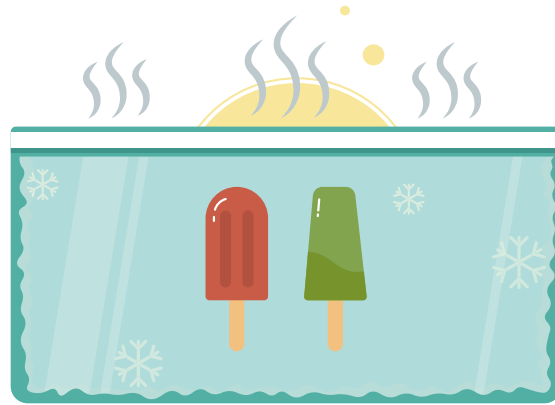
¿Sabías qué?

¡La presión atmosférica es otro factor que influye en el punto de ebullición del agua y en la formación de vapor! Aquí te lo explicamos. Cuando la presión atmosférica que se ejerce sobre un cuerpo de agua es menor, también lo será la temperatura a la que este líquido puede comenzar a hervir, es decir, a menor presión se requerirá una menor cantidad de energía para que el agua evapore, ya que, al estar menos “presionadas” las moléculas de agua pueden moverse libremente y desplazarse como consecuencia, el agua hervirá más rápido, y el vapor se formará más rápido también.

En la Ciudad de México, que se localiza a 2,240 metros sobre el nivel del mar (msnm), el agua hierve a 92°C; pero en el Everest, la montaña más alta de nuestro planeta con 8,849 msnm, el agua hierve a una temperatura de 86°C ¡No a 100°C, como lo hace en las zonas costeras! Esto es porque la presión atmosférica en el Everest es menor que en las zonas localizadas a nivel del mar. Supongamos que nos encontramos en un lugar todavía más alto, por ejemplo, a 11,000 msnm; a esta altura, la temperatura para que el agua hierva se reduce a 71°C, porque a mayor altura, menor es la presión de la atmósfera, y por ende, la temperatura a la que hierve el agua será más baja.



¿Has notado que cuando se abre la puerta del congelador o de la nevera donde guardan paletas y helados sale vapor? ¿Qué es ese vapor y cómo se produce?



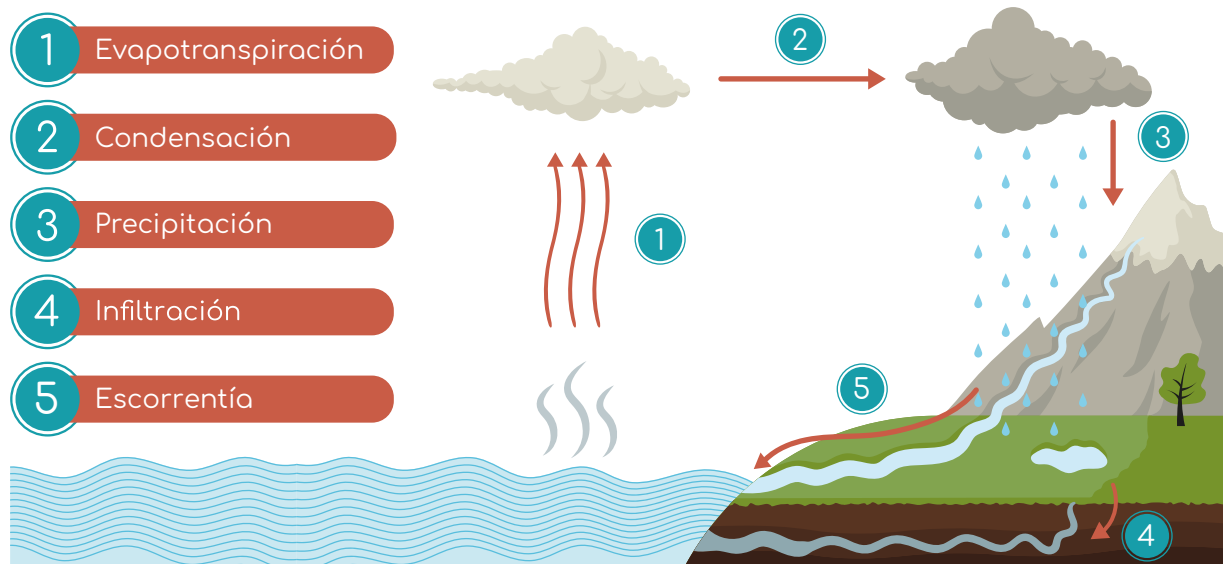
Lo que vemos es vapor de agua, y es producto de un fenómeno físico conocido como **sublimación**, que es un proceso de cambio de estado de la materia, en el que se transforma un sólido a gas directamente, sin transitar por el estado líquido. Para que ello suceda, se necesitan condiciones de temperatura y presión específicas.

Al proceso inverso se le conoce como **sublimación inversa**, que es cuando un gas pasa a estado sólido sin transitar por el estado líquido; este fenómeno lo podemos observar en la nieve o escarcha de algunas zonas frías.



b) El viaje de una gota: el ciclo del agua

¿Sabías que el agua que hoy bebes es la misma que ha permanecido en la Tierra durante millones de años? Esto se debe a que toda el agua existente se renueva de manera permanente en un ciclo sin interrupción, que se conoce como ciclo hidrológico o **ciclo del agua**. Se le denomina ciclo porque no se identifica un inicio o un fin, ya que todo está conectado. Este ciclo ocurre en la **hidrósfera**, y se compone de las siguientes fases:



Veremos cada fase a continuación.

Hidrósfera:

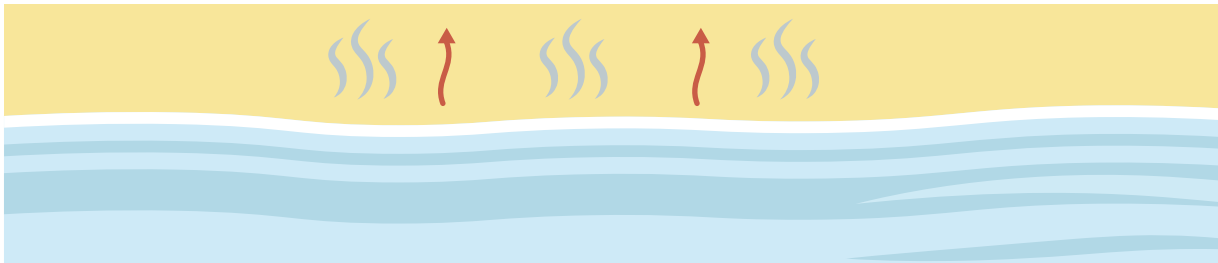
Parte de la Tierra ocupada por los océanos, mares, ríos, lagos y demás masas y corrientes de agua. El agua se encuentra cambiando su estado físico, ya sea sólido, líquido y gaseoso; esto permite el ciclo hidrológico, regula el clima, y permite el desarrollo de la vida.



Evapotranspiración

La evapotranspiración se refiere a dos fenómenos naturales en los que el agua es liberada en forma de vapor a la atmósfera, mediante la **evaporación** y la **transpiración**.

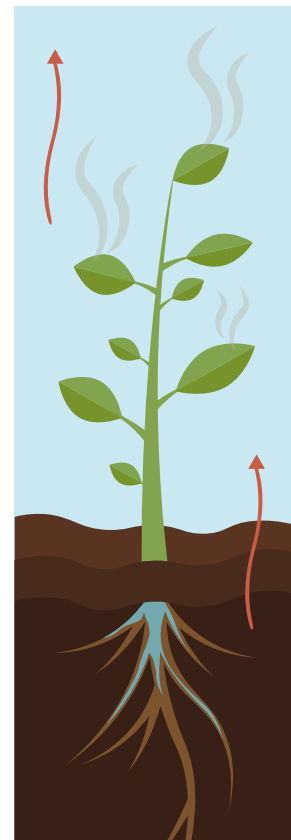
La evaporación es el fenómeno donde la energía que emite el Sol en forma de calor, hace que el agua líquida de los océanos y de los continentes se evapore. El vapor de agua pasa así a la atmósfera.



Por otro lado, la **transpiración** ocurre cuando las plantas toman agua del suelo por medio de sus raíces y la utilizan en sus funciones vitales. La almacenan en sus estructuras y la liberan a la atmósfera en forma de **vapor** mediante sus estomas, que son estructuras microscópicas en las hojas.



Los animales y los seres humanos obtenemos agua bebiéndola y de nuestros alimentos. Al igual que las plantas, también la utilizamos, almacenamos, y expulsamos en forma de vapor mediante la respiración.



Condensación y precipitación

A medida que el vapor de agua se eleva, el aire humedecido se enfría y el vapor se transforma en diminutas gotas de agua líquida, a ello se le denomina **condensación**. Cuando las nubes están saturadas de agua, éstas comienzan a aumentar de tamaño y a caer por su propio peso, a lo que se le llama **precipitación**. Dependiendo de la temperatura, el agua puede caer en forma líquida (lluvia) o sólida, por ejemplo, como nieve o granizo.



¿Sabías qué...? El olor a tierra mojada cuando llueve se llama petricor. Este característico olor se debe a la liberación de algunas sustancias, principalmente un aceite llamado geosmina, por plantas y bacterias cuando la tierra se humedece.



Escorrentía

Parte del agua que llega a la tierra por precipitación escurre sobre la superficie formando ríos que van a parar a lagos y mares. Esta agua disponible en la superficie del suelo es la principal fuente, tanto para el consumo humano, así como para atender los requerimientos de los hábitats.

Infiltración

Se conoce como infiltración al fenómeno que ocurre cuando el agua que alcanza la superficie terrestre penetra a través del suelo. Este fenómeno es originado por la fuerza de gravedad y la acción capilar del suelo. Una vez en el suelo, el agua puede quedar retenida en él o atravesarlo, debido al efecto de la gravedad, pasando a formar parte de las aguas subterráneas o **acuíferos**.

Los acuíferos son importantes fuentes de agua para las actividades humanas, sin embargo son delicados y debemos tener un manejo adecuado de ellos; más adelante hablaremos más del tema.

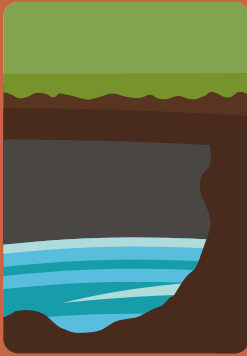
La proporción de agua que se infiltra y la que circula en la superficie, depende de la permeabilidad del suelo, de su pendiente y de la cobertura vegetal.

Permeable:



Se trata de un adjetivo que refiere a aquello que, por sus características físicas, está en condiciones de ser atravesado por algún tipo de fluido.





¿Sabías qué...? En nuestro país existen 623 acuíferos, y que la Ciudad de México se encuentra asentada sobre uno de ellos: el acuífero Valle de México. La explotación excesiva de este acuífero junto con el peso ocasionado por una ciudad en expansión, son algunos de los factores que han

provocado que la capital del país se hunda. No toda la Ciudad de México se está hundiendo al mismo ritmo, aunque se estima que en las últimas dos décadas la zona centro se ha hundido hasta 40 cm/año. Esto se debe, a que se extrae más agua de este acuífero, que la que se infiltra como parte del ciclo hidrológico.



Servicios ecosistémicos (SE)



Son todos los beneficios que las personas obtenemos de los ecosistemas. Los SE hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar agua potable, alimento, aire limpio o refugio.



¿Sabías qué...? Gracias al ciclo del agua todos los seres vivos terrestres disponemos de agua dulce para nuestro consumo. Por lo tanto, el ciclo del agua puede ser considerado un servicio ecosistémico de provisión.



¿Quieres conocer más sobre la hidrósfera y el ciclo del agua? ¡Seguro estos videos te van a interesar!



¿Qué es la HIDRÓSFERA? + El ciclo del agua

https://youtu.be/1i_ZAHyl2EQ



Consultado el 8 de agosto de 2023.

En este video sobre la Ecología Verde puedes descubrir más sobre la Hidrósfera. También, podrás aprender más acerca de su definición, características y origen, así como respecto a su distribución y composición. Finalmente, conocerás qué es el ciclo del agua.



La hidrósfera

<https://youtu.be/in8IWYe2krk>



Consultado el 8 de agosto de 2023.

¡En este video de la Universidad Técnica Particular de Loja, podrás aprender más sobre la hidrósfera, su definición y características, así como su distribución y su composición!

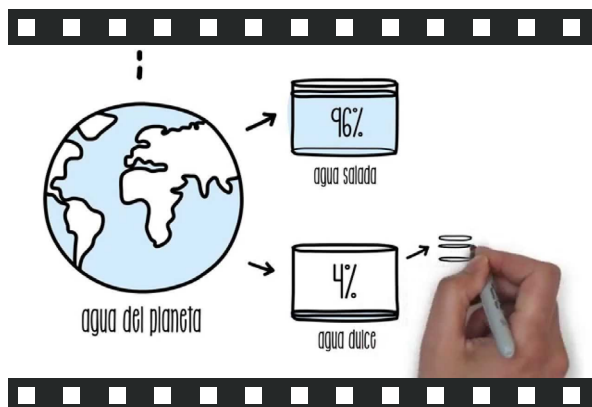
¿Quieres aprender más sobre el ciclo del agua? ¡Seguro este video te va a interesar!



El ciclo del agua

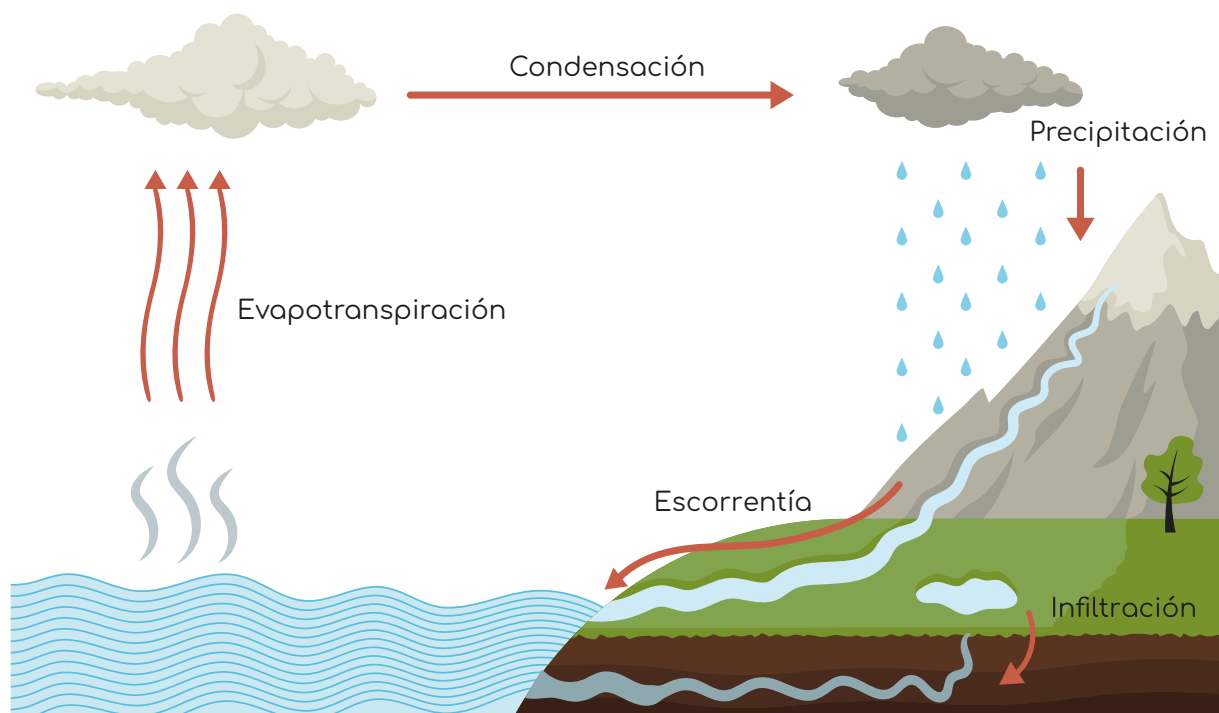
<https://www.youtube.com/watch?v=04RPGZzB84I>

¡Te invitamos a revisar el siguiente video en el que ACCIONA te explicará de manera animada cómo es que el agua circula en nuestro planeta y cómo la contaminación afecta de manera negativa a la flora y fauna marinas!



Consultado el 8 de agosto de 2023.

Finalmente, en este apartado aprendiste sobre cómo está compuesta el agua, sus diferentes estados y el ciclo del agua.



Referencias del capítulo

iagua (2023) ¿Sabías que el agua no siempre hierve a 100°C? Fundación Aquae.

<https://www.iagua.es/noticias/fundacion-aquae/sabias-que-agua-no-siempre-hierve-100oc-0#:~:text=Cuanto%20menor%20sea%20la%20presi%C3%B3n,la%20temperatura%20de%20ebullici%C3%B3n%20disminuye>.

Piñeiros L. (2020). Agua, salud y ecosistemas. IUCN, Suiza.

Disponible en línea: <https://www.iucn.org/news/south-america/202005/agua-salud-y-ecosistemas>

Pérez, J., Gardey, A. (2013). Permeable - Qué es, definición y concepto. Disponible en línea en:

<https://definicion.de/permeable/>

Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) (2021). El Agua a través del tiempo. SACMEX, México.

Disponible en línea: <https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/atencion-usuarios/camp/el-agua-traves-del-tiempo>

UN (2020). The Sustainable Development Goals Report 2020. UN Press, New York.

2. El agua en tu entorno

El agua tiene un papel fundamental para el mantenimiento de la vida en la Tierra. Sin embargo, su distribución es muy variable, por lo que en algunas regiones este recurso es muy abundante, mientras que en otras es muy escaso.

Este vital recurso está presente en la totalidad de los ecosistemas y es el componente más abundante que conforma a todos los seres vivos, tanto a los terrestres como a los acuáticos, estimándose que $\frac{3}{4}$ partes del planeta están cubiertos de agua.

Del total del agua en el planeta, **97.5%** es salada y se encuentra en los mares y océanos, por lo que se caracteriza por tener una gran cantidad de sales y minerales, y su consumo humano sólo es posible si se eliminan las sales.

El agua en los continentes al presentar una menor cantidad de sales y minerales es conocida como agua dulce, y representa únicamente **2.5%** del total del agua en la Tierra, siendo este volumen el que puede consumir el ser humano.



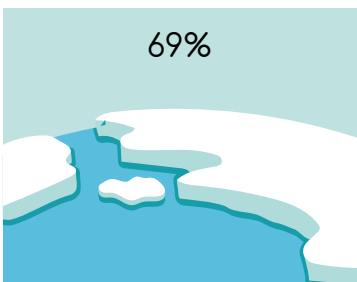
Desalinización

La desalinización es un es un proceso complejo y costoso, mediante el cual se eliminan las sales presentes en el agua de mar. Para ello, se utilizan plantas desalinizadoras, por medio de las cuales se obtiene agua potable. Actualmente, se producen cerca de 99 millones de metros cúbicos (m³) diarios de agua desalinizada en todo el mundo, que abastecen a más de 100 millones de personas.

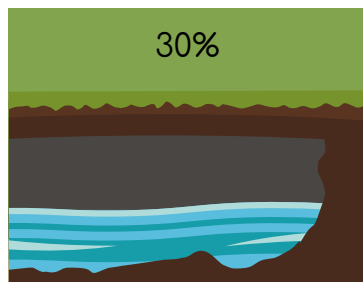


Con respecto al agua dulce en el planeta, 69% se encuentra en los polos en forma de hielo, por lo que están en un estado sólido; 30% del agua dulce a nivel mundial está en la humedad del suelo y en los cuerpos de agua subterráneos, conocidos como acuíferos; y sólo un 1% está disponible en ríos, lagos, lagunas y otros cuerpos de agua superficial. Este recurso se repone regularmente por medio del ciclo hidrológico.

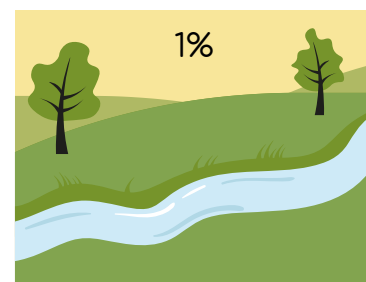
¿Dónde está el agua dulce del planeta?



Polos del planeta



Aguas subterráneas



Ríos, lagos, lagunas

El agua dulce es un recurso escaso, que está amenazado y en riesgo, ya que sólo 0.007% se encuentra disponible para el consumo humano. Debido a la contaminación del agua y a su uso excesivo, se estima que para el año 2030, 2/3 partes de la humanidad enfrentarán la falta de este líquido. Por ello, debemos cuidar el agua que tenemos para evitar que se agote.

a) Aguas superficiales

Las aguas superficiales son aquellas que están presentes en la superficie de nuestro planeta. Tienen un papel fundamental para los ecosistemas, ya que contribuyen a regular el clima, y son una importante fuente de agua y hábitat para los seres vivos.

Además, son relevantes para la sociedad, ya que sirven como una ruta de transporte, como una fuente de agua para el consumo humano, y pueden usarse para producir energía y alimentos para las comunidades. Las aguas superficiales se dividen en dos: **aguas lógicas** o corrientes y **aguas lógicas**.



¿Sabías qué...? Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales delimitados por un partea-guas, que son las partes más altas de las monta-ñas, donde se concentran los escurrimientos, como los ríos y arroyos, mismos que convergen y desembocan en un punto común llamado salida de la cuenca. Las cuencas pueden dividirse jerárquicamente en subcuencas o microcuencas de acuerdo con sus dimensiones por lo que, dentro de una cuenca puede haber una o más subcuencas, y varias microcuencas.



¿Quieres aprender más sobre las cuencas? ¿Cómo funcionan, cuál es su importancia y cómo se dividen? Te invitamos a ver este video:



¿Qué es una cuenca? ¿Cuál es su importancia?

https://youtu.be/LJjCOARa_Mg



Consultado el 8 de agosto de 2023.

Elaborado por el Proyecto Gestión Integral del Agua de Bolivia, en este video aprenderás cómo nos relacionamos con este vital recurso y qué tipo de acciones se pueden realizar para mejorar su manejo.

Aguas lógicas o corrientes

Son aquellas que se mueven en una sola dirección como los ríos y arroyos. Estos suelen originarse del deshielo de las montañas o como parte de otros cuerpos de agua, lagos u otros ríos.

Los ríos suelen ser más profundos y anchos, y sus aguas son de movimiento lento. Los arroyos son más pequeños y con menor profundidad, a menudo son más accidentados y sus aguas suelen ser más rápidas.

Meandro

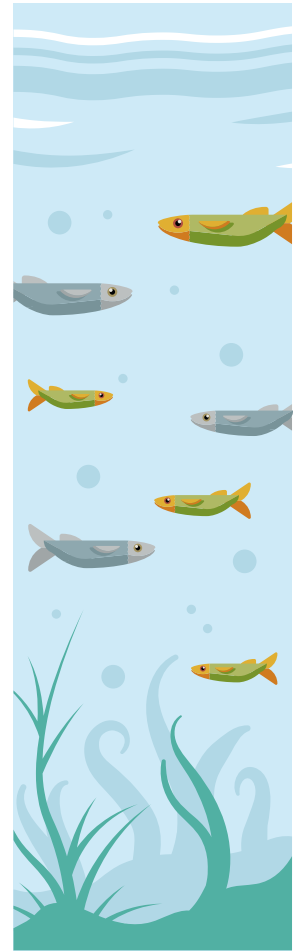
Son las curvas que se forman a lo largo del trayecto que recorre un río. El desarrollo de meandros incrementa la longitud del río, y por consiguiente, disminuye la pendiente. Un río con meandros mejora su biodiversidad, la calidad de sus aguas y su conexión con las aguas subterráneas, permitiendo una mayor infiltración.



Aguas lénticas

Son cuerpos de agua quietos como lagos, lagunas, charcas, humedales y pantanos. Estos pueden ser estacionales, cuando no se encuentran todo el año, sólo en la época de lluvias; o pueden ser permanentes, cuando se encuentran todo el año.

Al igual que los ríos y arroyos, las aguas lénticas juegan un papel muy importante para todos los seres vivos y para los humanos, ya que prestan servicios ecosistémicos como, por ejemplo refugio, debido a que estos cuerpos de agua sirven como hogar para diferentes especies de peces o anfibios, así como para una gran variedad de plantas acuáticas. Por otro lado, los humedales y pantanos contribuyen con la regulación de la calidad y cantidad de agua potable que se produce y que podemos aprovechar los seres vivos.



Lagos

Son cuerpos de agua naturales permanentes, de condiciones lénticas (estancadas), de mayor tamaño y con más de 8 m de profundidad. Suelen formarse en depresiones de terrenos.



Lagunas

Son cuerpos de agua con aparente similitud con los lagos, pero pueden ser temporales o permanentes dependiendo del régimen pluvial; su profundidad es menor a los 8m. Estos cuerpos de agua permanecen relativamente estancados con variaciones en sus niveles. Su profundidad tiende a provocar turbiedad, lo que resulta en un color pardo por la presencia de materia orgánica, el crecimiento de algas y la presencia de sólidos suspendidos.



Humedales



Los humedales son espacios inundables permanente o estacionalmente, ya sea con agua dulce, salobre o salada. Los humedales comprenden ecosistemas marinos y costeros como pantanos, esteros, lagunas costeras; así como ecosistemas terrestres ubicados en ríos, arroyos, y lagos. Son considerados uno de los ecosistemas más productivos del planeta, dado que presentan muchos beneficios para el ser humano.

Durante muchos años, los humedales fueron considerados lugares inhóspitos, peligrosos y sin valor económico para el desarrollo humano. Esto provocó que estos ecosistemas fueran contaminados y destruidos. Aunque se ha perdido casi 70% de los humedales del mundo, todavía existen 557 millones, cuya conservación es de vital importancia para la humanidad.

Esto, debido a que los humedales son considerados los “riñones” de la tierra por su capacidad para filtrar y absorber contaminantes. Estos ecosistemas también evitan inundaciones y recargan los acuíferos, además de ser hábitat para una amplia variedad de especies de plantas y animales.

En México se concentran sólo 0.6% de los humedales de todo el mundo. Sin embargo, se estima que más de 1/3 parte ha sufrido algún deterioro y corren el riesgo de desaparecer.

Hábitat

Es el espacio que cuenta con ciertas condiciones físicas y biológicas, que son necesarias para la reproducción y supervivencia de una especie.



Pantanos

Son cuerpos de agua estancada de menor tamaño, y se caracterizan por tener una gran cantidad de cubierta vegetal.



b) Aguas subterráneas

Un acuífero es una formación geológica de roca y arena que contiene agua subterránea. Los acuíferos son capaces de captar y almacenar agua proveniente de la lluvia o de cuerpos de agua superficiales, gracias a la porosidad y permeabilidad del suelo.

El agua de los acuíferos suele considerarse como un recurso no renovable, ya que para que el agua se almacenara en el subsuelo, debieron haber pasado muchos años en condiciones a menudo distintas a las actuales.

Su importancia es enorme para la sociedad, ya que a menudo suelen ser la principal fuente de agua para las ciudades más importantes del mundo. A diferencia de las aguas superficiales, el agua de los acuíferos presenta una calidad adecuada para su consumo. A pesar de su importancia, los acuíferos tienden a ser sobre explotados, ya que se extrae un mayor volumen de agua con respecto al que se infiltra.



¿Quieres conocer más? ¡Seguro estos videos te van a interesar!



¿Qué es un acuífero?

<https://youtu.be/4Gx-kMshcJU>



Consultado el 8 de agosto de 2023.

Te invitamos a ver este video en el que aprenderás más sobre qué son los acuíferos, así como su importancia.



El ciclo del agua subterránea

https://youtu.be/_o-uFPTFMVY



Consultado el 8 de agosto de 2023.

¿Quieres aprender más sobre el agua subterránea? Este video titulado: "El ciclo del agua subterránea", te ayudará a conocer más sobre su importancia y la manera en la que se extrae.



Sobreexplotación de los mantos acuíferos, problema grave para la CDMX

<https://youtu.be/vBqHZzrhO-4>



Consultado el 8 de agosto de 2023.

En este video, investigadoras de la Universidad Autónoma Metropolitana, te explicarán algunos de los problemas por los que atraviesa el agua subterránea de la Ciudad de México.

En este capítulo, aprendiste sobre la cantidad de agua que existe en el planeta y cómo se distribuye. También, estudiaste qué es una cuenca, las características de las aguas superficiales y subterráneas, así como algunos ejemplos de estos cuerpos de agua.

Referencias del capítulo

Cervantes M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. En: Sánchez O., Herzig M., Peters E., Márquez-Huitzil R., Zambrano L. (Coord.). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Pp. 37-69. INE, México.

Panagopoulos A., Haralambous K.J., Loizidou M. (2019). Desalination brine disposal methods and treatment technologies: A review. Science of The Total Environment 693: 133545.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Cuaderno de divulgación ambiental, SEMARNAT, México.

WWAP (2019). United Nations World Water Development Report 2019. Leaving no one behind. Paris, UNESCO, Paris.

3. El agua en tu vida

El agua juega uno de los papeles más importantes para el mantenimiento de la vida en nuestro planeta. Su funcionalidad biológica la hace indispensable para la creación y la sobrevivencia de todos los seres vivos. La disponibilidad de agua, junto con otros factores determinan: el tipo, la forma y la cantidad de seres vivos presentes en un área específica. Por ejemplo, en las zonas tropicales donde hace mucho calor, abunda la luz y llueve bastante, es muy frecuente encontrar una gran cantidad de formas de vida.

En zonas con condiciones diferentes de calor, agua, y luz, como en los desiertos o las zonas áridas, la diversidad de especies, o formas de vida es considerablemente menor, y en las zonas templadas, es común encontrar una gran cantidad de seres vivos, pero en menor proporción, es decir, hay menos especies como los árboles de los bosques templados.



Por otro lado, el agua contribuye a regular el clima en nuestro planeta, ya que puede absorber y ceder el calor más lentamente que la tierra. Por ejemplo, en las playas, en la noche, la arena está fría; mientras que el agua del mar mantiene el calor que absorbió durante el día. Por ello, las zonas costeras tienen un clima menos extremo, tanto entre la noche y el día, como entre las estaciones del año. En este sentido, las grandes masas de agua, como los mares, océanos, lagunas y lagos, actúan como grandes reguladores de la temperatura en el planeta.



Te invitamos a poner a prueba tus conocimientos sobre la biodiversidad.



México en el país de las maravillas

<https://www.paismaravillas.mx/index.html>

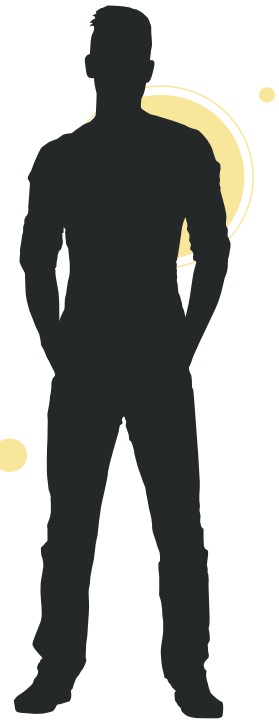
Visita el sitio “México el país de las maravillas” y con la ayuda de Tito Curioso, mediante una serie de actividades como rompecabezas y el juego de memoria, podrás aprender más sobre la biodiversidad en nuestro país.



Consultado el 8 de agosto de 2023.

a) El agua en nuestro cuerpo

El agua es uno de los componentes principales de todos los seres vivos, y en los seres humanos representa entre un 65% a un 75 % de nuestro peso corporal, formando parte de la sangre y otros fluidos del cuerpo humano. Por ejemplo, el cuerpo de un bebé tiene un 83% de agua, un hombre adulto 60%, y una mujer 45%. En el caso del cerebro humano, éste contiene un 80% de agua, los músculos 75% y los huesos 30%.



El agua, además de formar parte de nuestras células, nos permite realizar una serie de procesos vitales, por ejemplo: 

No podríamos respirar, si nuestros pulmones no estuvieran permanentemente húmedos.

Las “lágrimas” formadas mayormente por agua, permiten lubricar y limpiar nuestros ojos.

El agua, forma parte de la “saliva”, la cual humedece la lengua para sentir los sabores de los alimentos.

Por medio de la “transpiración” (sudor), podemos expulsar sustancias tóxicas (disueltas en agua) de nuestro organismo, regularizando al mismo tiempo, nuestra temperatura corporal.

¿Sabías qué...? El agua es el principal componente en todos los seres vivos, pero no en todos se encuentra presente en la misma proporción. En otros seres vivos como los animales, el agua constituye entre un 60% y hasta un 90% de su peso corporal: en el cuerpo de un pez, el agua representa cerca de un 80%, para un elefante un 70%, para un perro adulto cerca de 60%, y para las medusas, el agua conforma 99% de su cuerpo.

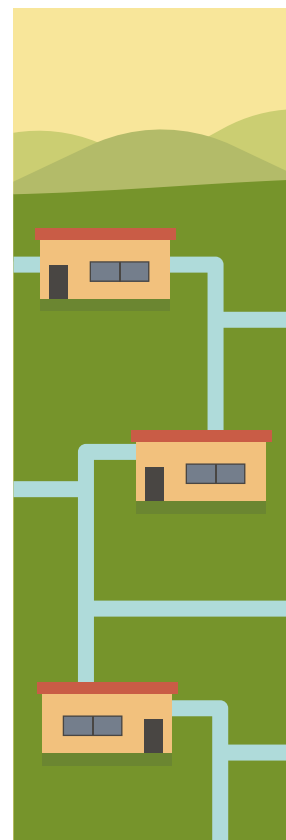
Las plantas contienen entre un 90 y un 95% de agua en su cuerpo, siendo las hojas y los tejidos vasculares, las zonas en donde almacenan más agua. El 91% de la composición de las frutas es agua y hasta 95% para las verduras. Por ejemplo, 93% de la sandía es agua, y en el caso del pepino, un 96% de su contenido lo es.



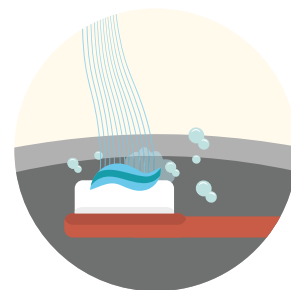
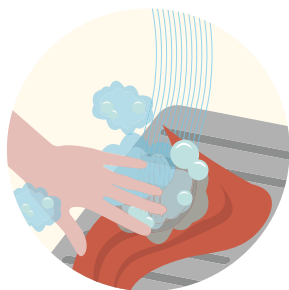
b) El agua en la salud

El agua es posiblemente el recurso natural más importante presente en nuestros hogares. Por ello, su uso doméstico es el más exigente, en términos de calidad y seguridad del suministro, ya que la calidad del agua que consumimos tiene consecuencias directas en nuestra salud.

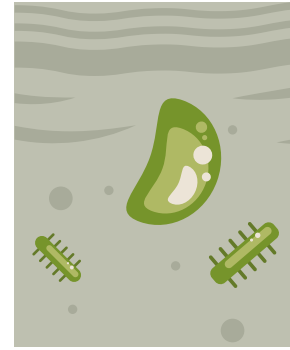
La Organización de las Naciones Unidas ha señalado como un derecho humano que cada persona tenga disponible para su uso, al menos veinte litros de agua limpia al día. Sin embargo, muchas comunidades alrededor del mundo no tienen acceso al agua potable, lo cual pudiera resultar en conflictos sociales, económicos y ambientales.



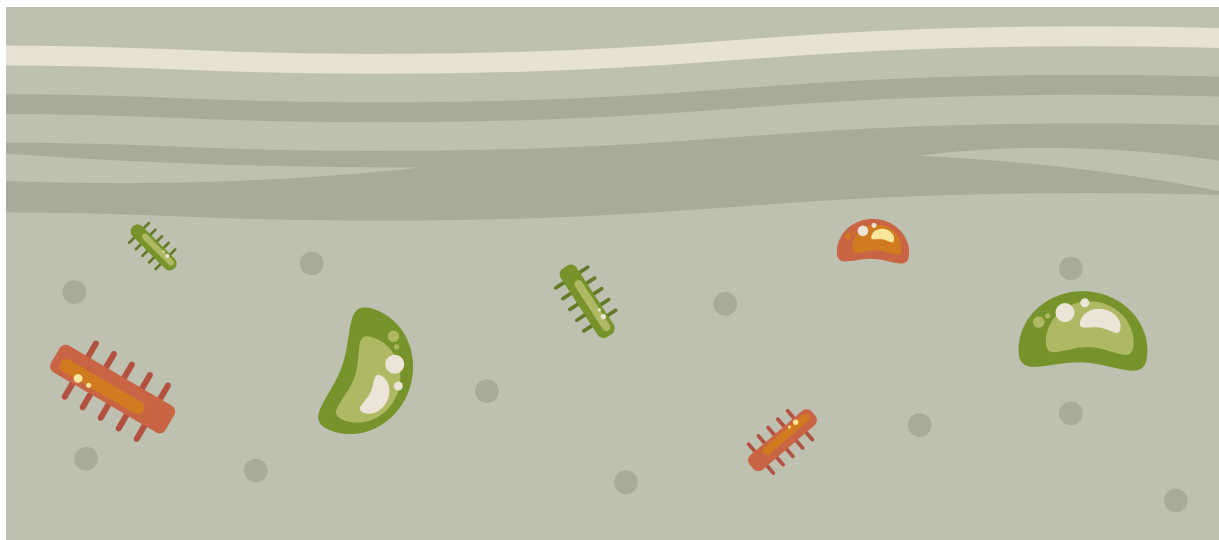
El agua llega a nuestro hogar generalmente a través de la red hidráulica, y los principales usos domésticos en que utilizamos este caudal incluyen: beber este vital líquido, preparar los alimentos, bañarnos, lavar la ropa y los utensilios de cocina, cepillarnos los dientes, regar el jardín o las plantas y ¡Hasta bañar al perro!



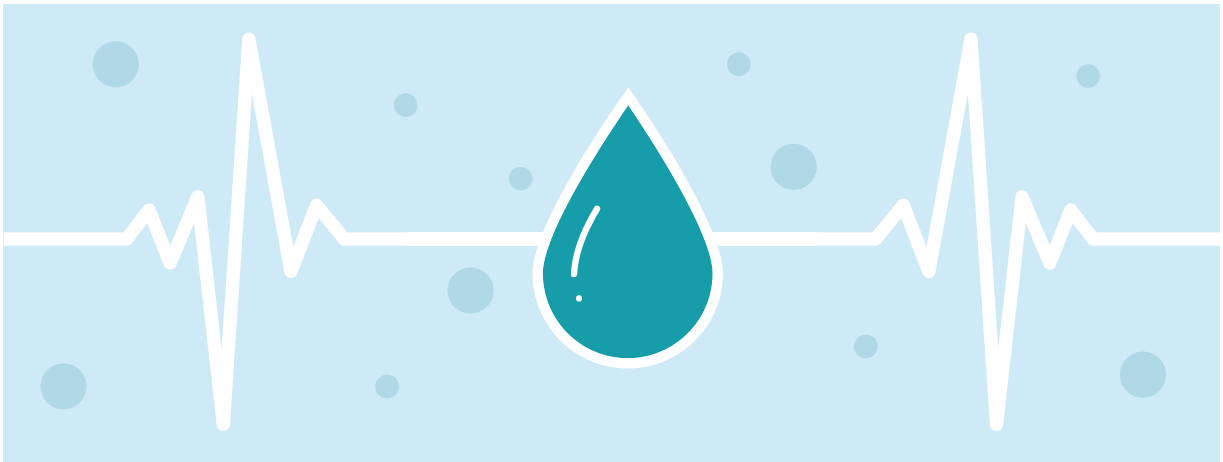
Sólo el agua dulce puede ser utilizada para uso humano, aunque no toda el agua dulce puede consumirse. En el agua se encuentran miles de microorganismos como, por ejemplo, bacterias, larvas de insectos y protozoos que pueden ser patógenos, es decir, que pueden causar enfermedades cuando se consumen.



De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2017, más de 220 millones de personas necesitaron tratamiento preventivo para la esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias la cuál se contrae al estar expuestos a agua contaminada con huevecillos de esta lombriz. El agua contaminada y la purificación deficiente de ella están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población a riesgos a la salud. Se calcula que la contaminación del agua potable provoca más de 502 mil muertes por diarrea al año, siendo principalmente afectados los niños menores a 5 años.



En nuestro país, existe una norma que señala los parámetros que debe cumplir el agua para que sea apta para el consumo humano: la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, *“Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua”.potabilización*.

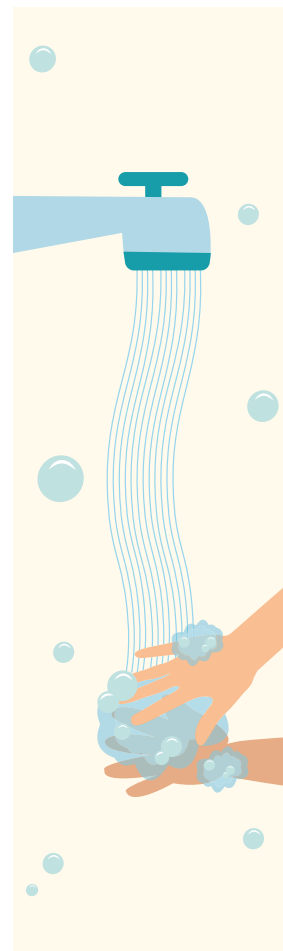


Esta norma surge con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua hasta que llegue a nuestros hogares, por lo que sus objetivos son establecer los límites permisibles de calidad de agua y los tratamientos de potabilización requeridos para su uso y consumo humano, así como los requisitos que deben cumplir los sistemas de abastecimiento, ya sean públicos o privados, para la distribución de este vital líquido en todo el territorio nacional.



La mejor medida para la prevención de las enfermedades relacionadas con el agua es mantener la higiene personal y del hogar, es importante lavarse siempre las manos con agua y jabón antes de comer o dar de comer a otros; después de ir al sanitario, y antes de preparar los alimentos. Es importante purificar el agua antes de su consumo, lo que se logra fácilmente por medio del uso de cloro, filtros o al hervirla. Sin embargo, ninguno de estos tratamientos garantiza que el agua sea potable, dado que no elimina todos los contaminantes que pudieran estar presentes

Recuerda, no tomes agua de la llave, ni ríos o lagos sin antes purificarla, porque puede estar contaminada y poner en riesgo tu salud. También se recomienda, mantener a los animales de compañía o domésticos alejados de las fuentes de almacenamiento de agua y de los alimentos. Finalmente, es deseable proteger las fuentes de agua para mejorar su calidad.



¿Sabías qué...?

Además de los organismos patógenos, el agua puede contener otros compuestos que también pueden afectar nuestra salud y calidad de vida, así como la de otros seres vivos que dependen de este vital líquido para su supervivencia, entre estos contaminantes podemos mencionar a: los fármacos como el naproxeno, que es el principal contaminante médico presente en los cuerpos de agua de México y de otros países de América; contaminantes con una alta concentración de flúor como los detergentes y solventes; hormonas que son desechadas a través de la orina o tiradas al caño en forma de tabletas; y productos para la higiene personal como esmaltes para uñas y químicos utilizados en la elaboración de cosméticos. Por otro lado, es importante destacar la importancia de los microplásticos, que pueden afectar el sistema endócrino de los peces.

Seguro te preguntarás ¿y cómo llega todo esto al agua? Pues bien, estos contaminantes provienen principalmente de diferentes actividades económicas como la minería, la agricultura y otras industrias, las cuales generan una importante cantidad de contaminantes que afectan a la salud de los seres vivos y de los ecosistemas, por ejemplo, la agricultura contamina el agua si no tiene un manejo adecuado de los pesticidas, plaguicidas y fertilizantes; la ganadería de los medicamentos de origen veterinario y de las excretas del ganado; la minería del cianuro o del arsénico; entre otras actividades económicas.



¿Quieres aprender más sobre la importancia del consumo de agua limpia y su saneamiento? Te invitamos a ver los siguientes videos, en los que se explica uno de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), como es el Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento.



ODS 6: Agua limpia y saneamiento:

<https://youtu.be/rOKHAKfJuak>



Consultado el 8 de agosto de 2023.



¿De qué se trata el Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento?

https://youtu.be/1P7N_GLkz38



Consultado el 8 de agosto de 2023.

De la mano de los videos, podrás aprender algunas de las acciones que se implementan para permitir que la mayor parte de la población pueda tener acceso al agua limpia y de calidad. También, conocerás algunas de las prácticas que contaminan el agua, junto con recomendaciones para su cuidado.

c) Contaminación del agua

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el agua contaminada como aquella que sufre cambios en su composición hasta quedar inservible. Es decir, es agua tóxica, que no se puede beber ni destinar a actividades como la agricultura, además de ser una fuente de insalubridad que provoca más de 500 mil muertes anuales a nivel global.



Se dice que el agua está contaminada cuando los agentes contaminantes repercuten negativamente en su calidad para el consumo humano, o para de los ecosistemas. La contaminación puede ocurrir en cualquier espacio que alberga agua, como ríos, lagos, acuíferos o incluso el mar.

Contaminación



El término contaminación se refiere a la introducción de cualquier agente químico, físico o biológico, cuya presencia o acumulación tiene efectos nocivos en el entorno natural, la salud y el bienestar de las personas.



La contaminación debida a procesos naturales como el arrastre de hojarasca, partículas, o por el ingreso de gases atmosféricos transportados por la lluvia, es mínima en comparación con la contaminación que se genera por las actividades humanas.



Los principales contaminantes del agua incluyen bacterias, virus, parásitos, fertilizantes, pesticidas, fármacos, nitratos, fosfatos, plásticos, desechos fecales y hasta sustancias radiactivas. Estos elementos no siempre tiñen el agua, haciendo que la contaminación hídrica resulte invisible en muchas ocasiones. Por esta razón, se suele recurrir al análisis químico de pequeñas muestras, así como a la determinación sobre la presencia de organismos acuáticos para conocer el estado de la calidad del agua.



¿Sabes qué es lo que provoca la contaminación del agua?

Existen factores que contaminan de manera natural el agua, sin embargo, lo habitual es que el deterioro del agua proceda de las actividades humanas, entre ellas: 

Deforestación: la tala de los bosques puede agotar las fuentes de captación de agua, y al mismo tiempo, puede generar residuos orgánicos que sirven de caldo de cultivo para bacterias contaminantes.

Actividades industriales, agrícolas y ganaderas: los vertidos de productos químicos procedentes de estos sectores son una de las causas principales de la eutrofización del agua.

Basuras y vertidos de aguas residuales: más del 80 % de las aguas residuales del mundo que llegan al mar y a los ríos no cuentan con un tratamiento previo.

Eutrofización

La eutrofización se refiere al aporte en exceso de nutrientes inorgánicos procedentes de actividades humanas como la agricultura, principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), en un ecosistema acuático, lo que produce la proliferación descontrolada de algas fitoplanctónicas y provoca efectos adversos en las masas de agua afectadas.



Cada año se vierten en los cuerpos de agua millones de m^3 de aguas residuales que son tratadas de forma inadecuada o que no reciben tratamiento alguno. Entre los principales tipos de descargas de aguas contaminadas que se vierten a los cuerpos de agua se encuentran: las municipales, en ellas se incluyen las descargas provenientes de los hogares.

Para ayudar a reducir la contaminación de los cuerpos de agua desde nuestros hogares, es necesario conocer algunos de los productos que usamos en el hogar y que desechamos al drenaje, por ejemplo: pinturas, así como productos de limpieza o para el aseo personal.

El metro cúbico, identificado con el símbolo m^3 , es una unidad de volumen que equivale a 1000 litros.



¿Sabías qué...?



Cuatro litros de pintura pueden contaminar más de 1 millón de litros de agua; para evitarlo, no laves continuamente las herramientas y si te sobra pintura, dona el excedente. Elige las pinturas que son a base de agua y evita las de aceite o que contienen metales.





Los insecticidas son uno de los principales contaminantes del agua, ya que cuando son arrastrados por ésta entran en las cadenas alimenticias y perjudican la salud de muchas especies. Para ahuyentar a los insectos, procura el uso de alternativas naturales como el vinagre, el laurel, la pimienta blanca, la sal, o la citronela.

¿Quieres aprender a elaborar un repelente natural de mosquitos? ¡Te invitamos a ver el siguiente video!



Repelentes caseros para mosquitos

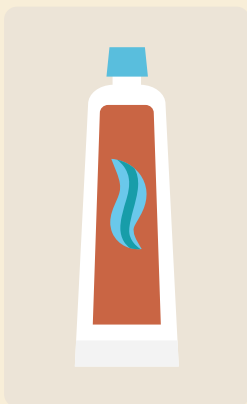
https://youtu.be/_7cyVORrYOo



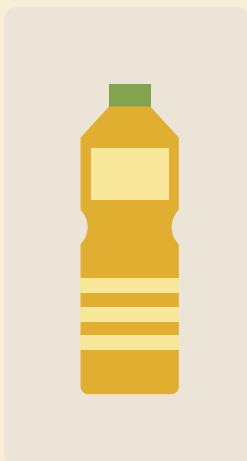
Consultado el 8 de agosto de 2023.



Productos de limpieza: al ser desechados por las alcantarillas, estos químicos pueden llegar a los ríos y mares, generando eutrofización que consume el oxígeno de estos cuerpos de agua, por lo que mata a las especies acuáticas. Si es posible, usa productos biodegradables.



Productos de higiene personal: algunos de los compuestos químicos al llegar a los cuerpos de agua pueden provocar la muerte de diferentes especies acuáticas. Así que, te recomendamos explorar marcas que se basen en el uso de productos naturales o que sean fabricados a partir de plantas, árboles, frutas y especias sin sustancias químicas.



Aceite de cocina usado: este es uno de los contaminantes del agua que debemos reducir, ya que 1 litro de aceite puede contaminar hasta 1 000 litros de agua. Por ello, en lugar de tirar al desagüe el aceite del atún o el que utilizaste para cocinar o freír, recólectalo en botellas de plástico limpias para disponerlo, haciéndole saber a quienes hacen la recolección que se trata de aceite usado.



Derrames de combustible: el transporte y el almacenamiento del petróleo y sus derivados dan lugar a filtraciones que pueden llegar a las fuentes de agua.



Depósito de desechos sólidos en los cuerpos de agua y el tráfico marítimo: son los causantes de una buena parte de la presencia de plásticos que contaminan los cuerpos de agua continentales y el agua de los océanos.

Contaminantes plásticos en el agua

En 1907, se produjo una revolución en los materiales al introducir resinas plásticas sintéticas en el comercio mundial. A fines del siglo XX, se descubrió que los plásticos eran contaminantes persistentes en el ambiente. La acumulación en el ambiente de productos plásticos crea problemas para la vida silvestre y sus hábitats, así como para la población. Actualmente, son considerados contaminantes que impactan a gran escala y afectan a diferentes seres vivos, ya que, en algunos casos, los animales los confunden con alimento, acumulándose estos plásticos en sus órganos vitales. Se descubrió que los cetáceos grandes, la mayoría de las aves y todas las tortugas marinas ingieren fácilmente trozos de plástico y residuos como encendedores, bolsas de plástico y tapas de botellas. Por eso, es de vital importancia disminuir el consumo de plásticos e implementar mejores prácticas para su gestión. Adicionalmente, los plásticos inundan las zonas bajas al obstruir los sistemas de drenaje y contaminan las fuentes de agua.



¿Sabías qué...? A través de los ríos llegan al mar cerca de 1.15 a 2.41 millones de toneladas de plástico generados en la superficie terrestre. En el océano Pacífico, hay una isla formada de plástico que mide tres veces el tamaño de Francia, y que cuenta aproxi-

madamente con 1.8 billones de piezas que pesan en conjunto cerca de 80 mil toneladas. Nuestro país, es el decimosegundo productor de plástico y genera 2% de la producción mundial. En 2022, se produjeron 78 millones de toneladas métricas de botellas de plástico (2 billones), de las cuales sólo 14 % se recicla por lo que terminaron en ese año, más de 9 millones de envases en los océanos.



A stylized illustration of a polluted river. The river is grey and filled with various pieces of trash, including plastic bottles, a fork, a knife, a bowl, and a spray bottle. A large skull and crossbones symbol is prominently displayed in the center of the river, indicating danger or toxicity. The background shows green hills and a yellow sky, suggesting a natural environment that has been contaminated.



Referencias del capítulo

Grijalva-Endara, A., Jiménez-Heinert, M., & Ponce-Solórzano, H. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. RECIMUNDO, 4(4), 79-93. Disponible en línea:

[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93)

Guzmán, F. (2019). Botellas y bolsas de plástico contaminan playas y mares. En Gaceta UNAM. UNAM, México.

Disponible en línea: <https://www.gaceta.unam.mx/botellas-y-bolsas-de-plastico-contaminan-playas-y-mares/>

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2018). El desafío de los contaminantes emergentes. IMTA.

Disponible en línea: <https://www.gob.mx/imta/articulos/el-desafio-de-los-contaminantes-emergentes>

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Disponible en línea: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69543.pdf>

Límites permisibles de la calidad del agua. Diario Oficial de la Federación.
Disponible en línea:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5650705&fecha=02/05/2022#gsc.tab=0

Sistema Internacional de Unidades (2023). 8va edición. SIU.

World Economic Forum (2019). Cada año se fabrican dos billones de envases para bebidas. ¿Dónde terminan todos estos envases? WEF.

UNESCO & WWAP (2020). The United Nations world water development report 2020: water and climate change. UNESO, WWAP.

WHO (2017). Global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2017 Report: financing universal water, sanitation and hygiene under the sustainable development goals. WHO, Geneva.

4. Usos del agua

¿Puedes imaginar una actividad en la que no se necesite agua? Este líquido es uno de los recursos más importantes en nuestro día a día, y está presente en prácticamente todo lo que hacemos, en nuestras bebidas y alimentos, en nuestra ropa y objetos. El agua está en todas partes, ya sea como materia prima o como parte del proceso para elaborar productos; incluso en el material en el que fue impreso este manual, o en la computadora o celular en dónde estás leyéndolo.

Los usos del agua se clasifican en dos tipos: consuntivos y no consuntivos.

Los usos consuntivos

El uso consuntivo del agua es aquel en el que, debido a las características de la actividad en la que se usa, hay pérdidas de ésta, es decir, la cantidad de agua que se suministra es menor a la que regresa a la fuente de abastecimiento. Dentro de estos usos o actividades se encuentran: el uso doméstico, el industrial, el agrícola, el pecuario, el comercial y los servicios.



De acuerdo con el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), en promedio, una familia capitalina conformada por cuatro personas gasta diariamente mil 920 litros; volumen que se distribuyen de la siguiente forma: 

- Hasta 12 litros de agua por minuto cuando nos lavamos las manos.
- 200 litros de agua por cada 10 minutos en la regadera.
- 10 litros de agua cada 10 minutos cuando lavamos los trastes.
- De 40 a 62 litros de agua por ciclo de lavado en una lavadora convencional.
- 6 litros de agua por cada descarga en el sanitario.

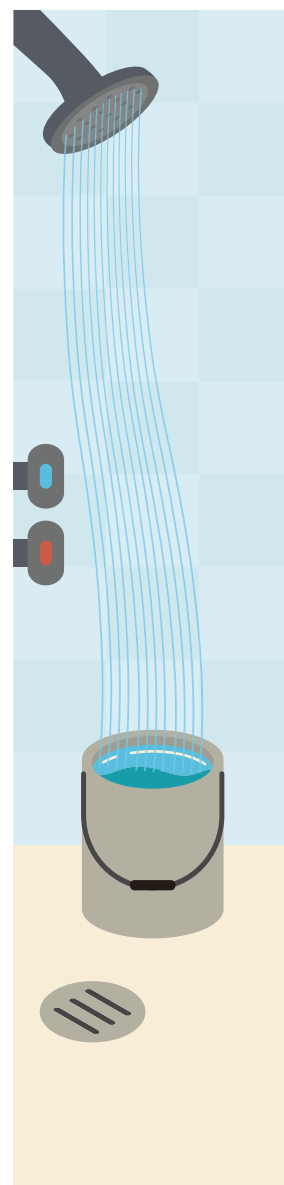


¿Sabías qué...? El 76.6 % del agua en México se destina al uso agrícola para el riego de cultivos, siendo la actividad que consume la mayor cantidad del agua disponible en nuestro país. El abastecimiento público consume 14.5 % del volumen disponible en México, el cual se entrega a usuarios domésticos; un porcentaje de este volumen llega a nuestros hogares. El 4.9 % es utilizado para la generación de energía eléctrica por medio de plantas termoeléctricas. Finalmente, el 4 % restante se destina a la industria autoabastecida para la elaboración de diversos productos y servicios.



¿Cómo podemos reducir nuestro consumo de agua?

Existen diferentes formas de reducir el consumo de agua en nuestros hogares, por ejemplo, podemos coleccionar el agua fría que sale de la regadera antes de la caliente en una cubeta, misma que después se puede utilizar para lavar los trastes o para el servicio de los sanitarios. También, es posible colocar llaves ahorradoras tanto en la regadera como en el lavamanos, y podemos cerrar las llaves de la regadera mientras nos enjabonamos. Por otro lado, es recomendable utilizar tanques ahorradores de agua para el inodoro. De igual manera, cuando nos lavamos las manos o los dientes podemos utilizar algún recipiente para captar agua y una vez cerradas las llaves del lavabo, evitamos que el agua limpia siga corriendo y se desperdicie; además, podemos reutilizar el agua de la lavadora para lavar el patio o incluso para los servicios de los inodoros.



¿Quieres conocer más sobre el proceso de tratamiento del agua que desechamos en el drenaje?



Depuración y reutilización de aguas residuales ¿Qué es una EDAR? ¿Cómo funciona?

<https://youtu.be/Hi2ilunFSWc>



En este video, te invitamos a conocer el proceso mediante el cual trabaja una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), también conocidas como Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).

Consultado el 8 de agosto de 2023.

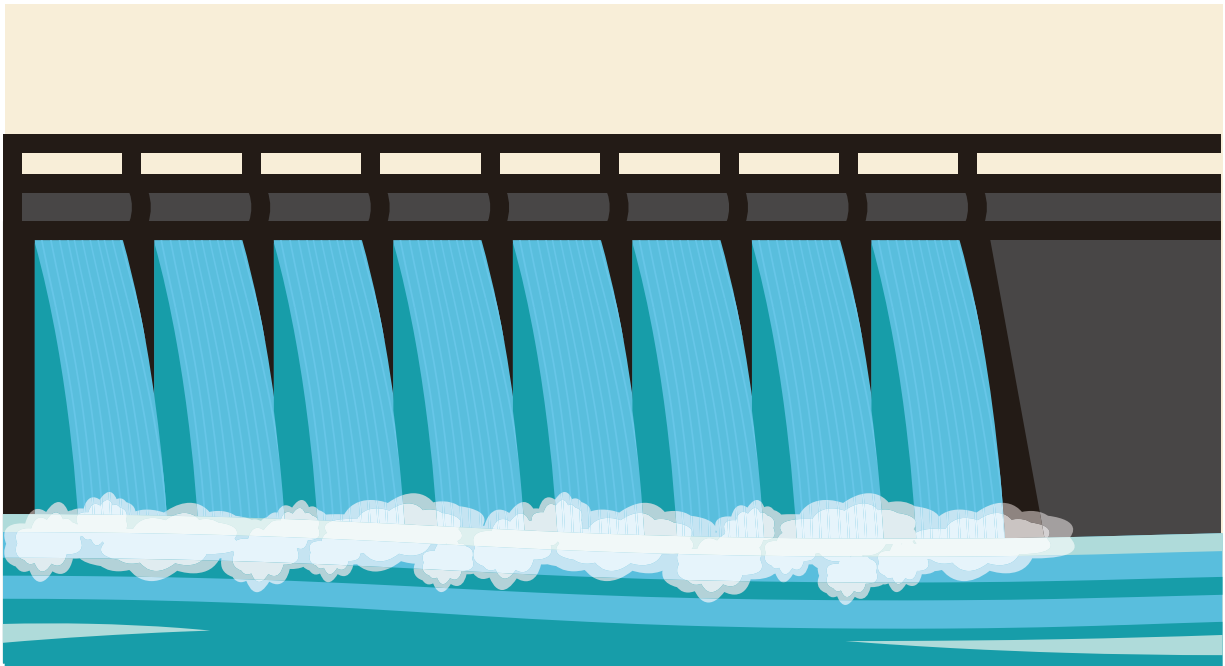
Agua residual

El término agua residual se refiere a la modificación de manera negativa de la calidad del agua, resultado de la incorporación de líquidos y residuos sólidos que resultan de las actividades realizadas en los hogares, en las industrias, así como en la agricultura y ganadería. Por su menor calidad, debido a la presencia de estos contaminantes, el agua residual no puede ser reutilizada o vertidas en cuerpos receptores sin contar con un tratamiento previo, el cual se realiza en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Estas plantas están equipadas para eliminar los contaminantes presentes en el agua residual.



Los usos no consuntivos

En los usos no consuntivos del agua no hay pérdidas, ya que la cantidad de agua que entra es la misma o casi la misma que sale del proceso. Algunos ejemplos de usos no consuntivos del agua son los que predominan en las hidroeléctricas, la acuicultura, y la navegación.





¿Sabías qué...? Para algunas de las civilizaciones antiguas el agua, además de ser empleada para el riego de sus cultivos, también era utilizada como una vía de comunicación para transportar personas y productos. Un claro ejemplo de ello fue la Ciudad de México-Tenochtitlán, la cual estaba ubicada en el centro del Lago de México, como una estrategia de protección para sus habitantes. Por sus características lacustres e insulares, a través de Tenochtitlán cruzaban numerosos canales y acequias, de tal manera que en muchas de sus calles sólo se podía circular en canoas. Aún quedan algunos vestigios de estos grandes canales ¡seguramente los conoces! Nos referimos a los canales de Xochimilco.



Acequia

Una acequia es una zanja o canal por donde se conducen las aguas para regar y para otros fines.





Sobre el agua -El desalojo de las aguas

<https://youtu.be/gyveMFe4i-w>



¿Quieres conocer más sobre el agua, su relación con la antigua Tenochtitlan y la actual Ciudad de México? Te invitamos a ver este documental titulado “*Sobre el agua - El desalojo de las aguas*,” producido por el Canal 11.

Consultado el 8 de agosto de 2023.

a) Huella Hídrica

La huella hídrica es un indicador medioambiental que nos permite calcular el volumen total de agua dulce que es utilizado para la producción de bienes y servicios que consumimos habitualmente. Podemos decir que, la huella hídrica es el valor que nos indica la cantidad de agua que se requiere para la producción de cualquier cosa.

Calcular la huella hídrica es importante para conocer el impacto ambiental derivado del uso del agua. Este indicador mide el volumen de agua que utilizan los individuos, los productos, las industrias e incluso, las naciones. Sirve, además, como un indicador del uso y contaminación directa e indirecta del agua, y se mide en unidades de volumen como litros o m³ por unidad de producto fabricado o servicio consumido.



Indicador

Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede mostrar los cambios y mejoras hacia el logro de una meta específica. Debe describir claramente qué es lo que está midiendo. Los indicadores deben ser válidos, confiables, y medibles.



Existen tres tipos de huella hídrica:

Huella hídrica verde

Se refiere al consumo de agua de lluvia que no se convierte en escorrentía, sino que se incorpora a los productos agrícolas. En este tipo de huella hídrica, el agua procede directamente del agua de la lluvia o nieve, y también se incluye a aquella que se almacena en el suelo en capas superficiales y que está al alcance de las plantas para que pueda ser utilizada.



● Huella hídrica azul

Se refiere al agua que procede o se capta de fuentes naturales o artificiales, mediante infraestructuras o instalaciones operadas por el hombre.



● Huella hídrica gris

Se refiere al volumen de agua que se contamina durante los procesos de producción, en este tipo de huella hídrica también se considera el agua que se genera en nuestros hogares, y a la que posteriormente es necesario dar un tratamiento con la finalidad de cumplir con los parámetros exigidos por las normas o estándares ambientales de calidad de agua, antes de regresarla al medio ambiente.



La huella hídrica tiene dos dimensiones para su medición:

directa e **indirecta**.

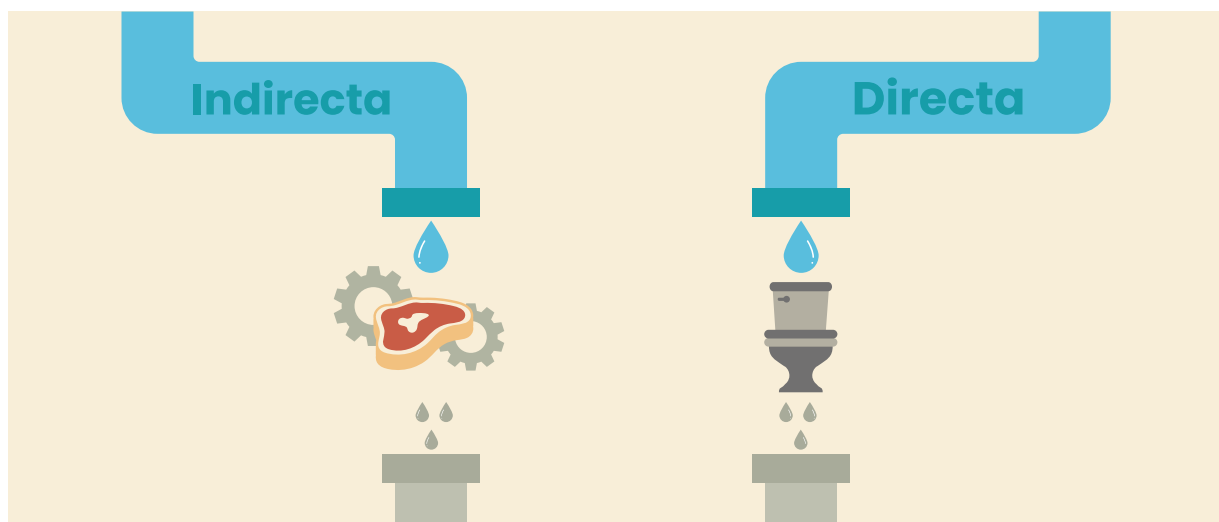
● Huella hídrica directa

Se refiere al uso y contaminación del agua dulce por todas las actividades que se llevan a cabo.

● Huella hídrica indirecta

Engloba dentro de su evaluación a los tres tipos de huellas mencionadas con anterioridad, y se refiere al volumen de agua utilizada y contaminada en toda la cadena de producción, es decir, el agua requerida para la obtención de un producto o servicio.

Por ejemplo, la huella hídrica de un producto es el volumen total de agua potable utilizada durante el proceso de producción, más la contaminación de agua generada después de su fabricación. Por otro lado, la huella hídrica de un consumidor es el volumen total de agua potable utilizada en las actividades diarias (huella hídrica directa), y el agua utilizada para producir los bienes y servicios consumidos (huella hídrica indirecta).



Para calcular la huella hídrica se utilizan diferentes procesos, instrumentos y sensores en función del tipo de indicador que se esté intentando medir. 

Para calcular la huella hídrica azul es necesario instalar aforadores o contadores de caudal. Estos componentes permitirán cuantificar el agua proveniente de una fuente superficial o subterránea.

Para calcular la huella hídrica verde es necesario contar con información climática diaria. Esto permite hacer seguimiento a los niveles de precipitación.

Para calcular la huella hídrica gris se hace una continua monitorización de la calidad del agua que entra y sale del sistema. También, se evalúan los principales contaminantes causados por los fertilizantes.

Identificar los tipos de huella hídrica que generan diversas actividades que realizamos día con día permite definir objetivos, estrategias y metas de reducción del consumo y de la contaminación del agua dulce.

En el caso de las ciudades, la huella hídrica constituye una herramienta técnica relativamente sencilla de aplicar y comunicar, que permite medir, gestionar y orientar el desarrollo urbano hacia un modelo resiliente al cambio climático, gracias a una mejor gestión de los recursos hídricos.



¿Sabías qué...? Para producir un kilogramo de maíz en México se requieren en promedio 1 860 litros de agua, un kilogramo de carne de res requiere 15 415 litros, y un vaso de leche requiere de 200 litros de agua para su obtención.



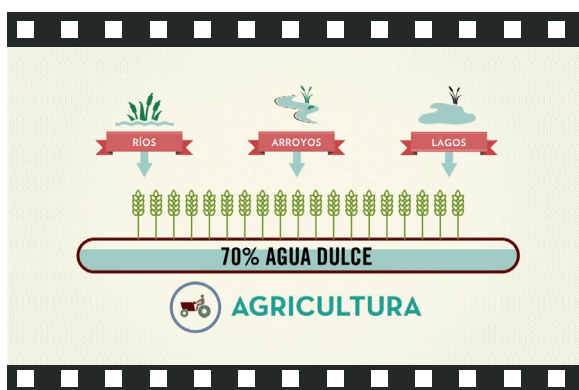
Por otro lado, a nivel mundial se calcula en promedio que, para obtener medio kilogramo de mantequilla se necesitan 2 700 litros de agua; para medio kilogramo de queso 2 500 litros; para una hamburguesa 2 400 litros; y para una bolsa de papas fritas 185 litros. Para la producción de una manzana se requieren 70 litros de agua; y en el caso de una naranja 50 litros. Para la producción de medio kilogramo de arroz se necesitan 1 700 litros y, por otro lado, para producir medio kilogramo de trigo se requieren 500 litros de agua.

Los alimentos no son los únicos que tienen huella hídrica. La ropa que usamos también lo hace, por ejemplo, una camiseta sencilla contiene unos 200 gramos de algodón, y para producirlos se necesitan 2 000 litros de agua, los jeans requieren para su fabricación 10 850 litros de agua, y un par de tenis 4 400 litros. Por lo que, como mínimo, la ropa que usamos diariamente requirió para su producción por lo menos 17 250 litros de agua.



¿Quieres conocer más sobre la huella hídrica? Te invitamos a revisar los siguientes videos:

 **"La Huella Hídrica – Aguas Adentro"**
<https://youtu.be/83kA1TuucWc>



Consultado el 8 de agosto de 2023.



 **"¿Cuánta agua se requiere para producir los alimentos que comemos?"**
https://youtu.be/L_nUuOvF1zU



Consultado el 8 de agosto de 2023.



En este video conocerás la cantidad de agua que se requiere para la producción de algunos alimentos ¡Con estos videos, seguro aprenderás mucho más sobre este tema!

¿Quieres ayudar a reducir tu huella hídrica? Te invitamos a construir un filtro de agua casero, que servirá para dar tratamiento al agua que se genera en tu hogar; después de pasar por el filtro esta agua puede ser utilizada para otras labores del hogar.



Ciencia Especial – Filtro de agua

<https://youtu.be/nLwKY58CdNc>



CIENCIA ESPECIAL 
Actividades ludo-prácticas para jugar con la ciencia en Escuelas Especiales **2ª VERSIÓN**

¿Quieres calcular tu huella hídrica? Te invitamos a calcular tu huella hídrica por medio de la calculadora que encontrarás en la siguiente página.



¿Cuál es su Huella Hídrica?

<https://www.watercalculator.org/wfc2/esp/>



¿Cuál es su Huella Hídrica?

Esta calculadora le ayuda a estimar su uso total de agua. Seguramente sabe que el agua proviene de la llave, pero ¿tiene idea de cuánta agua hay en su sándwich? ¿En sus aparatos eléctricos, y en la electricidad que los alimenta? Pronto lo sabrá.

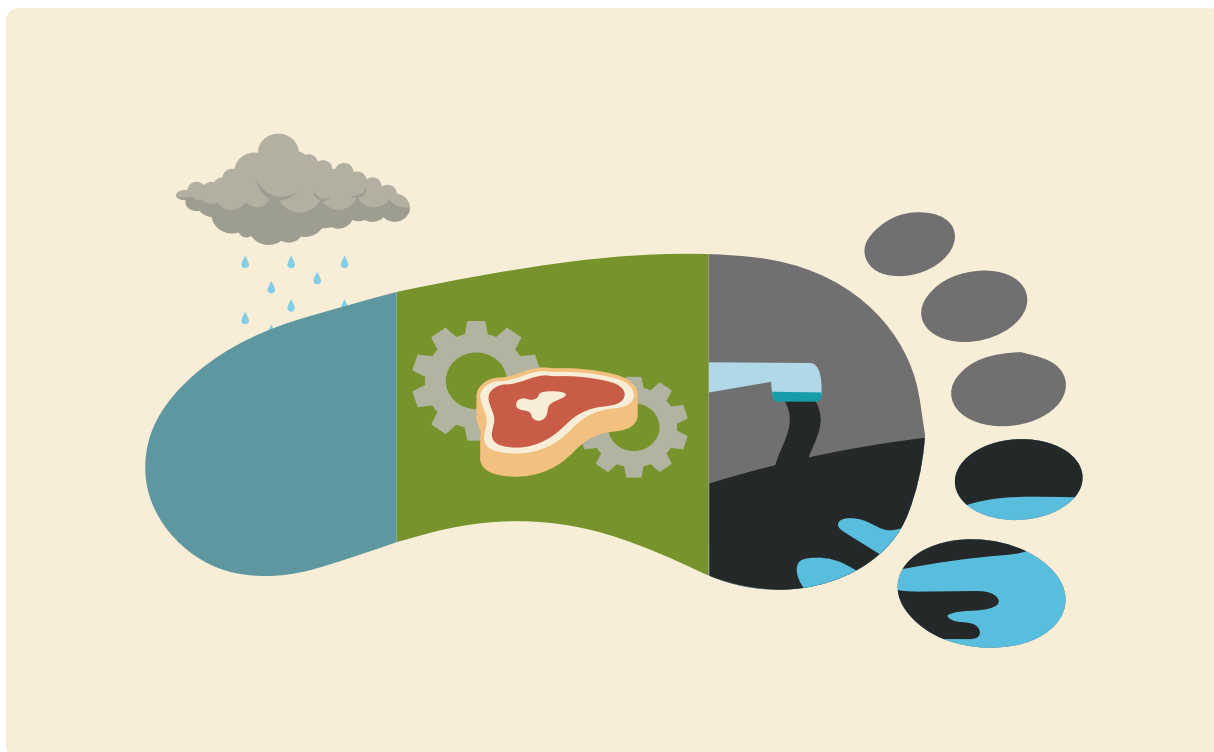
COMENZAR >

What's Your Water Footprint?

Puedes conocer el agua que se ha utilizado para producir cualquier fruta, vegetal, lácteo o cereal, así como para la confección de ropa u otros productos que utilizamos en el hogar como jabón, crema, pasta dental, entre otros objetos.

Consultado el 8 de agosto de 2023.

En este capítulo aprendiste sobre los diferentes usos del agua, así como sobre la huella hídrica de las principales cosas que utilizas y consumes como leche, café, carne, cereal, ropa y calzado.



Referencias del capítulo

CONAGUA (2018). Estadísticas del Agua en México. CONAGUA, México.

Hoekstra A., Chapagain A.K., Aldaya M.M., Mekonnen M.M. (2011). Manual de evaluación de la huella hídrica. Establecimiento del estándar mundial. Water Footprint Network-AENOR. AENOR, Genova-Madrid.

OMS (2022). Agua para consumo humano. OMS. Disponible en línea:

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Pedrozo, A. (2020). La huella hídrica gris y la sustentabilidad. En: Perspectivas IMTA No. 15. IMTA, México.

Seguí Amórtegui L.A., García Vega D., Guerrero García Rojas H.R. (2016). Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión para el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos. Ciencias Sociales 69 (2016). Pp. 76-101.

5. El agua en el mundo

El agua es un recurso indispensable para garantizar la calidad de vida de las personas y para favorecer el desarrollo económico, al ser un recurso fundamental para la realización de las diversas actividades económicas.

En el mundo, en el año 2022, habitan más de **7.7 mil millones** de personas, pero a medida que la población crece, también lo hacen sus necesidades de acceso al agua tanto en cantidad como en calidad. En el último siglo, la población mundial se incrementó 4.4 veces, mientras que la extracción de agua aumentó 1.7 veces más rápido que la población. A pesar de ello, para el 2022, **3 de cada 10 personas carecen de acceso a los servicios de agua potable**; cifra que asciende a **2,100 millones** de habitantes de los cuales 70% viven en zonas rurales. Por ello, tienen que recurrir a fuentes alternativas para satisfacer sus necesidades básicas. El 50% de las personas que enfrentan problemas asociados a la escasez de este vital líquido viven en China e India.



Un abastecimiento seguro, confiable y accesible del agua es esencial para la buena salud de las personas. La cantidad de agua a la que se puede acceder está determinada tanto por condiciones naturales como sociales. Desafortunadamente, a nivel mundial **8 de cada 10 hogares no cuentan con agua dentro de su vivienda** y las personas tienen que trasladarse hasta un pozo o arroyo comunal, localizado a varios kilómetros de distancia del hogar. El acceso al agua también tiene diferentes implicaciones en los roles de género, siendo mayoritariamente las mujeres quienes están a cargo de acarrear, administrar y evaluar la calidad del agua para satisfacer los diferentes usos en el hogar.



Entre los problemas más significativos a nivel mundial, que ocasionan que se requiera una mayor cantidad de agua para atender las necesidades de la población y las actividades económicas son: las fugas y un consumo dispendioso. Estos problemas se estima que tienen un costo de 141 mil millones de USD/año, siendo los países en desarrollo los que realizan los mayores desperdicios de agua de cerca de 45 millones de m³/día, con lo que se podría abastecer a poco más de 200 millones de personas. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), entre las ciudades que más agua desperdician diariamente se encuentran Río de Janeiro (Brasil), Buenos Aires (Argentina), Bucarest (Rumania), Sofía (Bulgaria), Nairobi (Kenya), y la Ciudad de México (México).



Otra de las problemáticas más relevantes a nivel mundial con respecto al agua está relacionada con la calidad que tiene este vital recurso al ser abastecido a la población. Lo anterior, debido a que la calidad que debe tener el agua para un consumo humano seguro implica que este volumen no contiene de patógenos u otros contaminantes químicos que puedan producir enfermedades. Afecciones como el cólera, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis son resultado del consumo de agua contaminada con excretas humanas o de animales. Estos padecimientos cobran la vida de más de 500 mil personas al año, particularmente niños menores de cinco años; esto a pesar de que estas enfermedades son prevenibles si se cuenta con la infraestructura adecuada.

La ocurrencia de enfermedades que se transmiten por el agua está estrechamente relacionada con la falta de saneamiento gestionado de manera segura. Por lo que, garantizar la infraestructura para el saneamiento del agua y la eliminación de la defecación al aire libre son esenciales en la lucha contra la pobreza extrema. Por lo pronto, 6 de cada 10 personas en el mundo no cuentan con mecanismos de saneamiento seguro y cerca de 2 300 millones aún carecen de saneamiento básico, lo que provoca la muerte de 361 mil niños menores de 5 años anualmente a nivel mundial. En América Latina y el Caribe, apenas 38% de la población tiene acceso a un servicio seguro de eliminación de excretas.



Adicionalmente, más del 80% de las aguas residuales generadas por las actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin recibir un tratamiento previo, lo que ha provocado que los cuerpos de agua receptores sean contaminados. Este tipo de prácticas ha sido la causa de que más de 80% de la población a nivel mundial tenga que usar fuentes de agua contaminadas, en particular en las zonas rurales.



En este sentido, los problemas de escasez del agua ya representan un riesgo para la población mundial, estimándose que 3 600 millones de personas en el mundo (casi la mitad de la población mundial), se encuentran viviendo en regiones que podrían enfrentar periodos de escasez severos, ante un incremento en la demanda del agua de más de 55% con respecto al año 2000. Este incremento obedecerá a una combinación de factores como el cambio climático, el crecimiento demográfico, los patrones de consumo más dispendiosos de este vital líquido, y los mayores requerimientos de agua para la producción de alimentos, los cuales se espera aumenten en un 50% para el año 2050.



¿Sabías qué...? Solo 0.007% de toda el agua del planeta Tierra está disponible de manera segura e inmediata para el consumo humano, y que más de la mitad del agua dulce de nuestro planeta se encuentra concentrada en 9 países: Brasil, Rusia, Canadá, Estados Unidos, China, Colombia, Indonesia, India y la República Democrática del Congo. Por ejemplo, Brasil concentra 12% de los recursos de agua dulce del planeta; Rusia más de 20%; y finalmente Canadá, 7% de los recursos globales renovables de agua dulce.



¿Quieres conocer algunas de las causas y consecuencias de la escasez del agua en el mundo? Te invitamos a ver el siguiente video en donde podrás aprender sobre las causas y consecuencias de la escasez del agua a nivel mundial.



Escasez de agua en el mundo 8 causas y consecuencias

<https://youtu.be/k0Wthd5Tp7Y>



Consultado el 8 de agosto de 2023.

a) Conflictos por el agua

Las crisis por el agua han sido reconocidas desde el año 2012 en el Foro Económico Mundial como uno de los principales cinco riesgos globales. Desde 2017, con mayor intensidad se registran sequías más severas que están provocando crisis humanitarias, forzando a que más de 20 millones de personas abandonen sus hogares por la escasez de agua, alimentos y la emergencia de conflictos. Actualmente, 150 países con más de 2 800 millones de personas tienen cuencas fluviales transfronterizas, en las que se han registrado conflictos por el acceso al agua. Sin embargo, éstos no sólo se remiten a una escala internacional, sino también se presentan a nivel local. Por lo pronto, se han registrado en el mundo un total de 926 conflictos por el agua, la mayoría de ellos relacionados con la agricultura. Por ello, el acceso limitado o la falta de acceso al agua, así como su distribución inequitativa, son algunos de los factores que explican la emergencia de estos conflictos. Ante la creciente escasez del agua, se estima que dichos enfrentamientos aumentarán entre un 75 y un 95% en los próximos cien años.



Entre las regiones del mundo con mayores problemas por el agua se encuentra Asia, ya que más de la mitad de los países de esta región están en peligro de sufrir escasez; situación que se agrava por los efectos del cambio climático. Por otro lado, el Medio Oriente y el Norte de África son consideradas las zonas más vulnerables del mundo, siendo identificados en esta región 13 de los 33 países con más probabilidad de enfrentar conflictos por el agua en las próximas décadas. Por ejemplo, en la región semiárida de **Sahel en África**, hay informes frecuentes de violentos enfrentamientos entre pastores y agricultores por la escasez de agua.



En el caso de América Latina y el Caribe, también se identifican problemas relacionados con el acceso al agua, sobre todo en las zonas rurales en donde hace falta infraestructura que lleve agua limpia y segura hasta las comunidades. En países como Guatemala, Nicaragua, República Dominicana, Perú y Paraguay, la desigualdad en el acceso al agua ha sido una causa para la generación de conflictos. Por lo anterior, es indispensable reflexionar sobre los mecanismos más adecuados de gestión del agua, identificándose como fuentes alternativas la reutilización de las aguas residuales tratadas, la desalinización, y la captación y uso del agua pluvial.



¿Sabías qué...? Entre enero y abril del año 2000, en Bolivia tuvo lugar la llamada Guerra del Agua, en la que la privatización del servicio de agua potable municipal y el aumento de su costo, provocó que este bien fuera inaccesible para gran parte de la población, vulnerando de esta manera los derechos humanos de la población. Esta situación derivó en un conflicto social que dejó como saldo seis personas muertas y 175 heridas.



Te invitamos a que veas el video titulado “Abuela grillo”



Abuela Grillo

https://youtu.be/AXz4XPuB_BM



Es un cuento corto inspirado en una leyenda boliviana que habla sobre una anciana que ¡con su canto creaba agua! Con este video, seguro aprenderás más sobre la importancia del acceso al agua, y reforzarás los conocimientos aprendidos en este capítulo sobre los conflictos socioambientales relacionados con el agua.

Consultado el 8 de agosto de 2023.



La guerra por el agua en el mundo

<https://youtu.be/AwiQZUIUmlw>



También, te invitamos a ver el reportaje de T13, titulado “La guerra por el agua en el mundo”. En este video, escucharás de viva voz, algunos de los testimonios de personas de diferentes partes del mundo y los estragos ocasionados por la falta de agua en sus comunidades

Consultado el 8 de agosto de 2023.

b) Objetivo para el Desarrollo Sostenible en materia de agua y saneamiento (ODS6)

Reconociendo que el acceso al agua y a un saneamiento seguro de manera universal es un requisito indispensable para el combate a la pobreza, los países del mundo definieron 17 objetivos para lograr un desarrollo sostenible conocidos como ODS, que se integran en la Agenda 2030. El ODS6 es el que define metas en materia de agua y saneamiento.



Este objetivo consiste en garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, así como el saneamiento para todos. Sus metas son las siguientes: 

6.1 Al 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

6.2 Al 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados, poniendo fin a la defecación al aire libre.

6.3 Al 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos; esto con el fin de reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar, además de aumentar el reciclado y la reutilización sin riesgos del agua residual tratada a nivel mundial.

6.4 Al 2030, aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores, asegurando la sostenibilidad entre la extracción y el abastecimiento de agua dulce para enfrentar la escasez y reducir el número de personas que sufren su falta.



6.5 Al 2030, implementar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza.

6.6 Al 2030, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, como bosques, humedales, ríos, acuíferos y lagos.

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)



La GIRH es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

6.a Al 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidades en materia de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

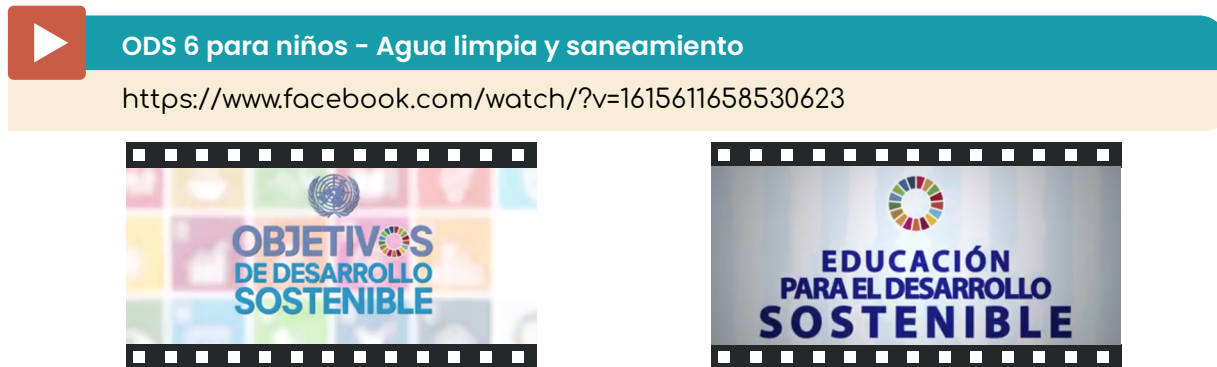




¿Sabías qué...? El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda, conocida como Agenda 2030, que recoge los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas. Cada uno de estos objetivos tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 10 años:

- | | |
|--|---|
| 1. Fin de la pobreza | 10. Reducción de las desigualdades |
| 2. Cero hambre | 11. Ciudades y comunidades sostenibles |
| 3. Salud y bienestar | 12. Producción y consumo responsables |
| 4. Educación de calidad | 13. Acción por el clima |
| 5. Igualdad de género | 14. Vida submarina |
| 6. Agua y saneamiento | 15. Vida de ecosistemas terrestres |
| 7. Energía asequible y no contaminante | 16. Paz, justicia e instituciones sólidas |
| 8. Trabajo decente y crecimiento económico | 17. Alianzas para lograr los objetivos |
| 9. Industria, innovación e infraestructura | |

Te invitamos a ver este video sobre el ODS6 y sus metas elaborado por la UNESCO.



Consultado el 8 de agosto de 2023.

En este capítulo conociste sobre los problemas del agua en el mundo, incluyendo temas de acceso, saneamiento, calidad del agua, y conflictos. Asimismo, aprendiste sobre los Objetivos del Desarrollo Sostenible(ODS), en particular el que se centra en los avances en materia de agua y saneamiento.

Referencias del capítulo

Pacific Institute (2022). Water Conflict Chronology. Pacific Institute, California.

PNUMA (2015). Cuencas fluviales transfronterizas: situación y tendencias. PNUMA, Nairobi.

UN (2020). The Sustainable Development Goals Report 2020. UN Press, New York.

UNEP (2021). Progress on freshwater ecosystems: tracking SDG 6 series – global indicator 6.6.1 updates and acceleration needs. UNEP.

UN-Water (2021). 2021 Updated Summary of Progress on SDG 6: Water and Sanitation for All. Version: July 2021. Geneva, Switzerland.

WWAP (2009). Integrated Water Resources Management in Action. WWAP, New York.

6. El agua en México

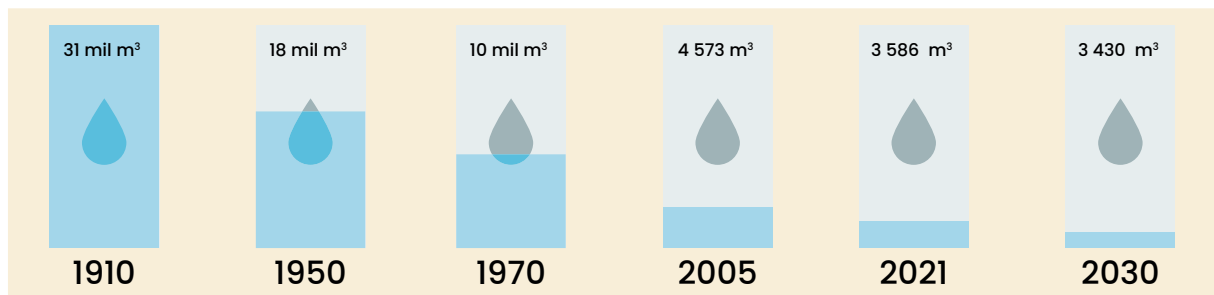
México recibe en forma de precipitación cerca de 1 449 km³ al año, de los cuales 67% se concentran entre los meses de junio a septiembre, en particular en la región sur-sureste, que comprende los estados de Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco; estos 7 estados concentran 49.6% del total de la lluvia que precipita en nuestro país. De manera contraria, las zonas centro y norte de México son en su mayoría, áridas o semiáridas, y comprenden los estados de Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas; estos 7 estados reciben apenas 9% de la precipitación total anual.



Por lo tanto, abastecer este recurso a la población y a las actividades económicas es más complejo en algunas zonas del país, en particular en la zona centro y norte, en donde la disponibilidad natural del agua es menor. En estas zonas, a pesar de que sólo cuentan con una tercera parte de la disponibilidad natural, en ellas residen más de $\frac{3}{4}$ partes de la población y se genera cerca del 85% de la riqueza del país, medida a través del Producto Interno Bruto (PIB).

En contraste, en la zona sur de México, en donde 2/3 partes de la disponibilidad del agua en el país se concentra, reside sólo la cuarta parte de la población, que genera poco más del 15% del PIB.

Sin embargo, debido al crecimiento constante de la población en México, la disponibilidad de agua para la realización de diferentes actividades ha disminuido de manera considerable: en 1910 era de 31 mil m³ por habitante al año; para 1950 había disminuido a 18 mil m³; en 1970 se ubicó por debajo de los 10 mil m³; para 2005 era de 4 573 m³, y para el 2021 se redujo a 3 586 m³ anuales por cada mexicano. De continuar aumentando la población, se espera que la disminución del volumen de agua disponible a nivel per cápita continúe, proyectándose que para el 2030, será de 3 430 m³ por habitante por año. Desafortunadamente, hoy en día, 9 millones de mexicanos no cuentan con agua potable.



Balance Hídrico

Se obtiene de restarle a la precipitación, el volumen que se evapotranspira, así como el que sale vía fluvial. Finalmente, el agua disponible es la que se encuentra en los ríos u otros cuerpos de agua superficiales, la que se infiltra en los acuíferos, o se vacía en las zonas marinas.



La captación del agua de lluvia puede contribuir a mejorar la disponibilidad del agua en México. Sin embargo, con base en el balance hídrico de México, de los 1 449 km³ provenientes de la precipitación en el año 2022, por la falta de infraestructura 73% se evapotranspiró y regresó a la atmósfera, sólo 22% escurrió por ríos y arroyos, y 5% se infiltró al subsuelo de forma natural y contribuyó a la recarga de los los acuíferos.



Además del agua que proviene de la precipitación, el país recibió aproximadamente 48 km³ por importaciones de los ríos de las fronteras norte y sur, y exportó 0.43 km³ al año por medio del río Bravo a los Estados Unidos, con base en el Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales del año 1944. Por ende, la disponibilidad natural media de México para este año fue en promedio de 451.6 km³ de agua.



¿Sabías qué...? Para saber la cantidad de agua disponible por habitante del país, se divide el volumen de agua con el que cuenta alguna zona en particular entre el número de personas que la habitan. Por ejemplo, la Cuenca de México presenta la disponibilidad anual más baja de agua por habitante, con sólo 144 m³/habitante; en caso contrario, en la frontera sur de nuestro país, se identifica la disponibilidad más alta con más de 18 mil m³/habitante.





¿Sabías qué...? ¡El acceso al agua es un derecho humano! En el 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, manifestando que el agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. En nuestro país, el derecho humano al agua es reconocido en la Constitución, en su artículo 4º, en el que se establece que todos los mexicanos deben tener acceso al agua y al saneamiento en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible.



¿Quieres conocer más sobre el estado del agua en nuestro país? Te invitamos a que veas estos videos que te ayudarán a conocer más sobre este tema.



México y el agua Vol 1

<https://youtu.be/1Lw9RDPAUNU>



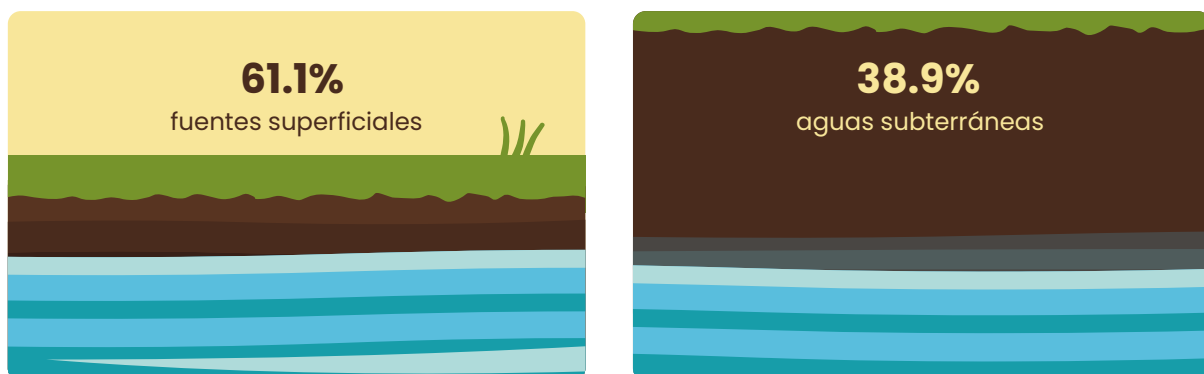
México y el agua Vol 2

<https://youtu.be/s35GKpLgcBA>



Consultados el 8 de agosto de 2023.

Del volumen total de agua abastecido a los mexicanos en el año 2022, 61.1% proviene de fuentes superficiales como ríos, lagos y arroyos; mientras que 38.9% proviene de fuentes subterráneas. Las ciudades más importantes del país dependen primordialmente de las aguas subterráneas para el suministro de la población y las actividades económicas, a pesar de que estos cuerpos de agua se encuentran en condiciones de veda por su sobreexplotación.

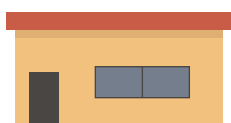


Entre los principales consumidores del agua destacan tres sectores: el agrícola, el abastecimiento público-urbano y el industrial. En 2021, el volumen de agua que se destinó a los usos consuntivos fue 21% mayor al registrado en 2001, pasando de 72.7 a 87.9 km³; esta última cifra representa 19.2% del agua renovable total. Además de este volumen, se concesionaron 183 km³ adicionales para usos no consuntivos, en particular, para la generación de electricidad en hidroeléctricas.

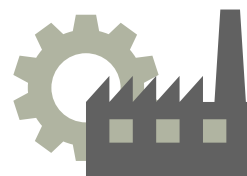
Principales sectores consumidores del agua



Agrícola

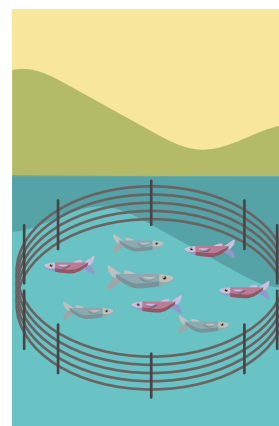
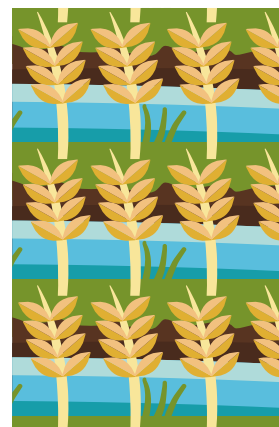


Público/urbano



Industrial

Sin embargo, la agricultura es el sector que más agua consume en México, ya que recibe 76% del volumen de agua concesionado para el riego, aunque esta cifra también incluye a las actividades pecuarias y acuícolas. Por otro lado, el agua para el abasto público-urbano corresponde a la que se entrega por las redes de agua potable y que abastece a los usuarios domésticos. Este es el segundo sector con el mayor consumo de agua en el país, al recibir 14.4% del volumen total concesionado, siendo su principal fuente de abasto los acuíferos. Finalmente, la industria autoabastecida y de generación de energía eléctrica, utilizó alrededor de 9% del agua concesionada. Su principal fuente de abasto son las aguas superficiales, principalmente los ríos. Sin embargo, la extracción de agua subterránea para el uso de la industria aumentó poco más de 68.6% entre el 2001 y el 2021, registrándose 157 acuíferos sobreexplotados para el año 2022, cifra que representa 24% del total. Esto pone en evidencia, que los niveles de extracción por la creciente demanda han ido en aumento, lo cual hace más relevante la implementación de acciones para un consumo más eficiente del agua.



a) Contaminación y salud

La contaminación del agua por causas humanas se genera como resultado de distintas actividades, entre las más importantes son las actividades industriales, mineras, agrícolas y las relacionadas con el uso doméstico.



En México, se estima que 74% de los ríos, lagos y embalses se encuentran afectados por algún contaminante, por lo que su calidad no es apta para un consumo humano seguro.

De acuerdo con la red nacional de monitoreo de la calidad del agua, que analiza 5 028 sitios distribuidos en todo México para el año 2021, 3.5% del agua en el país se encontraba fuertemente contaminada; 7% tenía estatus de contaminada; 23% era agua de calidad aceptable; 12.9% era agua de buena calidad, y sólo 53.6% era agua en excelente estado. Entre los principales contaminantes se encuentran: los desechos industriales y domésticos, así como los residuos sólidos provenientes de diferentes fuentes. Los problemas de contaminación en el agua se presentan con mayor intensidad en los estados de Veracruz, Tabasco, Puebla, Tlaxcala, Ciudad de México y Estado de México.



Entre los principales contaminantes se encuentran: 

● Desechos orgánicos: conjunto de residuos producidos por seres humanos o ganado que incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por microorganismos. Este proceso de descomposición puede llevar a la eutrofización del agua.

● Sustancias químicas inorgánicas: se refiere a todas aquellas sustancias como ácidos, sales, fármacos, pesticidas, y metales tóxicos, provenientes de las industrias y actividades agrícolas.

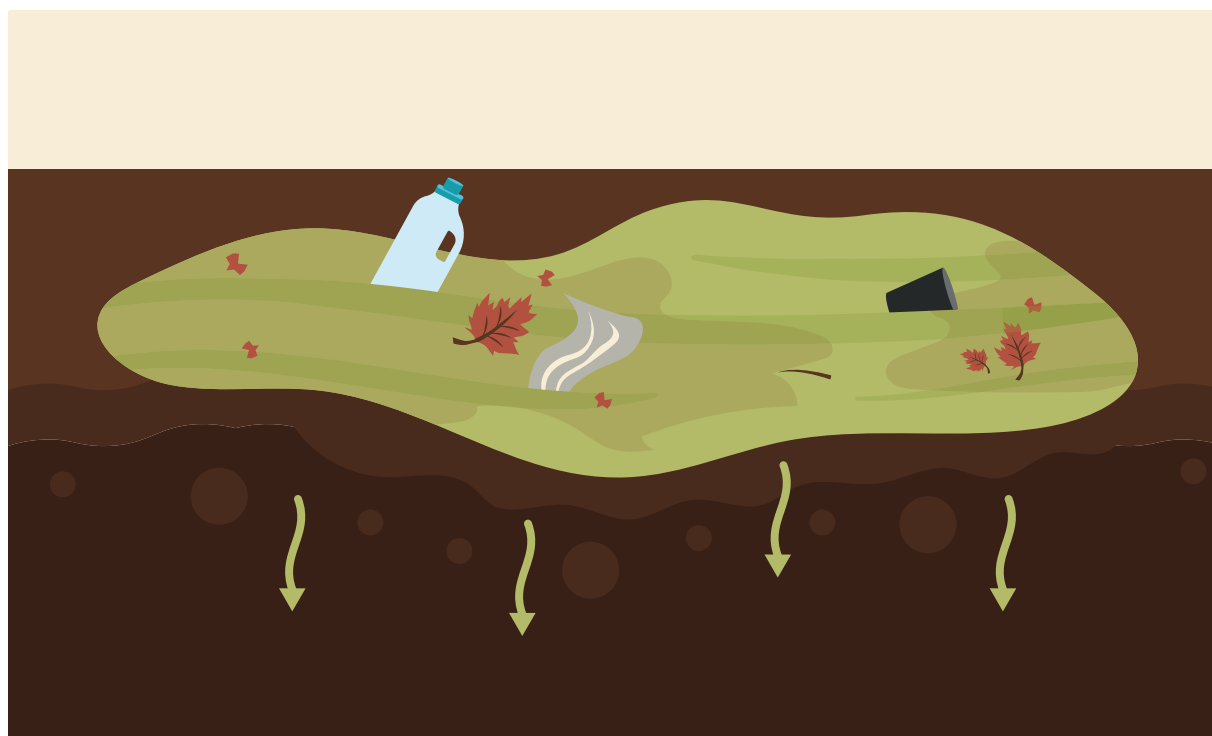
● Nutrientes vegetales inorgánicos: sales y minerales que suelen utilizarse en actividades agrícolas para aumentar la producción de los vegetales, igualmente pueden causar eutrofización en los cuerpos de agua.

● Sustancias radioactivas y microplásticos: son especialmente peligrosas, ya que se pueden ir acumulando en las plantas y animales, y afectar a otros organismos que se alimenten de ellos.

Hasta este punto hemos hablado de la contaminación en aguas superficiales; pero el agua subterránea también puede contaminarse. Esto ocurre por un fenómeno conocido como contaminación difusa, causada por los lixiviados, los cuales pueden llegar a permear el suelo y afectar las fuentes de agua. Estos lixiviados tienen distintos orígenes y características, ya que pueden formarse como parte de las actividades mineras, tiraderos a cielo abierto con un mal manejo, o por actividades agrícolas.

Lixiviados

Son los líquidos que circulan entre los residuos que se encuentran en los vertederos. Son muy contaminantes y un peligro para el medio ambiente y la salud de los seres vivos, es por ello, que deben ser tratados correctamente.



El volumen de las aguas residuales generadas en el país fue de 7.2 millones de m^3 al año, que representan **228.9 m^3** por segundo. Del total de las aguas residuales generadas, 92.6% se colectaron en los sistemas de alcantarillado, pero sólo 58.3% recibe tratamiento. Los estados que generaron los mayores volúmenes de aguas residuales en el país son: Nuevo León, Jalisco, México, Ciudad de México y Veracruz.



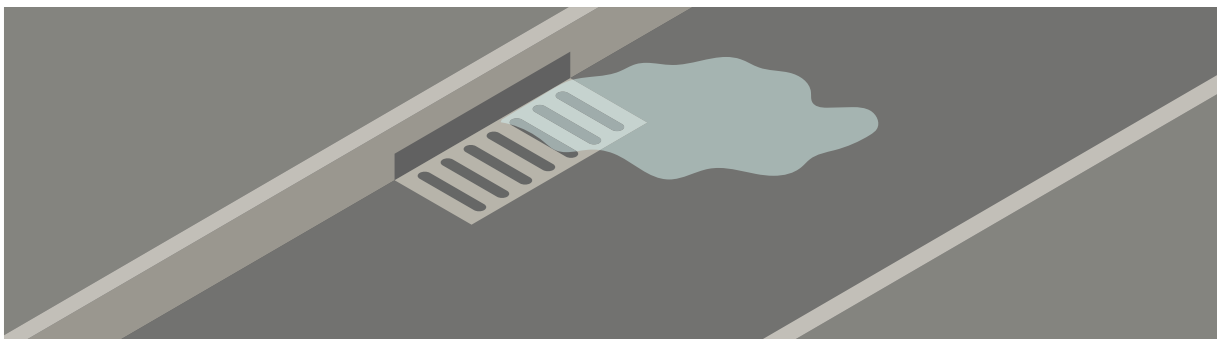
En general, cada mexicano generó alrededor de 60 m^3 al año de aguas residuales, las cuales en su mayoría no fueron tratadas previo a su disposición.



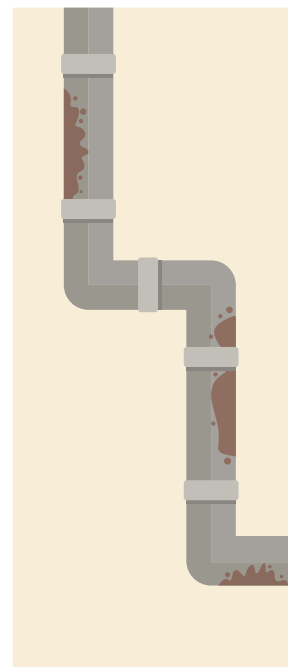
¿Sabías qué...? Un litro de aceite animal o vegetal como el que ocupamos para cocinar nuestros alimentos puede contaminar hasta mil litros de agua potable. Además, al enfriarse, se endurece y puede llegar a obstruir las cañerías. Por ello, no debes tirar en la tarja el aceite; éste se debe guardar en una botella para ser desechado como si se tratara de un sólido, para lo cual tienes que etiquetarlo, porque se trata de un residuo de manejo especial.



Los padecimientos gastrointestinales se presentan con mayor frecuencia en sitios donde faltan los servicios de agua y saneamiento, donde la higiene de las personas es inadecuada, y donde existen sitios contaminados que pueden provocar enfermedades infecciosas. En México, estos padecimientos fueron la sexta causa de muerte en niños menores de un año, registrándose 353 fallecimientos. Afortunadamente, las enfermedades diarreicas se han podido reducir gracias a diversas campañas de salud pública, como son la distribución de suero oral, la vacunación y diversos programas. Esto también se ha logrado gracias al desarrollo de infraestructura que ha permitido ampliar la cobertura de agua potable, el alcantarillado y el saneamiento adecuado.



Una medida básica para evitar problemas de salud asociados con el agua en la población es suministrar agua, que previamente haya sido sometida a procesos de desinfección y/o potabilización que garanticen características adecuadas para su uso y consumo. En nuestro país, usualmente, el agua potable se desinfecta mediante la cloración para inactivar agentes patógenos. Sin embargo, la efectividad del procedimiento no siempre es la óptima, debido a la concentración del tratamiento, el volumen de agua a sanear, el desgaste de la tubería o la falta de capacitación del personal.



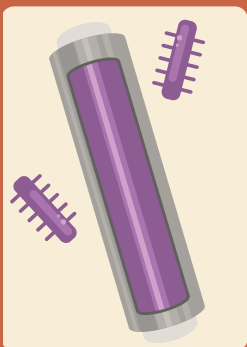
b) Acceso a los servicios de agua y saneamiento

Con respecto al acceso a los servicios de agua y saneamiento en México en el año 2022,, 95.3% de los hogares cuentan con acceso al suministro de agua directamente de la red de distribución, pero 4.7% tienen que recurrir al acarreo de este vital líquido desde otras viviendas, de una llave pública, de pozos, ríos, arroyos, lagos, lagunas, o por medio de pipas. A pesar de ello, sólo 68.1% la reciben diariamente, por lo que 31.9% de los mexicanos no cuenta con este recurso algunos días a la semana, lo que ha provocado serios impactos en su salud y bienestar. La Tabla 1 detalla el acceso al agua que tienen los hogares en México y su frecuencia.

Tabla 1.

Total nacional de hogares		32.92 millones
Hogares que reciben agua de la red	%	95.3
Reciben agua diariamente		68.1
Reciben agua cada tercer día		13.2
Reciben agua dos veces por semana		5.3
Reciben agua una vez por semana		4.0
Reciben agua de vez en cuando		3.1
No recibe agua de la red		4.7

Fuente: INEGI, 2022.



¿Sabías qué...? La luz ultravioleta (UV) es una alternativa muy útil para desinfectar el agua. Brinda una desinfección efectiva sin generar problemas a la salud y puede inactivar una amplia gama de bacterias, virus, protozoarios y levaduras, por lo que resulta un método eficaz complementario o adicional a la cloración, además no cambia las propiedades del agua ni afecta a quien la usa o bebe.



¿Quieres conocer más sobre este tema? Te invitamos a ver este video en donde explica cómo afecta la contaminación del agua nuestra salud y la de otros seres vivos.



La contaminación hídrica

<https://youtu.be/JGTdXkrBbTU>



Consultados el 8 de agosto de 2023.

c) Conflictos por el agua

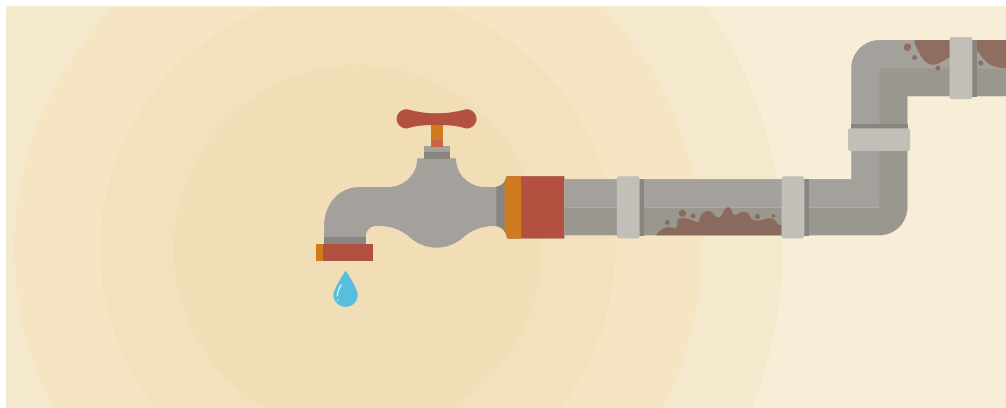
El mal manejo y uso inadecuado que le hemos dado al agua, así como los efectos del cambio climático han limitado la cantidad disponible de este recurso para el consumo humano. En nuestro país, cada vez son más las comunidades rurales y urbanas afectadas por la sobreexplotación y contaminación de sus recursos hídricos, por ello, las comunidades se han organizado para defender la calidad de sus recursos hídricos, de las actividades que los contaminan y deterioran. En México, se registran 220 conflictos por el agua; la mayor parte de ellos se localizan en la Ciudad de México y el Estado de México, seguidos de los estados de Veracruz, Hidalgo, Puebla, y Tlaxcala. Estos conflictos están relacionados principalmente con la escasez del agua, su contaminación o con la construcción de infraestructura hídrica como presas.

¿Quieres aprender más sobre qué es o cómo se desarrolla un conflicto ambiental? Te recomendamos revisar este video titulado “Conflicto por el agua”.



Consultados el 8 de agosto de 2023.

En este capítulo conociste los principales problemas del agua en México y la situación que presenta en materia de disponibilidad, acceso al agua y al saneamiento, calidad, y conflictos.



Referencias del capítulo

CONAGUA (2018). Atlas del Agua en México. CONAGUA, México.

CONAGUA (2022). Sistema Nacional de Información del Agua. CONAGUA, México.

INEGI (2022). Indicadores sociodemográficos y económicos en México. INEGI, México. Disponible en línea en: <https://www.inegi.org.mx/>

Luna, J. (2021). Conflictos socioambientales por la defensa del agua en México: un meta-análisis cartográfico conceptual. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 398-412.

SEMARNAT (2019). Informe de la situación del medio ambiente en México. SEMARNAT, México.

UN-Water (2021). 2021 Updated Summary of Progress on SDG 6: Water and Sanitation for All. Version: July 2021. Geneva, Switzerland.

7. El agua en la Ciudad de México

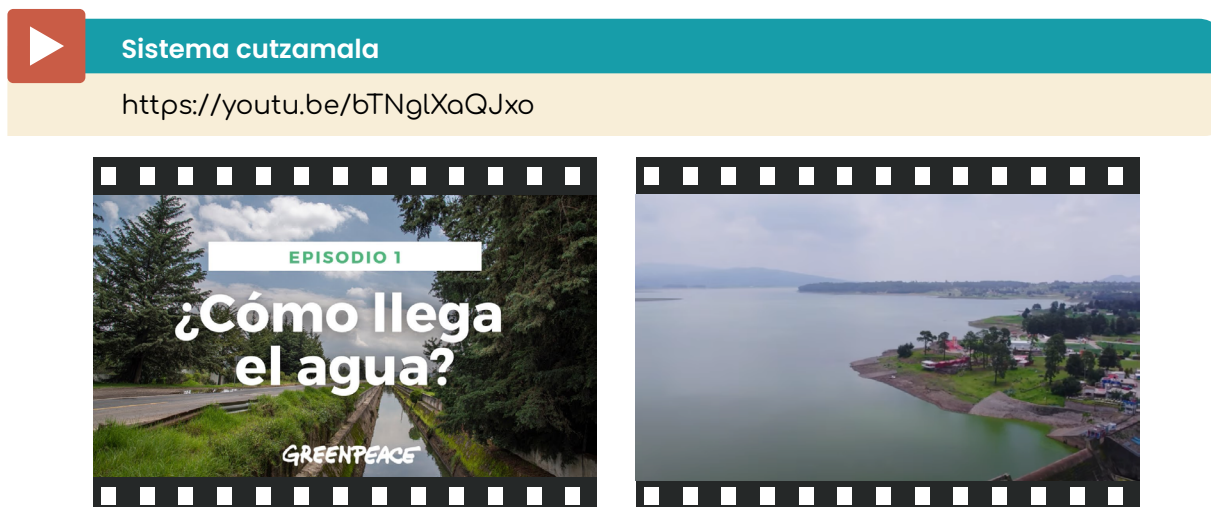
La Ciudad de México (CDMX) comprende 16 alcaldías, en donde reside una población de 8.9 millones de habitantes. El organismo encargado de administrar la forma en la que se usa y distribuye el agua que llega a nuestros hogares es el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), el cual fue creado en 2003. Esta institución tiene por objetivo suministrar y distribuir los servicios de agua potable y drenaje a los habitantes de la CDMX, supervisando que exista la cantidad, calidad y eficiencia necesaria. Además, autoriza y supervisa las conexiones del sistema de agua potable, así como la construcción y conservación de los pozos y manantiales que se aprovechan en la capital del país.

En la CDMX, el agua que consumimos llega a nuestros hogares de diferentes lugares, por ejemplo, 68% se obtiene del subsuelo y de pozos localizados en diferentes alcaldías de la Ciudad; el otro 32% proviene del Sistema Lerma-Cutzamala, que nace en la parte alta de Ciudad Hidalgo en Michoacán.

¡El agua para llegar a tu hogar tiene que ser transportada por más de 127 km y bombeada más de 1 100 metros, lo cual tiene enormes costos en materia de energía!



¿Quieres conocer más sobre el Sistema Cutzamala? Te invitamos a ver este video titulado "Sistema Cutzamala". En este video aprenderás más sobre cómo se abastece de agua a la CDMX.



Consultados el 8 de agosto de 2023.

a) Suministro

De acuerdo con el SACMEX, una persona en la CDMX consume en promedio 307 litros de agua al día; cifra que es considerablemente superior a los 150 litros/día que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) para garantizar la salud y la calidad de vida de la población.

Sin embargo, existen importantes diferencias con respecto al consumo, por ejemplo, en algunas colonias en la Alcaldía Miguel Hidalgo sus habitantes consumen más de mil litros/habitante/día; mientras que en algunas colonias de la Alcaldía Iztapalapa sus habitantes sólo tienen acceso a 20 litros/día. Esta situación pone en evidencia la marcada desigualdad en el acceso al agua en la CDMX.

Promedio de consumo de agua

1 persona en CDMX:

 = 307 litros al día

Alcaldía Miguel Hidalgo:

 = 1000 litros al día

Alcaldía Iztapalapa:

 = 20 litros al día



¿Sabías qué...? México se convirtió en el mayor consumidor de agua embotellada en el mundo, junto con Tailandia, con un promedio de consumo de 274 litros al año por habitante. En nuestro país, prácticamente tres de cada cuatro hogares, 76 por ciento del total, compran agua, ya sea de

garrafón o botellas.



¡Te retamos a ahorrar agua jugando! Water Town se trata de un juego interactivo del SACMEX.



Water Town

<https://data.sacmex.cdmx.gob.mx/aplicaciones/videojuego/>

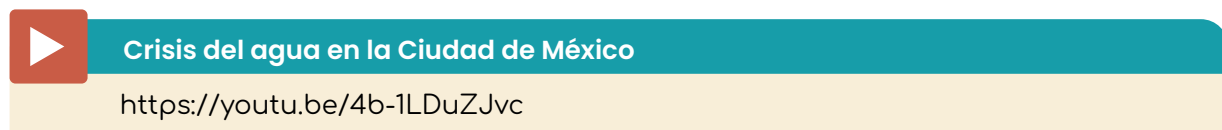


Consultados el 8 de agosto de 2023.

b) Acceso al servicio de agua

Con respecto al servicio de agua, 98.69% de la población de la CDMX tiene acceso a este servicio. Sin embargo, mientras 90.6% del total de los capitalinos reciben un suministro de agua directamente de la red, el 9.4% restante carecen de este servicio. De las personas que no reciben este servicio, 63.49% adquiere este recurso por medio de pipas, 2.0% de pozos, 0.29% de ríos, arroyos o lagos, y sólo 0.28% resultado de la recolección del agua de lluvia.

¿Quieres conocer más sobre el agua en la CDMX? Te invitamos a ver el siguiente video titulado "Crisis del agua en la Ciudad de México", en el que aprenderás más sobre la problemática del agua en la Ciudad de México.



Consultados el 8 de agosto de 2023.



¿Sabías qué...? Para hacer llegar el agua hasta nuestras casas, el SACMEX gasta más de mil 600 millones de pesos anuales en la energía que es utilizada para bombear ese recurso de pozos locales y de los sistemas Cutzamala y Lerma hasta nuestros hogares.



Cerca de 40% de los capitalinos no reciben un suministro de agua de manera permanente, sino cada tercer día, un día a la semana o con otra frecuencia; lo anterior, invita a reflexionar sobre la necesidad de identificar fuentes alternativas de acceso al agua para los capitalinos, así como la urgencia de realizar un consumo más eficiente del agua.



¿Quieres conocer más sobre la problemática del agua en Milpa Alta? Te invitamos a ver este video ¿Por qué hay escasez de agua potable? En este video los habitantes de la Alcaldía Milpa Alta relatan sus experiencias.



¿Por qué hay escasez de agua potable?

<https://youtu.be/LT7P5aQz4NA>



Consultados el 8 de agosto de 2023.

c) Problemas en el abastecimiento

En nuestra ciudad, desperdiciamos entre 35 y 40% del agua que llega, debido al mal uso que se le da en nuestro hogar, y a las fugas presentes en la tubería de nuestras casas y en la red de distribución. El promedio de vida de las tuberías de la red hidráulica de la CDMX es mayor a 50 años de antigüedad; y desafortunadamente, esta infraestructura no ha sido rehabilitada, por lo que su deterioro y falta de mantenimiento provoca que se presenten fugas constantemente.



¿Sabías qué...? El SACMEX también es el encargado de ejecutar las obras de prevención y control de inundaciones, hundimientos y movimientos de suelo, siempre que tengan que ver con el agua, es decir, que sean de tipo hidráulico.



¿Te gustaría saber más sobre el agua y la ciudad? Te invitamos a que revises esta línea del tiempo titulada “El agua a través del tiempo” elaborada por el SACMEX, en la que por medio de videos realizarás un viaje en el tiempo y conocerás más sobre cómo se ha manejado el agua en la CDMX.



El agua a través del tiempo

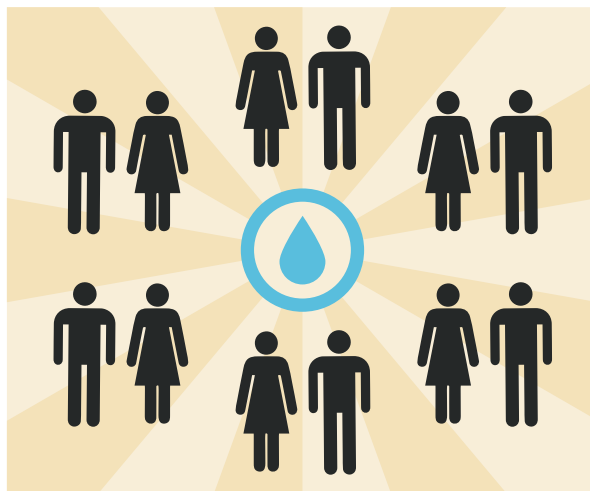
<https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/atencion-usuarios/camp/el-agua-traves-del-tiempo>



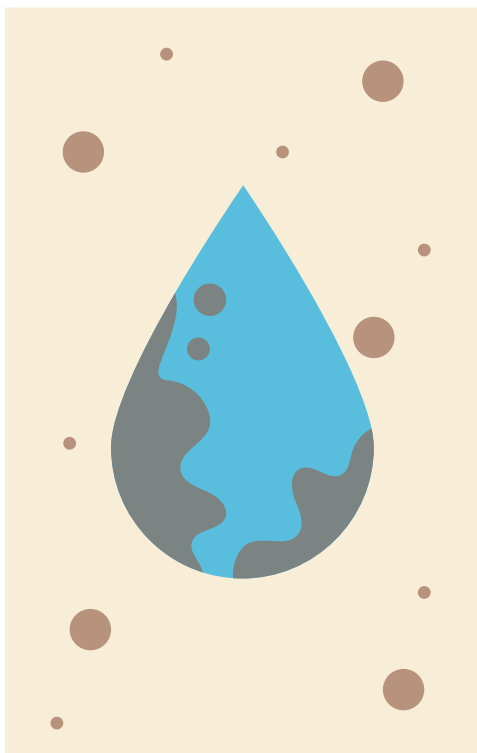
Consultados el 8 de agosto de 2023.

d) Contaminación del agua

El crecimiento poblacional acelerado, irregular y no planeado de la CDMX ha generado problemas de desabasto de agua que se traducen en cortes de agua y entrega de este recurso por tandeo, así como una distribución inequitativa del agua.



Los desechos originados por las actividades domésticas, industriales y comerciales que se desarrollan en la Ciudad, contienen diversos gérmenes patógenos y contaminantes tóxicos que si no se manejan en forma adecuada pueden llegar a representar un peligro para la salud.



Como hemos visto la mayor parte del agua que usamos en la CDMX se extrae de pozos, pero no todo el volumen es apto para el consumo humano ya que, en algunos casos, el agua del subsuelo ha presentado una importante concentración de contaminantes como: arsénico, boro, hierro, manganeso y plomo, así como diferentes compuestos químicos, fármacos, antibióticos y otros contaminantes emergentes que de ser consumidos afectarían nuestra salud.

Las concentraciones de sustancias contaminantes en el agua de la CDMX han ido en aumento desde el 2018, lo cual puede afectar la salud de las personas. Sin embargo, varios especialistas consideran que, a pesar de esto, la calidad del agua de la Ciudad es aceptable.

e) Tratamiento de las aguas residuales

Uno de los problemas a los que se enfrenta el agua en la CDMX se refiere al tratamiento y reuso. Hasta el momento, 40% de las aguas residuales generadas recibe tratamiento; mientras que el 60% restante se expulsa al Valle del Mezquital sin recibir algún tipo de tratamiento. Una vez que llega al Valle, es utilizada como agua para riego de cultivos sin cumplir con la [Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997](#); lo que pone en riesgo la salud de los agricultores y de los consumidores.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997

Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reutilicen, incluyendo para el riego en las actividades agrícolas. Otras actividades en las que se utiliza este volumen son el llenado de lagos y canales artificiales recreativos, fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines, riego de camellones y campos de golf, y abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendios.



Como hemos visto en capítulos anteriores, la falta de acceso al agua de calidad y en cantidad suficiente es considerada como una de las principales causas que han detonado una serie de conflictos a nivel nacional e internacional. En nuestra Ciudad, también nos encontramos con conflictos ligados al agua, ya que para gran parte de la población la falta de acceso a este recurso ya es casi una constante.

La mayoría de estos conflictos se han ocasionado por la carencia o ausencia de este vital líquido, lo que ha orillado a la población a bloquear grandes avenidas. Otro tipo de conflictos relacionados con el agua que se han suscitado en la Ciudad, tienen que ver con el desarrollo de proyectos inmobiliarios o infraestructura cercana a los cuerpos de agua, principalmente en zonas como Xochimilco, en donde aún existen manantiales, humedales y cuerpos de agua vivos.

¿Quieres conocer más sobre conflictos del agua en la CDMX? Te invitamos a visitar la página web “Grieta” en la que podrás conocer con mayor detalle este tipo de conflictos.



The screenshot displays the Grieta website interface. At the top, there is a green header with the Grieta logo (a target symbol) and the name "Grieta". Below the header, a URL is provided: <https://www.grieta.org.mx/index.php/category/noticias-nacionales/ciudad-de-mexico/conflictos-por-falta-de-agua-en-la-ciudad-de-mexico/>. The main content area features a banner with the text "GRIETA Medio para armar". Below this, a navigation menu includes links for "INICIO", "NOTICIAS NACIONALES", "TEMAS NACIONALES", "MEGAPROYECTOS", "CNI", "NOTAS DE GRIETA", and "EZLN". A search icon is also present. The main content area shows a category filter for "Conflictos por falta de agua en la Ciudad de México" and a list of news items. One item is highlighted with a red banner: "ÚLTIMAS NOTICIAS Tianguis Cultural San Pancho: el barrio que resiste y no se vende (Querétaro)". The date and time "Lunes, 21 de marzo de 2022 16:03:35" are displayed in the top right corner. The bottom of the screenshot shows three small images related to the news items.

Consultados el 8 de agosto de 2023.

Te invitamos a conocer más sobre la problemática del agua en Xochimilco, en el siguiente video:



Consultados el 8 de agosto de 2023.

En este apartado aprendiste sobre los diferentes problemas del agua que afectan a los habitantes de la CDMX, así como las condiciones en las que se encuentra el suministro y acceso al agua.

Referencias del capítulo

OMS (2009). Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico. En: Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud. Ginebra: OMS.

SACMEX (2018). Base de datos del suministro y consume de agua en la CDMX. México: SACMEX.

Sosa-Rodríguez, F.S. (2019). Capítulo 3. Factores que determinan la toma de decisiones en la gestión del agua en la Ciudad de México. En: Perló Cohen M. y Zamora Saenz I. (Coords.). El estudio del agua en México. Nuevas perspectivas teórico-metodológicas. México: UNAM, 83-116.

Sosa-Rodríguez, F.S., Rodríguez Tapia, L., Morales Novelo, J.A. (2018). Cap. 9. Evaluación de la gestión integral de recursos hídricos en la Cuenca del Valle de México. En: Alfonso Rivas Cruces (Coord.). Estudios y casos por un hábitat sustentable. México: UAM/Porrúa, 276-305.

8. Captación de agua de lluvia

Como hemos visto en otros capítulos, el problema de acceso al agua de calidad y en cantidad suficiente es algo cada vez más común a nivel mundial; y México no es la excepción. Contar con este vital líquido es de suma importancia para el desarrollo humano en cualquier región del país y del mundo; puesto que, el no garantizar un servicio universal como el agua potable genera impactos negativos en la salud, así como sociales, económicos y ambientales.

Desde la antigüedad el manejo del agua ha permitido el desarrollo de grandes civilizaciones, por ejemplo, durante el siglo X a.C., los mayas buscaron la manera de recoger y llevar el agua de lluvia a través de canales para almacenarla en cisternas excavadas en el subsuelo, llamadas “chultuns”.



En la actualidad, el crecimiento de la población, la contaminación y la comercialización del agua, han originado que en algunos lugares se vean afectados por la escasez de este vital líquido. Además, algunos expertos consideran que el cambio climático tendrá un fuerte impacto en la distribución del agua en el planeta, puesto que podría modificar los patrones de lluvia, es decir, en dónde y cuánto llueve. Esto hace que la captación y el aprovechamiento del agua de lluvia sea importante, puesto que reduce las diferentes problemáticas que existen respecto a la accesibilidad del agua.



En nuestro país, los sectores de la población con menor ingreso económico también sufren mayores problemas de marginación y de acceso al agua, dentro de este sector se encuentran en su mayoría los pueblos indígenas. En este sentido, la captación de agua de lluvia resulta una opción viable para poder lograr que estos sectores puedan tener acceso al vital líquido para satisfacer sus necesidades.



Es por ello, que es necesario desarrollar acciones que promuevan el uso eficiente del agua como, por ejemplo, la instalación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL); esta acción representa una gran oportunidad de acceso a este recurso para aquellas zonas en las que el agua es escasa.



¿Sabías qué...? En Bangladesh, Asia, el agua subterránea está fuertemente contaminada por arsénico, y por esta razón, los pobladores recolectan el agua de lluvia y la almacenan en cisternas para su uso.



a) Características del agua de lluvia

¿Es seguro consumir el agua de lluvia?

No hay ninguna razón fundamental por la que no se pueda beber o consumir el agua de lluvia, ya que a menudo es considerada una fuente de agua limpia. La principal preocupación tiene que ver con el hecho de que nuestro entorno está contaminado, y las gotas de lluvia pueden recoger contaminantes presentes en la atmósfera durante su caída, por lo que su calidad varía dependiendo de las condiciones del entorno donde se capta.



En áreas urbanas y áreas industrializadas es posible encontrar **dióxido de azufre** (SO_2) y **óxidos de nitrógeno** (NO_x) que acidifican el agua, pudiendo hacerla inadecuada para el consumo humano y el riego de jardines o huertos. Por otro lado, en áreas rurales durante la temporada de sequía y vientos, el principal contaminante es el polvo.

En grandes ciudades como la nuestra, factores como las actividades industriales, los altos niveles de contaminación y la gran cantidad de habitantes, han ocasionado efectos adversos en la composición química de la lluvia, ya que se remueven de la atmósfera partículas y gases emitidos por fuentes naturales como la actividad volcánica, así como por fuentes antropogénicas, como emisiones vehiculares e industriales que pueden contener trazas de metales tóxicos.

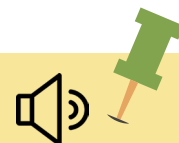


Debido a estos factores, en la CDMX, además de que en el agua de lluvia pueden estar presentes microorganismos, también pueden registrarse otros contaminantes como aluminio, plomo, zinc, mercurio, arsénico y níquel, entre otros; mismos que no hacen apta al agua de lluvia que cae en la Ciudad para el consumo humano, pero si puede ser utilizada para tareas como lavar automóviles, ropa o para el riego.

De manera natural, el agua de lluvia es ácida, debido al **dióxido de carbono** (CO_2) existente en la atmósfera que forma **ácido carbónico** (H_2CO_3), presentando un pH de entre 5.0 y 5.5. Esta acidez natural del agua puede verse amplificada por la presencia de **óxidos de nitrógeno** (NO_x) y **dióxido de azufre** (SO_2); estos óxidos son producidos por la quema de combustibles fósiles como el petróleo o el carbón. Cuando estos gases se disuelven en el agua, el óxido de nitrógeno se convierte en **ácido nitroso** (HNO_2) o **ácido nítrico** (HNO_3); mientras que el dióxido de azufre se oxida en el aire para convertirse en **ácido sulfúrico** (H_2SO_4), dando lugar en casos extremos a la lluvia ácida, donde el agua puede llegar a tener un pH de 2.5.



Lluvia ácida



La lluvia ácida es producida por la contaminación atmosférica, cuando los gases procedentes de la quema de combustibles fósiles reaccionan con el oxígeno del aire y el vapor de agua, por lo que se transforman en ácidos que transporta la lluvia.

Engloba cualquier forma de precipitación que presente elevadas concentraciones de ácido sulfúrico y nítrico. También, puede mostrarse en forma de nieve, niebla y partículas de material seco que se posan sobre la Tierra.

Muchos investigadores coinciden en que el indicador básico de la calidad del agua de lluvia es el pH, que como mencionamos anteriormente, en condiciones normales es ligeramente ácida, con un valor aproximado de entre 5.0 y 5.5; valores de pH inferiores a 5 serían perjudiciales para la salud si la llegáramos a consumir. La lluvia ácida típica tiene un valor de pH de 4.0. Una disminución en los valores de pH de 5.0 a 4.0 significa que la acidez es diez veces mayor.

Valores			
	Efectos en el medio ambiente	del pH	Ejemplos
Ácido ↑		pH = 0	Ácido de baterías
		pH = 1	Ácido sulfúrico
		pH = 2	Jugo de limón, vinagre
		pH = 3	Jugo de naranja
	Mueren todos los peces (4.2)	pH = 4	Lluvia ácida (4.2 - 4.4) Lago ácido (4.5)
	Mueren huevos de rana y cangrejos de río (5.5)	pH = 5	Plátanos (5.0 - 5.3) Lluvia limpia (5.6)
Neutro ↓	Comienzan a morir truchas arcoíris	pH = 6	Lago saludable (6.5) Leche (6.5- 6.8)
		pH = 7	Agua pura
		pH = 8	Agua de mar, huevos
		pH = 9	Bicarbonato de sodio
		pH = 10	Leche de magnesia
		pH = 11	Amoníaco
		pH = 12	Agua jabonosa
		pH = 13	Blanqueador
Base ↓		pH = 14	Limpiador líquido

b) Proceso de potabilización

Si después de la captación del agua de lluvia se le aplica un tratamiento sencillo a este caudal, se puede aprovechar para darle un uso diferente al consumo humano, por ejemplo, se puede utilizar en los servicios de los sanitarios, la limpieza o en diferentes procesos. Incluso, agregando un proceso de desinfección, se puede potabilizar para aprovecharla para un consumo humano seguro o para la preparación de alimentos.

Potabilización del agua

Proceso por el cual se trata el agua para que pueda ser consumida por el ser humano sin que represente un riesgo para la salud, ya que este líquido se puede utilizar de manera segura tanto para beber como para preparar alimentos.



La potabilización del agua para consumo humano consiste principalmente en eliminar sustancias que resultan tóxicas para las personas, como el cromo, el plomo o el zinc, así como algas, arenas o las bacterias y virus que pueden estar presentes en este vital líquido, por ende, se busca eliminar cualquier sustancia que sea un riesgo potencial para la salud de las personas.



¿Cómo se potabiliza el agua?

El proceso de potabilización del agua varía en función de las condiciones naturales del territorio. Por ejemplo: 

Si la fuente del agua es superficial (río o lago), el tratamiento de potabilización suele consistir en un proceso de separación de ciertos componentes del agua natural, seguido de la precipitación de impurezas, filtración y desinfección con cloro u ozono.

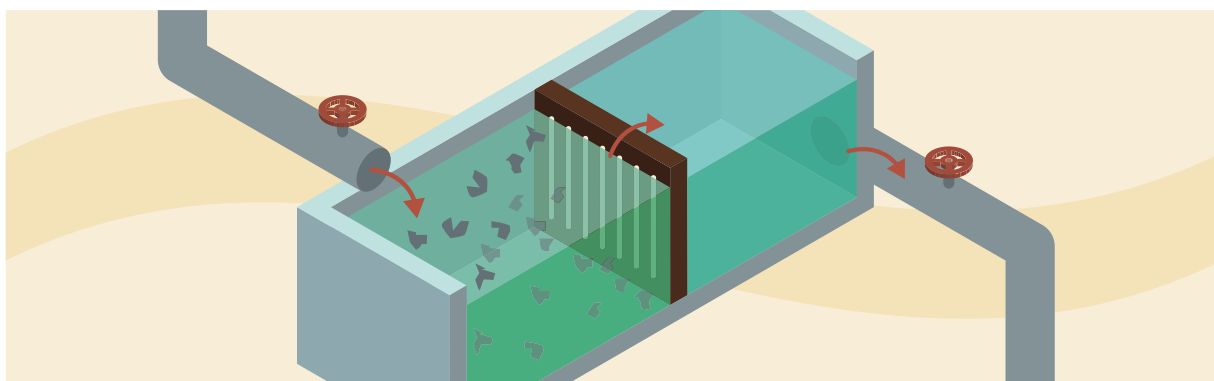
Si la fuente de agua tiene presencia de sales y/o metales pesados, los procesos de eliminación de este tipo de impurezas son más complicados y costosos. En zonas costeras con escasez de recursos hídricos se puede obtener agua potable por desalinización, que se suele llevar a cabo por ósmosis inversa o destilación.

El proceso de potabilización se lleva a cabo en una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y se puede resumir en seis pasos:

- 1 Pretratamiento
- 2 Coagulación - floculación
- 3 Decantación o sedimentación
- 4 Filtración
- 5 Desinfección
- 6 Análisis

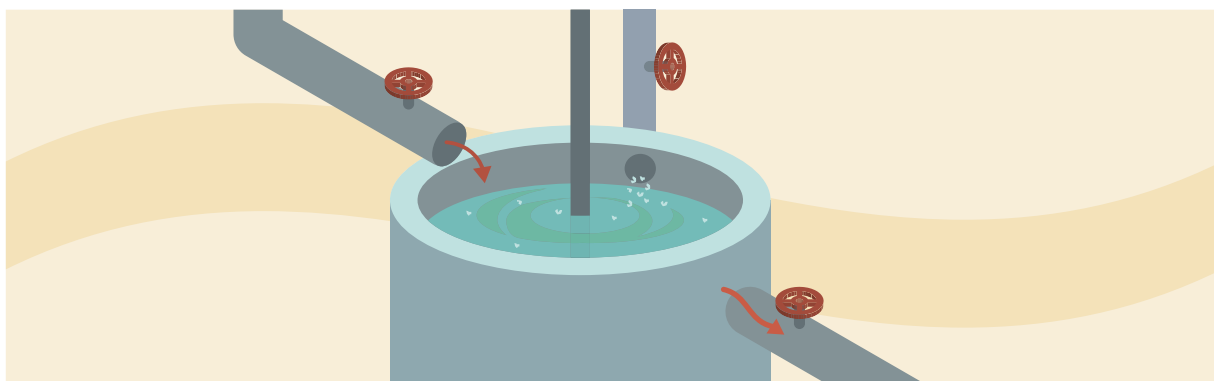
1. Pretratamiento

Consiste en eliminar sólidos de gran tamaño, para ello se suele colocar una reja que evita que se filtren contaminantes sólidos de gran tamaño, como basura, ramas o incluso peces. Después, con la ayuda de un desarenador se separa la arena del agua para evitar que pueda dañar las bombas de la planta potabilizadora. En esta etapa, también es habitual realizar una pre-desinfección para destruir algunas sustancias orgánicas.



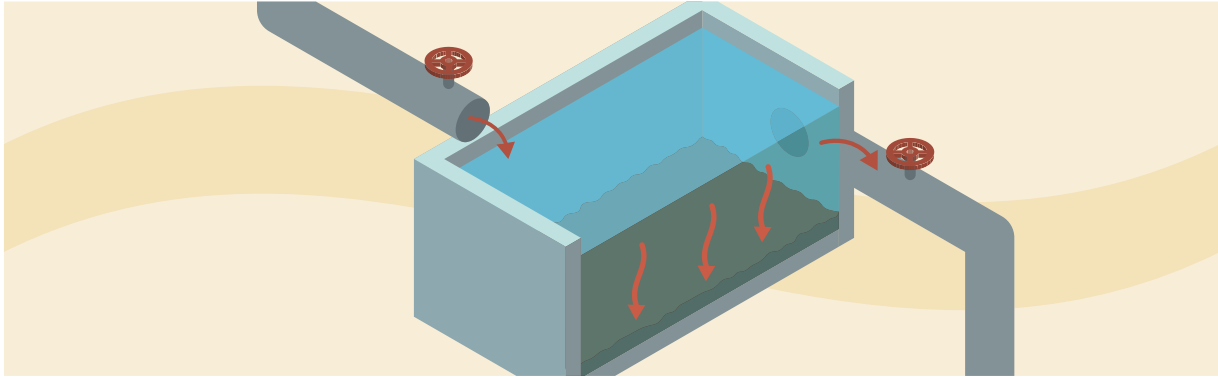
2. Coagulación-floculación

El agua se transporta hasta una cámara de mezcla, donde se incorporan los componentes que potabilizan el agua. En esta fase del proceso de potabilización se ajusta el pH mediante la adición de ácidos o de bases químicas, y se añaden al agua agentes coagulantes.



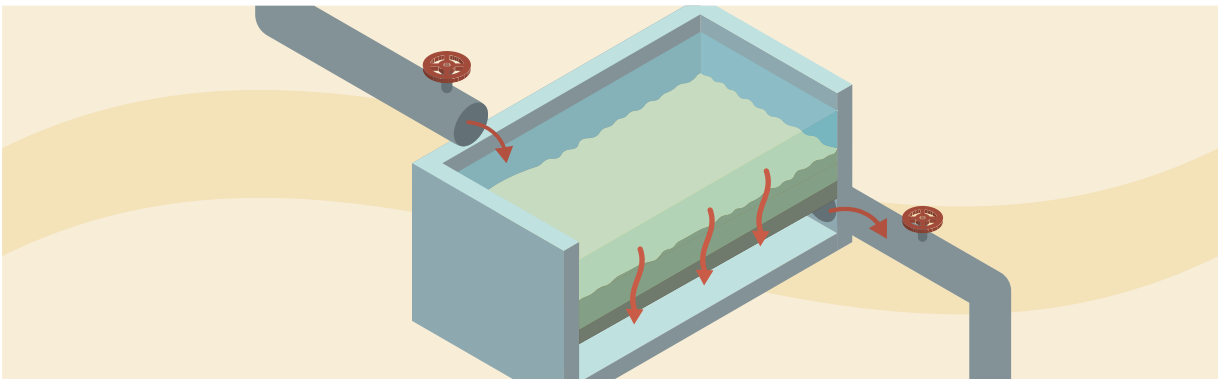
3. Decantación

El decantador separa por gravedad las partículas en suspensión que transporta el agua. Los sedimentos nocivos más densos se quedan en el fondo donde se eliminan, y los menos densos continúan disueltos en el agua decantada.



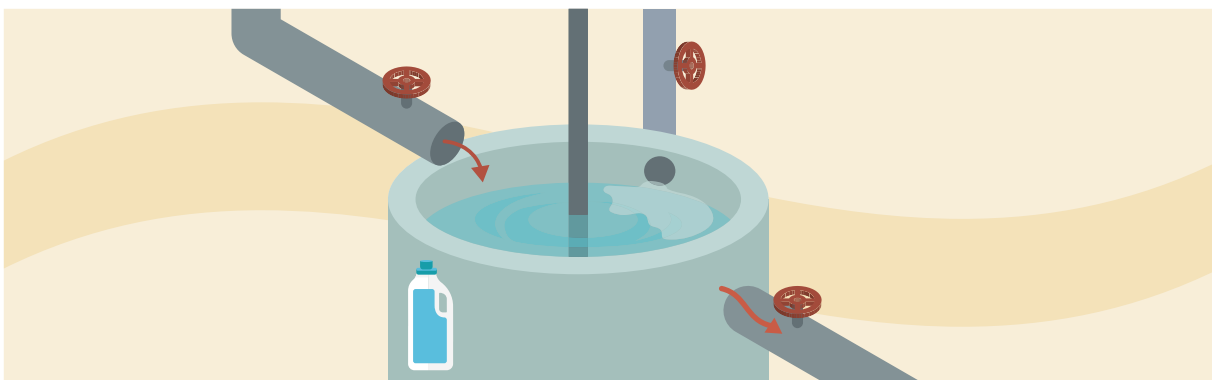
4. Filtración

Tras el proceso de decantación, se hace pasar el agua por un medio poroso para eliminar los sedimentos menos densos. Estos filtros terminan de colar las impurezas. Existen diferentes tipos de filtros, como de arena o carbón activado, y éstos pueden ser abiertos y por gravedad, o cerrados y a presión.



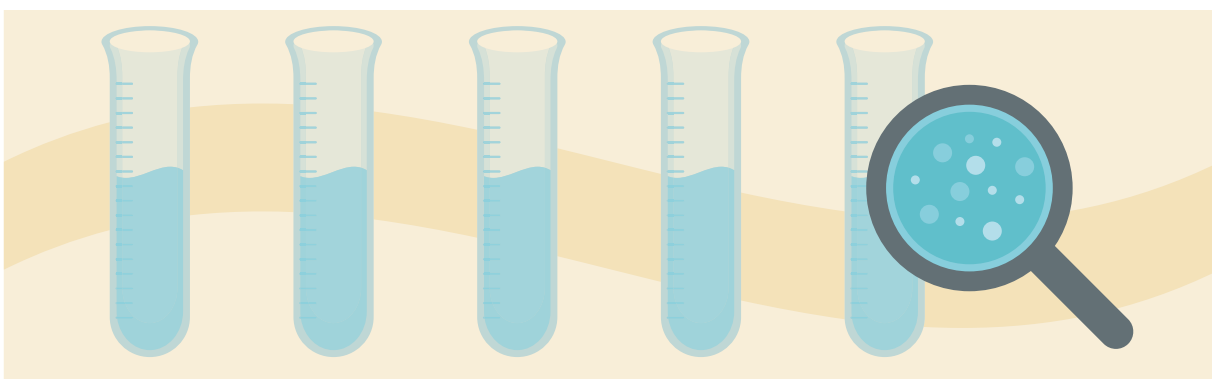
5. Desinfección

Finalmente, se añade cloro para eliminar bacterias o virus. Si se quieren eliminar agentes patógenos de aguas subterráneas o manantiales naturales, se puede conseguir también a través de la irradiación de rayos ultravioletas o con la aplicación de ozono, por ejemplo.



6. Análisis

Una vez finalizado el proceso en la PTAP, es imprescindible realizar diversos análisis del agua para asegurarse de que el proceso de potabilización ha sido exitoso. El agua potable debe ser incolora, inodora e insípida y cumplir con NOM-127-SSA1-2021, que establece los límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.



Como vimos durante el proceso de desinfección, comúnmente el elemento químico más usado es el cloro, ya que es efectivo y resulta más económico para eliminar los microorganismos. Este proceso es indispensable para el cumplimiento de la NOM-127-SSA1-2021.

Coliformes

Las bacterias coliformes se utilizan frecuentemente como indicador bacteriano de la calidad sanitaria de los alimentos y el agua.



NOM-127-SSA1-2021

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

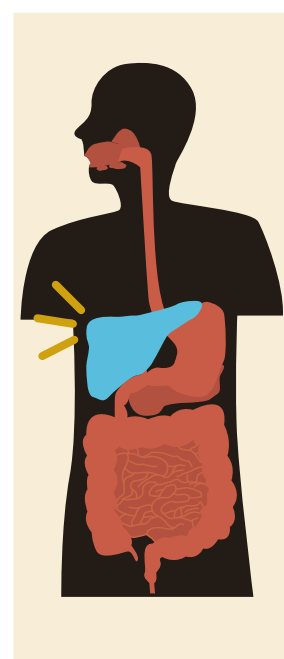
Por ejemplo, los organismos coliformes totales, E. coli o coliformes fecales deben estar ausentes del agua destinada al consumo humano.

En el caso del cloro residual libre, éste debe encontrarse en el rango de 0.2 a 1.5 mg/litro.



Este método de desinfección del agua no elimina otras sustancias químicas presentes en ella, solamente elimina los microorganismos patógenos, es decir, aquellos que pueden enfermarnos, tales como coliformes fecales presentes en el agua como producto de la contaminación con heces de animales y humanas. A pesar de su impacto positivo en la potabilización del agua, el uso en exceso del cloro puede generar otros problemas relacionados con subproductos del cloro que son tóxicos y afectan la salud de la población que está expuesta.

Dependiendo del tipo de subproducto tóxico del cloro con el que se tenga contacto, así como del tiempo de exposición, se manifiestan diferentes afectaciones a la salud. Por ejemplo, se pueden presentar impactos negativos en el sistema nervioso central y en las funciones del hígado y los riñones; en casos muy extremos los subproductos tóxicos del cloro se han asociado con la aparición de casos de cáncer de recto y de vejiga. Sin embargo, estos problemas de salud se pueden evitar, realizando monitoreos constantes a los niveles de cloro presentes en el agua destinada al consumo humano.



El cloro necesita cierto tiempo para destruir todos los organismos. En el agua con una temperatura mayor de 18°C, el cloro debe estar en contacto con el agua al menos durante 30 minutos. Si el agua está más fría, el tiempo de contacto se debe incrementar.



c) Captación del agua de lluvia

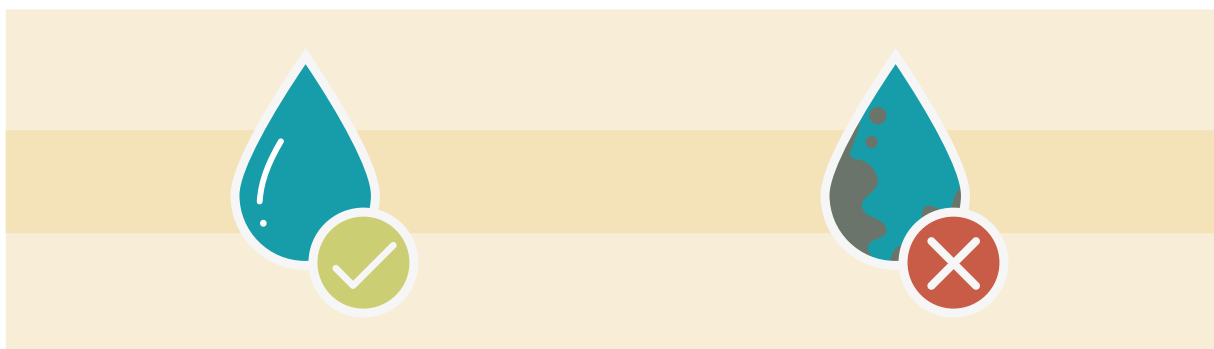
La captación de agua de lluvia se puede definir como la recolección del escurrimiento de lluvia sobre una superficie para su aprovechamiento. Este proceso de captación se realiza durante la temporada de lluvias, por lo que es necesario limpiar el techo o área destinada para la captación para que eliminemos aquellos materiales o sustancias que puedan contaminar el agua. Para lograr la captación y almacenamiento del agua de lluvia se han desarrollado diferentes estrategias y mecanismos como los llamados Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL).



Los SCALL constituyen sistemas diseñados para adaptarse fácilmente a los techos de las viviendas, los cuales funcionan a partir de canaletas que dirigen el agua hacia cisternas, donde pasan por un primer filtro que impide el paso de hojas y basura de mayor tamaño, además de separar las primeras aguas provenientes de la lluvia, en la que precipitan diversos contaminantes que pueden estar presentes en el aire y en la atmósfera como coliformes y metales.

El uso de estos sistemas es una práctica común que cuenta con la regulación necesaria para su aprovechamiento para el consumo humano seguro en otros países como es el caso de Alemania, Australia, Singapur y Estados Unidos. Desafortunadamente, en México no se cuenta con la normatividad que regule la captación y el aprovechamiento del agua de lluvia de manera segura para la población, lo cual es una tarea pendiente por realizar.

Para la instalación de los SCALL es necesario tener en cuenta la calidad del agua de lluvia y los mecanismos de tratamiento adecuados para garantizar su uso y consumo seguro. El agua de lluvia al caer se encuentra con superficies que afectan su pureza, arrastrando contaminantes que pueden ser tóxicos. Otra posible fuente que reduce la calidad del agua de lluvia es una atmósfera contaminada, ya que algunos contaminantes se pueden precipitar con la lluvia, incluyendo metales pesados. De ahí, que sea importante que los SCALL tengan algún mecanismo que permita separar el agua durante los primeros minutos de lluvia o que los filtros instalados tengan la capacidad de remover una amplia gama de contaminantes, además, la lluvia ácida también es considerada como otra fuente de contaminación para estos sistemas.



Los SCALL son una alternativa que hace posible aumentar la cantidad de agua disponible para diferentes usos. La calidad y el uso que tendrá el agua de lluvia colectada, así como el volumen de precipitación mensual y anual que se puede captar, y la extensión del área de captación son aspectos fundamentales a considerar al momento de definir el sistema de captación que se instalará.

El correcto dimensionado de los SCALL permite almacenar durante los meses de más lluvia recursos suficientes para el resto del año, lo cual en el caso de la CDMX ocurre entre los meses de julio a septiembre.

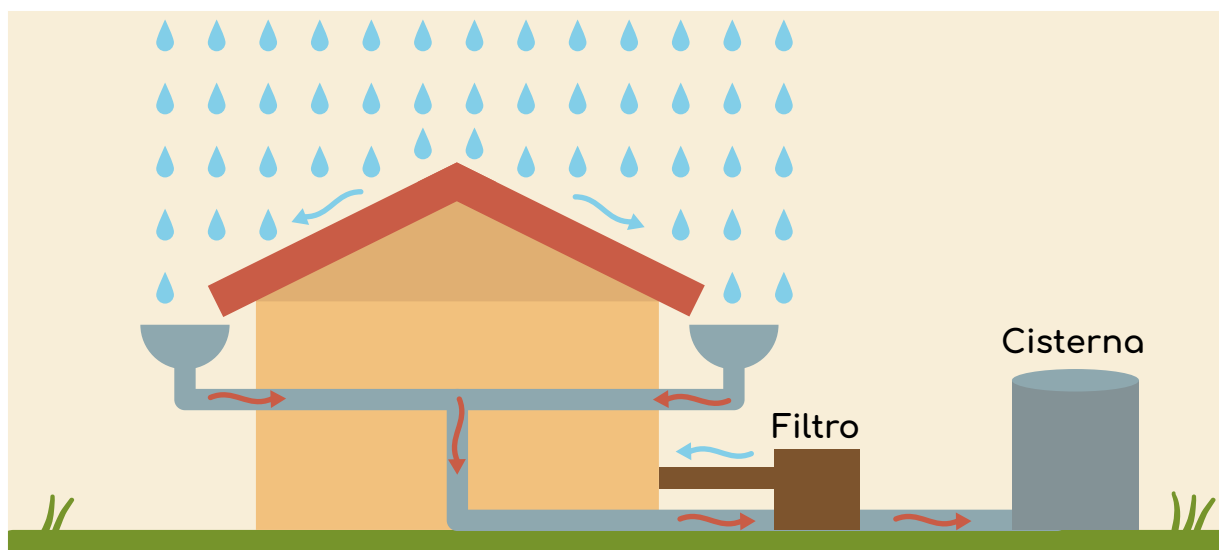
En general, los usos del agua pluvial comprenden tres grupos: 

1. Usos residenciales, por ejemplo, para beber, cocinar y para el aseo personal.
2. Usos no potables, como el lavado de ropa, la descarga de inodoros y el riego del jardín.
3. Uso de riego doméstico, incluyendo huertas, jardines y árboles frutales.

También, el agua de lluvia sirve para la recarga de acuíferos.

Componentes de un SCALL

Con respecto a los componentes que integran los SCALL, la infraestructura y los usuarios beneficiados son considerados generalmente los componentes más importantes de los sistemas de captación. Dentro de la infraestructura destacan otros componentes como: el área de captación, las canaletas, la tubería de conducción, el filtro, el depósito o tanque de almacenamiento y la toma de agua que servirá para su distribución.



Los componentes esenciales de un sistema de captación para el aprovechamiento de las aguas pluviales comprenden: 

- Proceso de captación: que consiste en una serie de mecanismos coordinados para la captación y aprovechamiento.

- Área de captación: corresponde al lugar dónde se almacenarán los escurrimientos de lluvia, incluyendo techos o estacionamientos impermeables.

- Sistemas de conducción: comprende el conjunto de canaletas que conducen el agua de lluvia hacia el área de almacenamiento; éstas aíslan el agua de la contaminación.

- Sistema de tratamiento y filtración: comprende un sistema de filtros que remueve la contaminación y desinfectan el agua.

- Almacenamiento: se refiere al sitio en donde se colecta el agua captada en el sistema; puede comprender tinacos, cisternas o algún otro elemento apto para el almacenamiento.

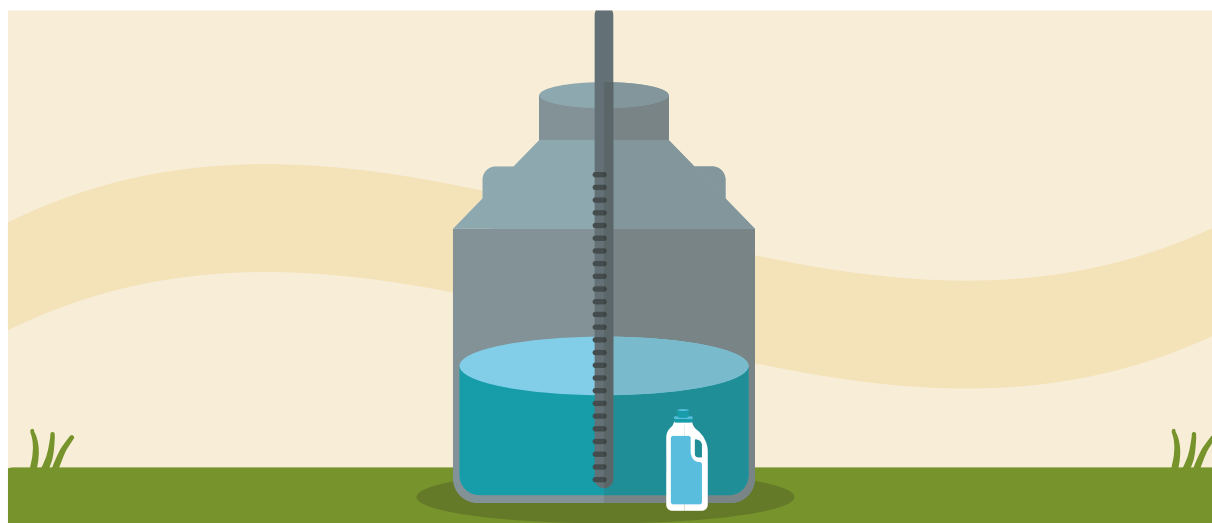
El mantenimiento de cada uno de los componentes se basa en prolongar su vida útil, realizando principalmente labores de limpieza. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) recomienda que al menos una vez al año, al finalizar la época seca e inicio de las lluvias, se limpie el techo o el área de captación, así como las canaletas, la tubería y la parte superior del tanque de almacenamiento, que también se utilizará como área de captación.

Asimismo, sugiere que una vez cada dos años, cuando el nivel del tanque de almacenamiento se encuentre al mínimo, se vacíe toda el agua para lavar el depósito, con la finalidad de que el agua captada esté disponible lo más limpia posible.

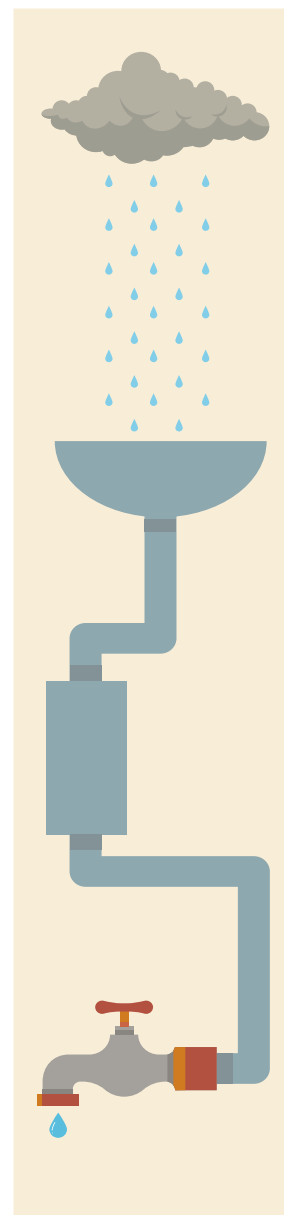
Es necesario vigilar que los componentes no presenten fugas, de ser así, es necesario repararlas de manera externa y de ser posible reemplazarlas. De igual manera, se recomienda hacer una limpieza alrededor del tanque de almacenamiento con la finalidad de retirar malezas u otros materiales que puedan dañarlo o servir como criadero de mosquitos.



Otra sugerencia consiste en que, al inicio de cada mes, para mantener en buen estado el agua almacenada, se deben agregar 3 ml de cloro por cada m^3 de agua disponible. Para que conozcamos el volumen de agua al interior del depósito, deberemos instalar una regla de medición al exterior del tanque, que tenga una escala que indique el nivel y volumen de agua que se encuentra almacenada en la cisterna o tanque, para que esto nos ayude a determinar el volumen almacenado.



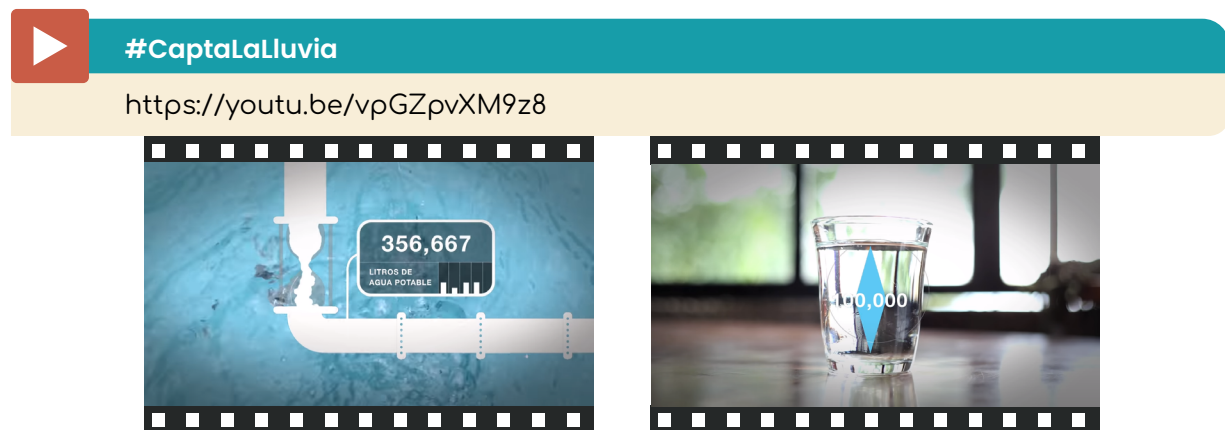
Al igual que otras alternativas de acceso al agua, los SCALL presentan tanto ventajas como desventajas. Entre las ventajas de los SCALL destacan: la disminución del impacto ambiental que provoca la sobreexplotación de las cuencas y los acuíferos, constituyendo una alternativa para el abastecimiento de agua para la CDMX y para las zonas rurales donde el acceso a este vital líquido es costoso, limitado, y en el peor de los casos, nulo. Otras de las ventajas de los SCALL es que permiten disminuir la cantidad de agua de lluvia que escurre en las zonas urbanas, lo cual las hace propensas a inundaciones, disminuyendo la posibilidad de que éstas ocurran; además, tienen una considerable flexibilidad y adaptabilidad para atender las necesidades concretas de agua de los hogares que cuentan con esta infraestructura. Su bajo costo de instalación y sus altos beneficios brindan la posibilidad de contar con un volumen de agua de calidad cuando ésta es escasa. En días de lluvia intensa, es posible coleccionar y tratar hasta 15 000 litros de agua de un techo de 100 m².



Entre sus desventajas podemos mencionar que, cuando no se tiene la infraestructura necesaria, su costo de instalación es elevado. Asimismo, se debe considerar que no se coleccionará agua pluvial todos los meses del año, por lo que la instalación debe tener particulares cuidados durante la temporada de secas, es decir, en la temporada en la que no llueve.

Otra desventaja se relaciona con la contaminación del agua de lluvia, la cual se debe tener en cuenta para la instalación de los mecanismos apropiados de tratamiento; además, se requiere evaluar el área disponible para su captación y almacenamiento. La contaminación del agua por organismos patógenos puede estar presente en las instalaciones de recolección o almacenamiento.

¿Quieres conocer más sobre las ventajas y beneficios de la captación de agua de lluvia? Te invitamos a ver este video titulado "#CaptaLaLluvia". En él, aprenderemos más sobre la captación de agua de lluvia como una alternativa que contribuye a garantizar el acceso al agua de calidad y en cantidad suficiente para los habitantes de la CDMX.



Consultados el 8 de agosto de 2023.

Además, te invitamos a ver este cuento animado titulado "Maya y Gotita al rescate de la lluvia".



Consultados el 8 de agosto de 2023.

En este apartado aprendiste sobre la utilidad de captar el agua de lluvia para atender los requerimientos de tu hogar que no necesitan de una elevada calidad. Además, conociste que, si el agua de lluvia se quiere utilizar para el consumo humano seguro, es indispensable que pase por un proceso de potabilización.



Referencias del capítulo

Aguilera, C. y Arias, A. (2017). Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en sitios estratégicos de la Ciudad de Guanajuato. Jóvenes en la ciencia, 2(1), 1052-1056.

Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1156>

CONAGUA (2016). Lineamientos técnicos: Sistema de Captación de Agua de Lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda. CONAGUA, México.

Farreny, R., Morales-Pinzón, T., Guisasola, A., Taya, C., Rieradevall, J., Gabarrell, X. (2011). Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain. Water Research, 45 (2011), 3245-3254.

Fernández Pérez, I. (2009). Aprovechamiento de aguas pluviales. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

INEGI (2018b). Estadísticas a propósito del día mundial del agua. Aguascalientes: INEGI.

Sánchez, D. (2017). La falta de potabilización del agua y su relación con las enfermedades gastrointestinales en México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.

Sosa-Rodríguez, F.S., Vázquez-Arenas, J.G., Rivero Jaimes, A., Nava Arias, A. (2022). Capítulo 7. La captación de agua de lluvia en la Ciudad de México: una alternativa para mejorar el acceso. En: Revollo, D., Rodríguez, L., Novelo, J. (Coord.). Desigualdad en el acceso al agua entre los hogares en México. UAM, México.

9. Decálogo para una nueva cultura del agua



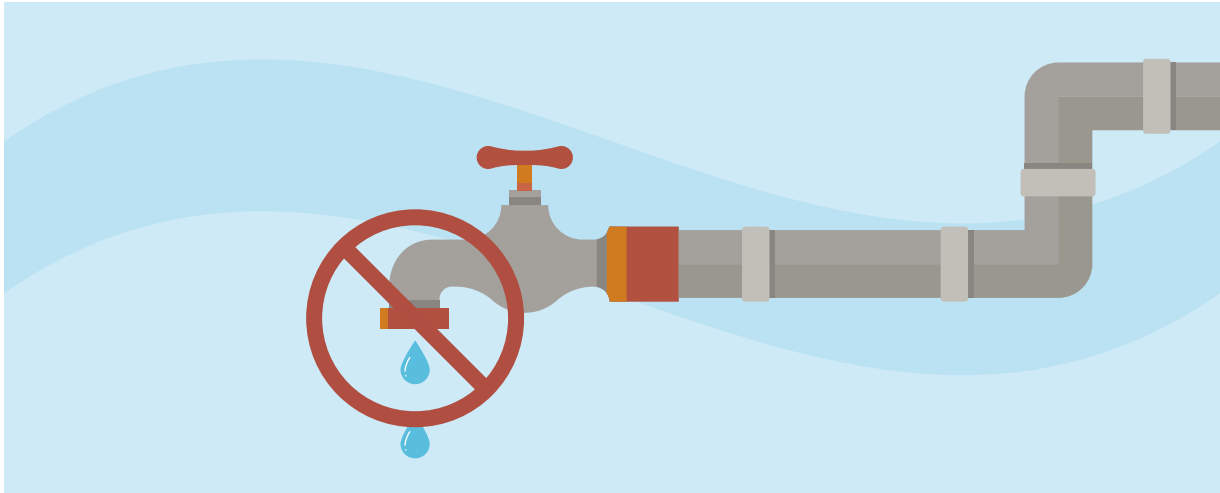
¿Cómo puedes contribuir a resolver los problemas del agua en la CDMX y encontrar soluciones? A continuación, algunas acciones para generar una nueva cultura del agua.

1. **INFÓRMATE.** El agua es un tema que a todos nos importa y nos afecta, continúa informándote y aprendiendo sobre temas relacionados al agua; eso te permitirá mejorar tus prácticas de consumo y emprender acciones que te permitan ser un agente de cambio.





2. ACTÚA. Todos tenemos un papel importante para hacer frente a las problemáticas del agua. No hay acción pequeña que no valga, es la suma de todas esas pequeñas acciones las que generan un cambio. Usa el agua que necesites, no tires basura ni la contamines por sustancias químicas.



3. REFLEXIONA. Cada elección que tomamos repercute en nuestro medio ambiente. Como ahora sabes, todo lo que consumimos necesita de agua para producirse, por ende, es indispensable reflexionar sobre tus hábitos de consumo.





4. CUESTIONA. El agua es tu derecho, exige a tus autoridades que garanticen el acceso al agua de calidad. Cuestiona las prácticas que pueden perjudicarla.

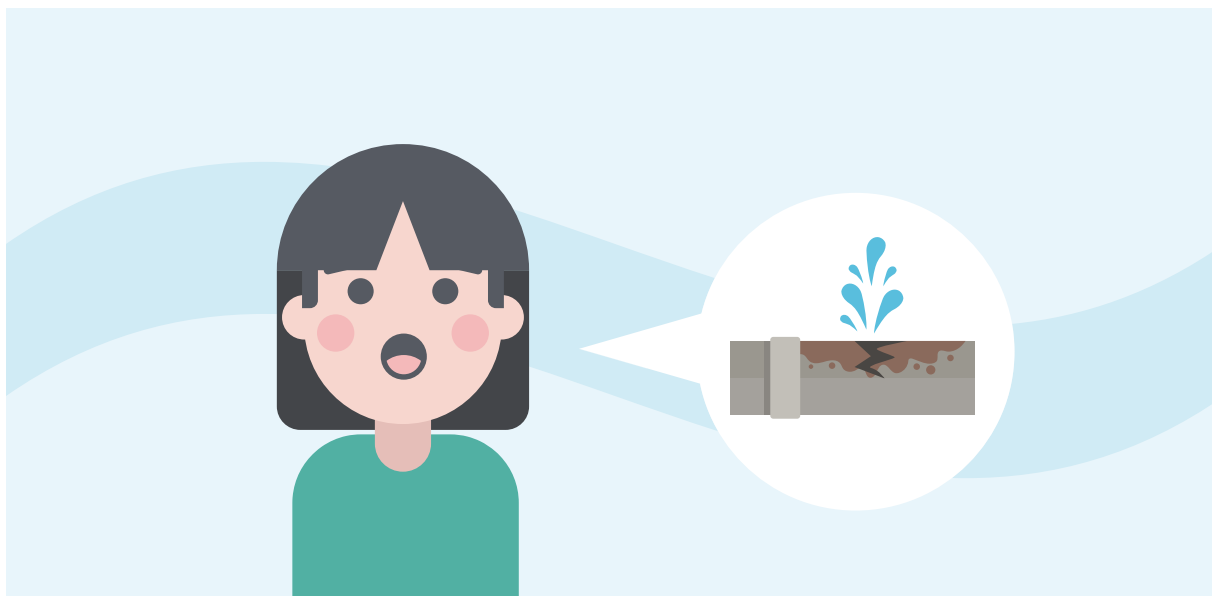


5. CAMBIA. Todos podemos mejorar la manera en que consumimos el agua. Elabora una lista de los hábitos que crees que podrías cambiar en tu hogar para tener una relación más positiva con el agua. Cuando los hayas identificado, realiza tu mejor esfuerzo para transformarlos.





6. PARTICIPA. La acción colectiva es el motor de cambio que necesitamos para mejorar nuestra situación hídrica. Participa en foros en tu escuela, en actividades de difusión, y reporta las fugas.



7. CUIDA. Nos enfrentamos a periodos de escasez, aprovecha el agua, no la desperdicies. Cuida de tus objetos, tu celular, tu ropa y demás bienes, recuerda que para producirlos se requieren enormes volúmenes de agua.

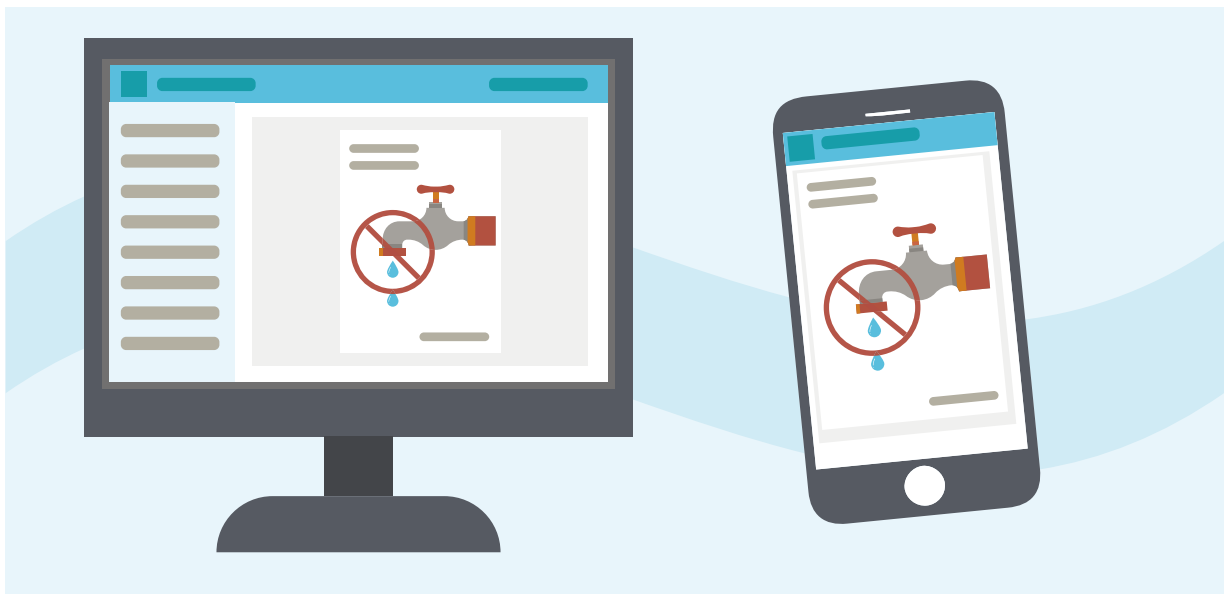




8. **COMPARTE.** Comparte lo que hayas aprendido con tus amigos, familiares y vecinos. Tú puedes convertirte en un promotor del cuidado del agua.



9. **DIFUNDE.** Hoy en día hay múltiples espacios en tu escuela o en redes sociales que te permitirán alzar la voz y ser parte del cambio para generar conciencia sobre mejores prácticas para uso del agua.





10. APROVECHA EL AGUA DE LLUVIA. El agua de lluvia es un recurso que a menudo no utilizamos y podemos aprovecharla de manera sencilla. Los sistemas de captación de agua de lluvia nos permiten aprovechar este recurso y disminuir nuestra demanda de los acuíferos o no depender tanto de ellos.



Este libro es una invitación a que te sumes a cuidar y conservar el agua, así como a utilizar fuentes alternativas de acceso a este vital líquido como lo es la captación y uso del agua de lluvia. A lo largo de sus capítulos se exploraron las problemáticas que se enfrentan en el mundo, en México y en la Ciudad de México, así como las oportunidades para hacer frente a estas problemáticas. En el siguiente apartado, te invitamos a realizar las actividades propuestas para construir un filtro que mejore la calidad del agua, o para instalar un SCALL en tu hogar. ¡En nuestras manos está el garantizar nuestro acceso al agua en cantidad y calidad, si evitamos su contaminación o su desperdicio!

Referencia

La Fundación Nueva Cultura del Agua (2022). Decálogo para una nueva cultura del agua. FNCA, Madrid.

10. Actividades para fortalecer el aprendizaje

Con la finalidad de que puedas observar y entender cómo se forma y capta el agua de lluvia, te invitamos a realizar algunas de las actividades que a continuación te presentamos.



a) ¿Cómo se forma la lluvia?

Mediante este sencillo experimento, observarás cómo se forma la lluvia.

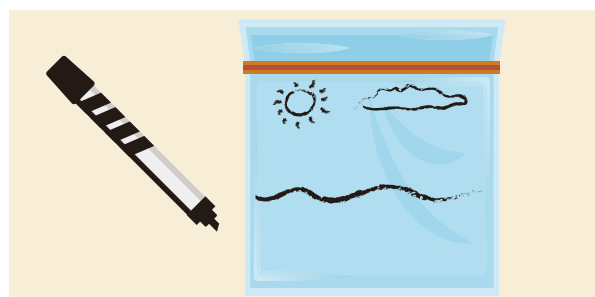
Materiales:

- 1 Bolsa transparente con cierre hermético de tamaño mediano
- Marcadores permanentes
- Un poco de agua
- Colorante alimenticio azul
- Cinta adhesiva



Método:

1. Dibuja en la bolsa de plástico, con ayuda de los marcadores, el nivel del mar, las nubes y el sol.



2. Coloca unas gotas de colorante azul en el agua contenida en un vaso.



3. Coloca el agua teñida de azul dentro de la bolsa, y llénala hasta la línea que indique el nivel del mar que dibujaste.



4. Cierra muy bien la bolsa, y revisa que no haya fugas de agua.

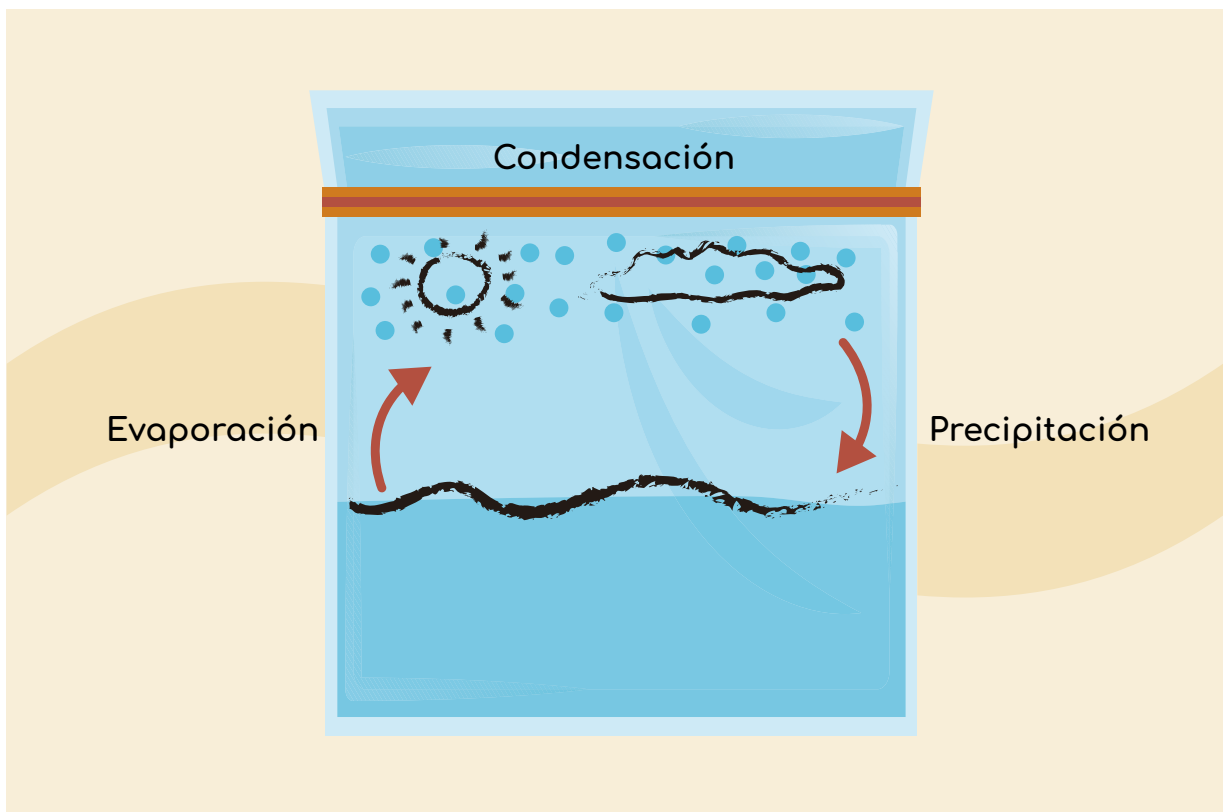


5. Colócala una ventana o espacio que reciba luz solar directamente.

6. Espera a que el sol comience a calentar el agua y observa lo que ocurre al interior de la bolsa.

Para que puedas documentar lo que ocurre, responde las siguientes preguntas.

- ¿De dónde provienen las gotas de agua que se forman en la parte superior?
- ¿Cómo o por qué se formaron?
- ¿Crees que ese fenómeno también puede ocurrir fuera de la bolsa?
- ¿Crees que lo que estás observando está relacionado con el ciclo del agua?





b) Transpiración

¿Recuerdas que una parte importante del ciclo del agua es la evapotranspiración? En este proceso las plantas liberan agua a través de sus hojas; mediante el siguiente experimento podrás observar este fenómeno.

Materiales:

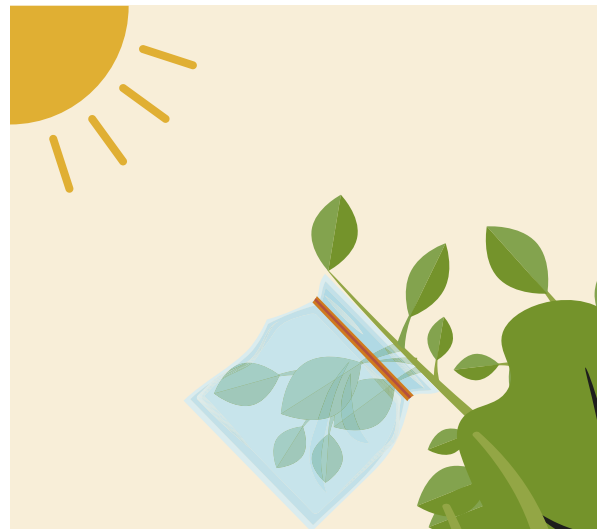
- 1 Bolsa hermética de plástico grande
- Árbol o arbusto con ramas largas



Método:

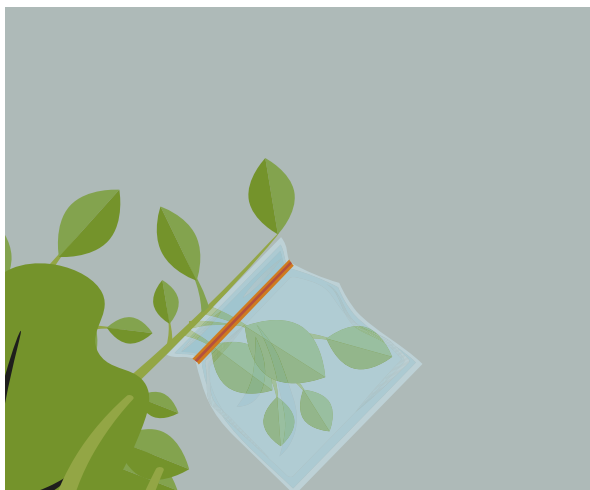
1. Selecciona una rama del árbol o arbusto que esté expuesta al sol.

2. Coloca al interior de bolsa las hojas de la rama, sin cortarlas y trata de cerrar la bolsa lo más que sea posible (como se muestra en la imagen).



3. Selecciona una rama del árbol o arbusto que no esté expuesta al sol, es decir que este a la sombra.

4. Coloca al interior de bolsa las hojas de la rama, sin cortarlas y trata de cerrar la bolsa lo más que sea posible (como se muestra en la imagen).



5. Espera 30 minutos y observa qué pasa al interior de las bolsas.



Para ayudar a tus observaciones te invitamos a responder lo siguiente:

- ¿Cuál bolsa tiene más agua acumulada?
- ¿Por qué crees que una tiene más que la otra?
- ¿Cómo crees que llegó esa agua a las bolsas?
- ¿Crees que la temperatura influya en la cantidad de agua disponible en las bolsas?



c) Infiltración de agua

Como vimos anteriormente, el agua que utilizamos para realizar nuestras actividades cotidianas tiene diferentes orígenes, pueden ser agua superficial, proveniente de los ríos, los lagos, las lagunas, y los manantiales; o puede ser agua subterránea.

Para esta actividad, vamos a construir tres tipos distintos de superficies, en las que se captará agua de lluvia para conocer cómo influye la infiltración y la erosión, en la captación y la calidad de las aguas subterráneas.

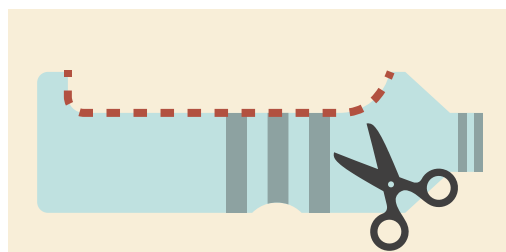
Materiales:

- 3 botellas de plástico grandes
- 3 vasos de plástico
- Cuerda o alambre
- Tierra
- Hojas secas y palos
- Plantas o césped para la cubierta vegetal
- Agua y una regadera de jardín

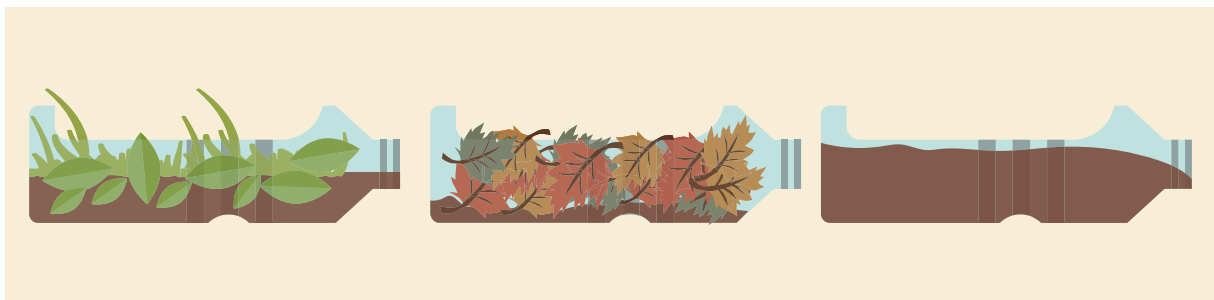


Método:

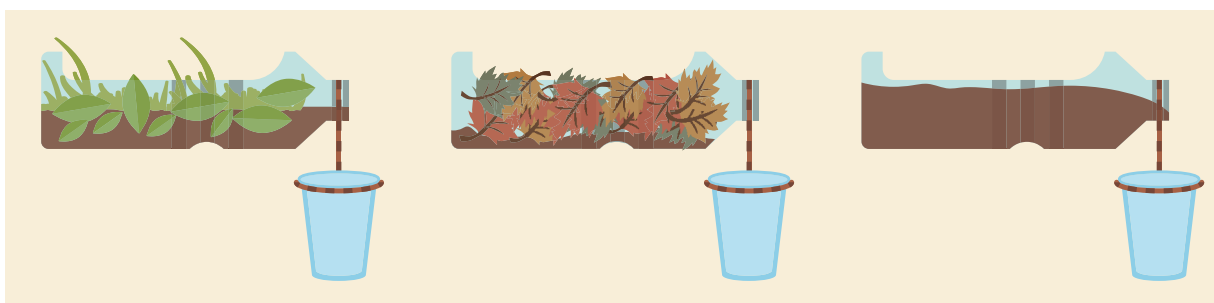
1. Con cuidado corta una parte del lateral de las botellas de plástico.



2. Coloca al interior de cada una de las botellas un material distinto, de esta manera en una botella habrá sólo tierra, y en otra habrá solo hojarasca y restos vegetales (palitos o corteza); en la tercera, habrá vegetación, al interior de ella utilizaremos el césped o las plantas con raíces. Al finalizar habremos generado 3 tipos de superficie de captación de agua de lluvia.



3. Coloca los 3 vasos (como se muestra en la imagen)



4. Con una regadera, añade agua poco a poco simulando la lluvia en cada uno de los 3 tipos de suelo. Intenta aportar la misma cantidad de agua en los tres.

5. Espera de 10 a 15 minutos, el tiempo varía en función de la compactación del terreno y el tipo de sustrato. Observa qué pasa.



Para ayudar a tus observaciones te invitamos a responder lo siguiente:

- ¿Todos los vasos tienen la misma cantidad de agua?
- ¿Cómo sale el agua en cada vaso?
- ¿Qué relación tiene lo observado con el agua subterránea acumulada bajo tierra?
- ¿Cómo pueden afectar la erosión y la desertificación a la captación de las aguas subterráneas?



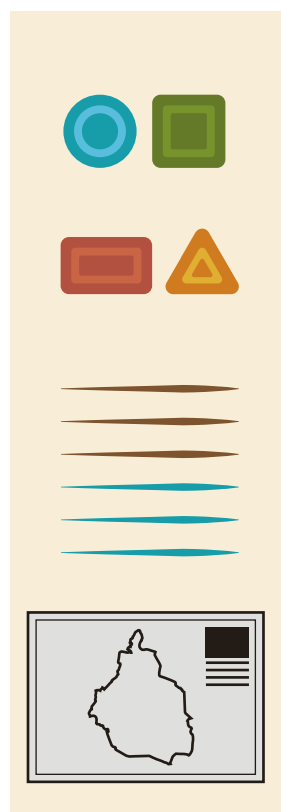


d) ¿Cómo se distribuye el agua?

En esta actividad se busca que conozcas los procesos que se requieren para que cuentes con agua en tu hogar, para lo cual debes identificar en dónde se ubican las principales instalaciones para el suministro de agua en tu ciudad y cómo está formada la red de distribución.

Materiales:

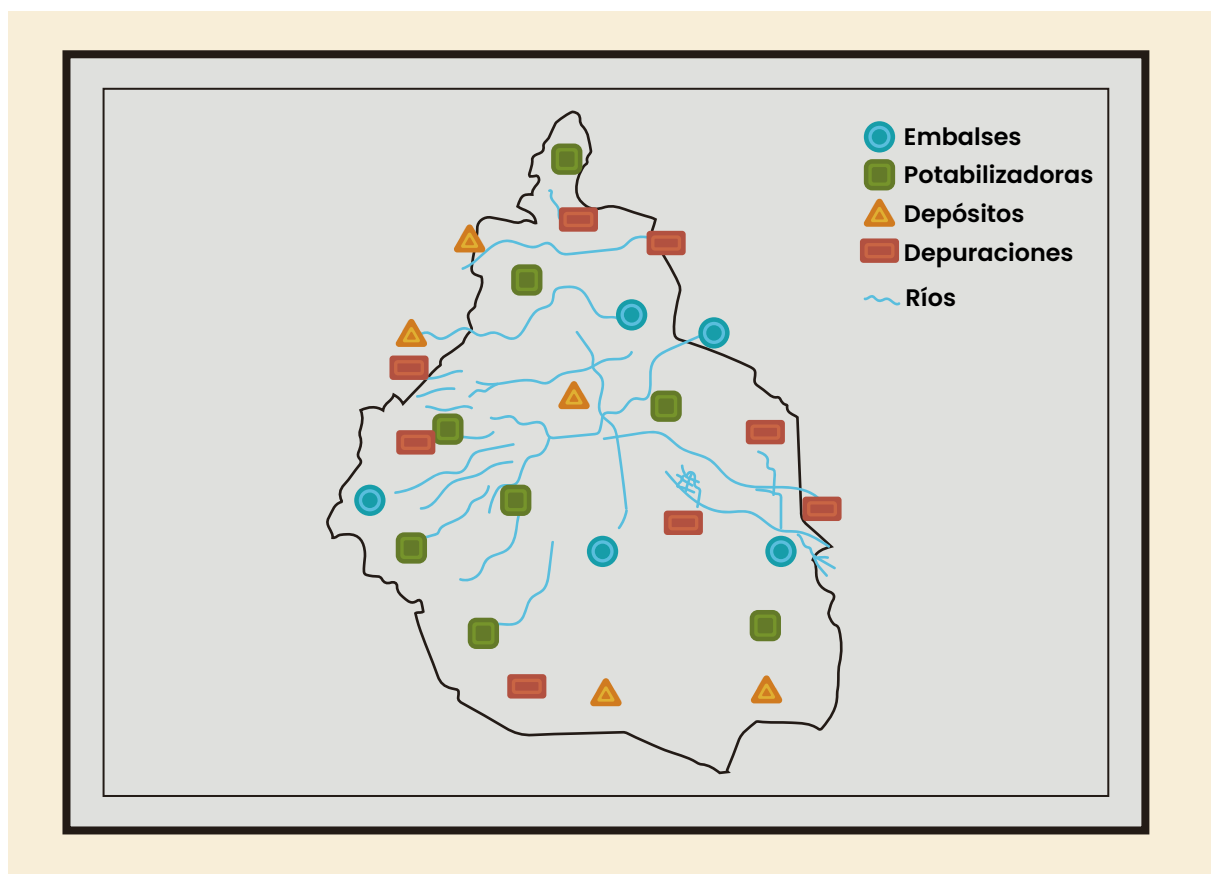
- Fichas redondas (simulan embalses)
- Fichas cuadradas (simulan potabilizadoras)
- Fichas rectangulares (simulan depósitos)
- Fichas triangulares (simulan depuradoras)
- Palillos pintados de azul (simulan tuberías con agua limpia)
- Palillos pintados de marrón (simulan tuberías con agua sucia)
- Mapa físico grande de tu ciudad o comunidad



Método:

1. Tienes que listar las infraestructuras que consideres que son las más relevantes para hacer llegar agua a tu hogar y aquellas que son necesarias para disponer el agua residual y tratarla, incluyendo: embalses, potabilizadoras, plantas de tratamiento, redes de distribución de agua, y redes de drenaje.

2. Identifica en el mapa en dónde crees que están ubicados cada uno de ellos.
3. Conecta estas infraestructuras utilizando palillos azules para el agua limpia y palillos marrones para el agua residual.
4. Reflexiona sobre la complejidad de abastecer el agua a tu ciudad, así como para tratarla y disponerla.





e) ¿Es la calidad del agua aceptable?

En esta actividad analizarás varias muestras de agua para comprobar si cumplen con los criterios básicos que el agua potable debe tener con base en la NOM127-SSA1-2021 con respecto a su color, olor y sabor.

Materiales:

- Vaso con agua potable proveniente del garrafón o del grifo si cuentas con filtros para su desinfección
- Vaso con agua potable con té u otra infusión
- Vaso con agua potable con dos gotas de vinagre
- Vaso con agua potable con un poco de harina
- Vaso con agua potable y una cucharada de sal
- Vaso con agua potable y una cucharada de bicarbonato alimentario
- Vaso con agua potable con dos gotas de colorante vegetal
- 1 cucharita



Método:

1. Prepara previamente las muestras en vasos transparentes y numéralos del 1 al 7.
2. Reflexiona sobre las cualidades y características que debe tener el agua que bebemos ¿Puede tener el agua un ligero color y ser potable?
3. Como técnicos que analizan la calidad del agua, reflexiona sobre el olor, color y sabor de cada uno de los vasos y decide cuál o cuáles son aptas para el consumo y por qué. Para comprobar si el agua tiene sabor utiliza una cucharita.
4. Anota los resultados en la siguiente tabla, reflexionando si la calidad del agua de cada vaso es aceptable.

Muestra	Color	Olor	Sabor	¿Es aceptable?



f) Simulacro de la calidad del agua

En esta actividad debes comprender los límites permisibles establecidos en la NOM-127-127-SSA1-2021 para garantizar un consumo humano seguro del agua potable. Para ello, simularás junto con tus compañeros que trabajan como técnicos de la calidad del agua para el organismo operador de tu ciudad.

Material:

- Ficha de parámetros de control de la calidad del agua

Método:

1. Revisa las fichas de parámetros de control de la calidad del agua
2. Con base en la NOM-127-SSA1-2021 para garantizar la calidad del agua potable determina si los parámetros que presenta son aceptables o representan un riesgo para la salud de la población.
3. Analiza los valores de pH, turbidez, conductividad, así como de otros parámetros que establece la norma.
4. Si alguno de estos parámetros presenta un valor fuera de los límites permisibles, puede indicar que el agua no es del todo óptima para el consumo, y por lo tanto se requiere realizar una evaluación más detallada de la calidad del agua para comprobarlo.

■ ■ ■ FICHA 1

Turbiedad	5 unidades de turbiedad (UTN)		Tolueno	700.00 µg/l
Aluminio	0.20 mg/l		Mercurio	0.01 µg/l
Fluoruros	1.50 mg/l		Sólidos disueltos totales	1000 µg/l

■ ■ ■ FICHA 2

Cloro residual libre	0.2-1.50 mg/l		Xileno	500.00 µg/l
Nitratos	10.00 mg/l		Manganeso	0.15 µg/l
Dureza total (CaCO ₃)	500.00 mg/l		Sodio	500.00 µg/l

■ ■ ■ FICHA 3

pH	6.5-8.5		Yodo residual libre	0.2-0.5 µg/l
Nitritos	1.00 mg/l		Zinc	5.00 µg/l
Cromo total	5 mg/l		Fenoles	0.3 µg/l

■ ■ ■ FICHA 4

Cobre	5.00 mg/l		Fierro	0.3 µg/l
Nitrógeno amoniacal	0.50 mg/l		Benceno	10.00 µg/l
Cloruros	250.00 mg/l		Sulfatos	400.00 µg/l



g) Contaminación del agua

En esta actividad conocerás las consecuencias de la contaminación del agua.

Materiales:

1. Vaso con agua
2. Colorante para comida
3. Ramita de apio



Método:

1. Vierte el colorante en un vaso de agua hasta que ésta cambie de color.
2. Coloca una ramita de apio, con el final del tallo recién cortado en el vaso.
3. Espera unas horas y examina lo ocurrido en el interior y el exterior de la rama.
4. Imagina que el colorante es contaminación. Reflexiona si puede extenderse la contaminación del agua a los seres vivos ¿Cómo?





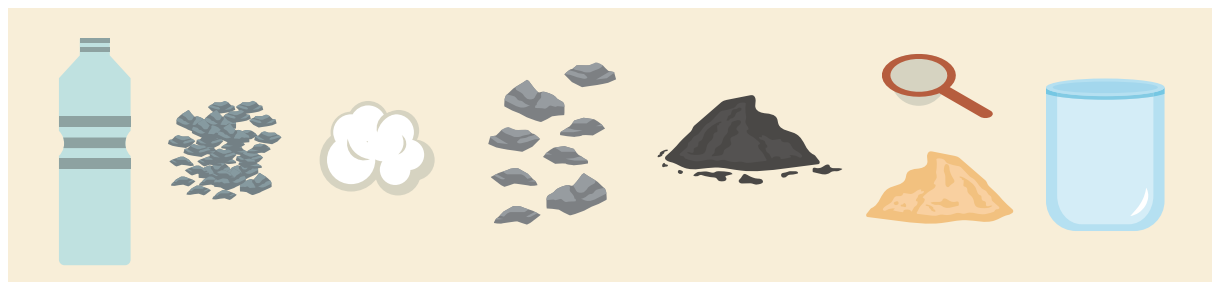
h) Filtro casero para potabilizar el agua

En esta actividad construiremos un filtro de agua casero, el cual es muy fácil de realizar con materiales que están a tu alcance en casa, además de ser muy económico. Con este filtro puedes mejorar la calidad del agua que consumes.

Materiales:

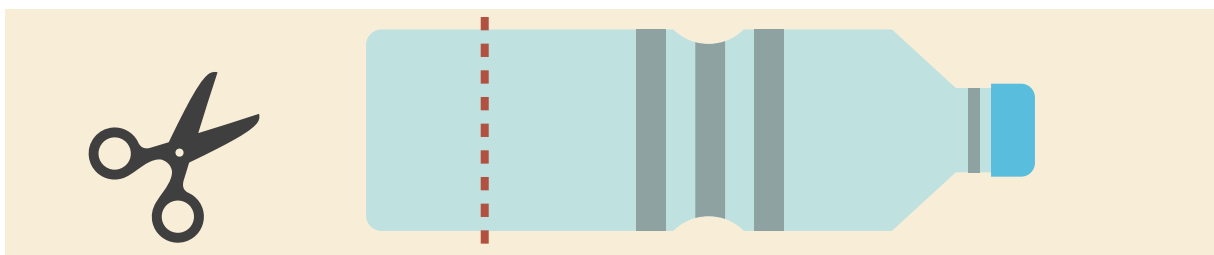
- Recipiente o botella de plástico transparente
- Algodón natural
- Piedras pequeñas y medianas (roca ígnea o andesita)*
- Grava*
- Carbón activado*
- Arena fina
- Colador
- Recipiente hondo de plástico o vidrio

* Este material lo puedes comprar en la ferretería.



Método:

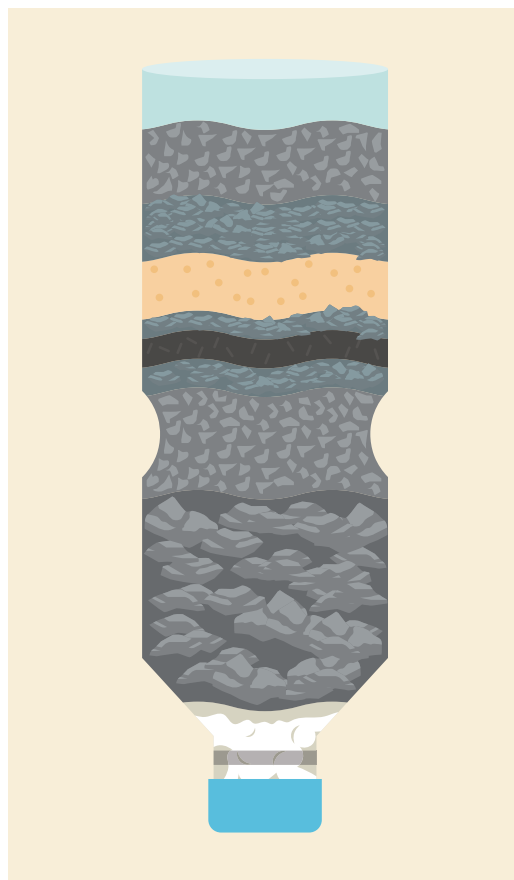
1. Para construir el filtro de agua casero, empieza por cortar el recipiente de plástico transparente por la parte superior creando una tapa que se pueda abrir y cerrar. Coloca la boca de la botella con su tapa hacia abajo.



2. Posteriormente, rellena el interior de la botella con los materiales que a continuación se enlistan en capas, evitando que se mezclen. Las capas deben ir en el siguiente orden:

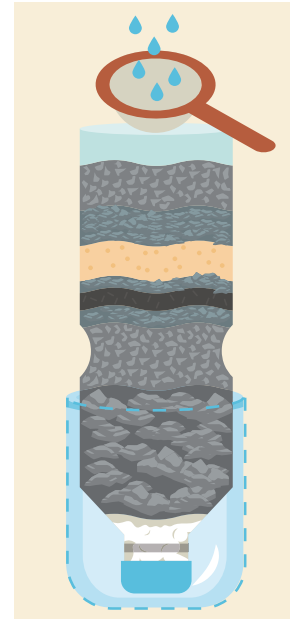
- Algodón en el fondo
- 11 cm de piedras medianas
- 5 cm de piedras pequeñas
- 1 cm de grava
- 1 cm de carbón activado
- 1 cm de grava
- 3 cm de arena fina
- 3 cm de grava
- 5 cm de piedras pequeñas

¡En este paso, ya quedó listo el filtro!



3. Coloca un recipiente hondo de plástico o cristal sobre una superficie plana; encima de este recipiente, coloca el filtro que acabas de construir con la abertura original (o la boca de la botella) hacia abajo, y con la tapa puesta. En la parte superior de la botella, previamente cortada, coloca el colador.

4. Vierte el agua por la abertura de la botella para que sea filtrada por el colador. Poco a poco el agua irá traspasando las distintas capas, lo que va removiendo los contaminantes presentes.



5. Cierra la tapa superior cortada y deja reposar el agua por lo menos 15 minutos. Al finalizar este tiempo, abre la boca de la botella por la parte inferior, para que el agua filtrada se deposite en el recipiente hondo de plástico o cristal.

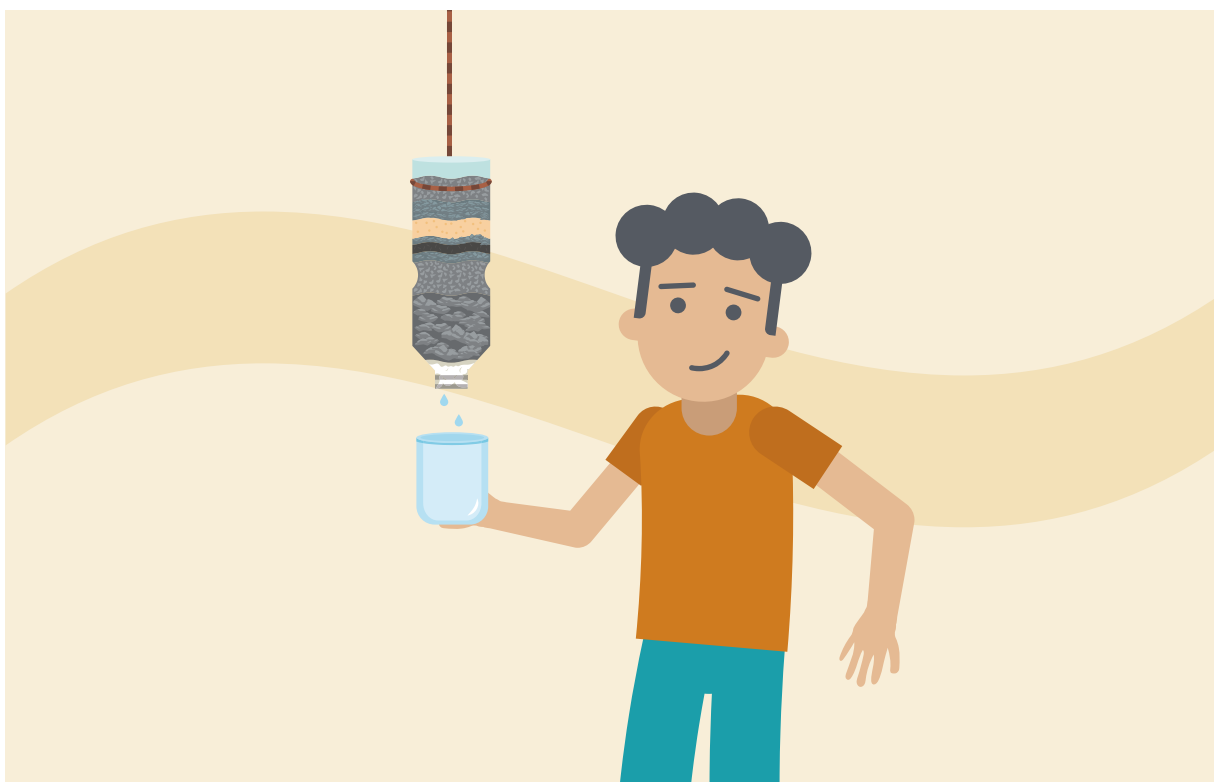
6. El uso del carbón activado es importante para lograr un filtrado completo del agua, ya que este componente eliminará diversos microorganismos. Por lo que, al finalizar el tiempo de filtrado el agua está lista para consumir.

Recuerda que, antes de usarla para beber o cocinar, necesitamos conocer su calidad para garantizar un consumo humano seguro.

Beneficios del uso de filtros para el agua

Los filtros de agua sirven como purificadores y tienen varios beneficios que debes conocer:

- Desaparece la necesidad de utilizar cloro para la eliminar virus, bacterias y parásitos. El cloro es potencialmente perjudicial para la salud, ya que está asociado a determinados tipos de cáncer como el de colon y vejiga cuando su concentración no cumple con la NOM-127-SSA1-2021.
- Da un sabor más agradable al agua.
- Elimina pesticidas y metales pesados.
- Disminuye el riesgo de padecer enfermedades o infecciones por la ingesta de agua contaminada.





i) Sistema de captación de agua de lluvia

El aumento de la población mundial es ya una constante, con ello, también se ha incrementado la demanda de agua potable por la población; en ese sentido la captación de agua de lluvia puede contribuir a satisfacer parte de la demanda de agua potable. Recolectar agua de lluvia es un proceso sencillo que consiste en almacenar el agua de lluvia que cae en tanques, para que esté disponible cuando sea necesario usarla. El agua de lluvia no es apta para el consumo humano, ya que puede presentar contaminantes. En cambio, se puede utilizar para tareas que no requieren que desperdiciemos el agua potable como regar las plantas o lavar los pisos, incluso se puede utilizar en el baño para el inodoro.

Materiales:

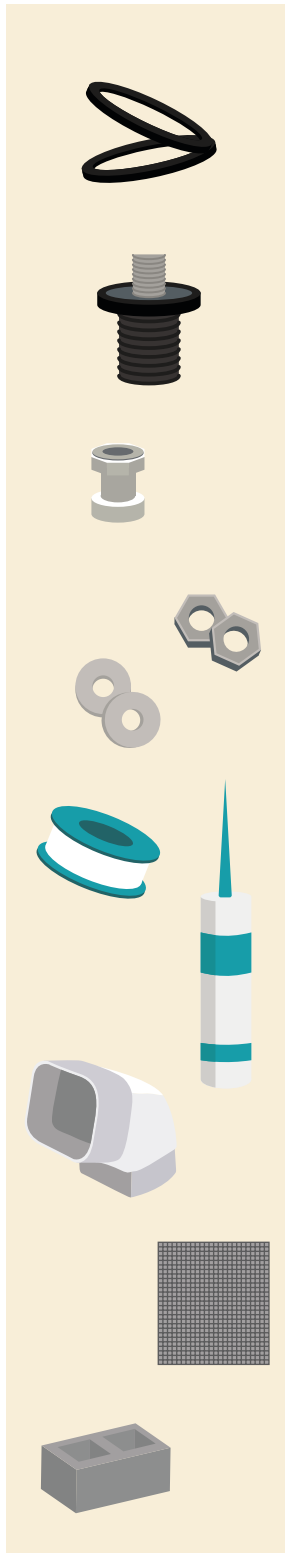
- Barril o contenedor de basura con capacidad para 100 a 200 litros de agua*

*Asegúrate de que no haya sido utilizado para almacenar petróleo, pesticidas o cualquier otro tipo de sustancia tóxica, ya que no podrás remover los químicos que éste haya contenido. De este modo, el barril sería peligroso para tu salud. De preferencia utiliza un bote nuevo.

- Llaves para manguera de 2.4 cm, con roscas para tubos de 1.8 cm



- Juntas de 1.8cm x 1.8cm (el número de éstas deberá ser el mismo número de barriles que vayas a utilizar)
- Bujes de 1.8cm x 1.8cm (el número de éstas deberá ser el mismo número de barriles que vayas a utilizar)
- 1 rosca de tubo con adaptador para manguera de 2.5 cm
- Contratuercas de 1.8 cm
- 4 arandelas metálicas por cada barril
- 1 rollo de cinta de teflón
- 1 tubo de sellador de silicón
- 1 codo de bajante pluvial en forma de S, para conectar el desagüe al primer barril recolector
- Tela de mosquitero de aluminio (cortada en rectángulos del mismo tamaño que el codo pluvial, estos que funcionarán como filtros para tu recolector)
- 6 bloques de cemento por cada barril y un poco de grava (como base)



Herramientas

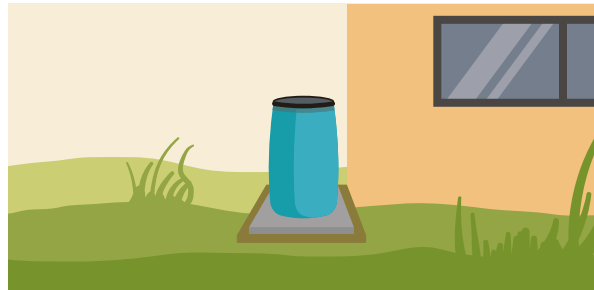
- Taladro con broca de 1.8 mm
- Sierra manual (serrucho o arco con segueta)
- Tornillos (los suficientes)
- Guantes
- Lentes de protección

Método:

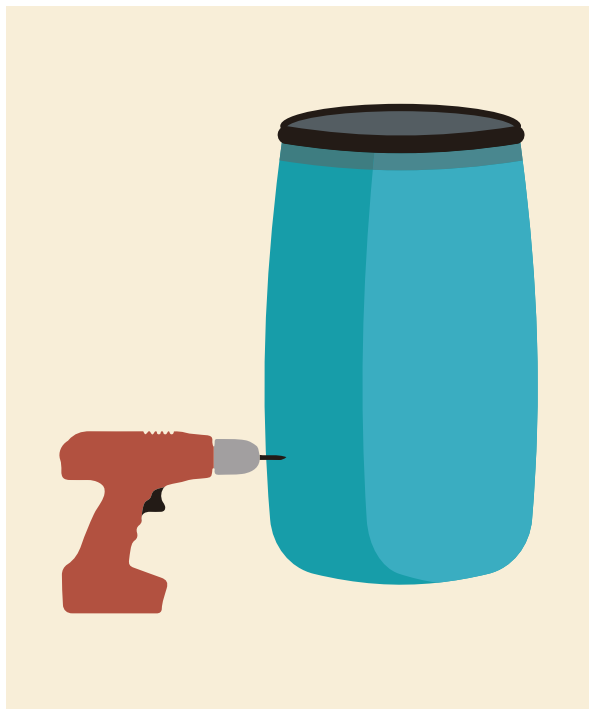
Antes que nada, debes tener instalado un sistema de canaletas y tuberías, aquellas que normalmente llegan directo al piso. Modificarás el camino del agua, ayudándote del bajante pluvial (o codo).

1. Construye una plataforma para el sostén de los barriles con los bloques. Aplana la zona lateral del desemboque del bajante pluvial o el tubo de metal que va de las canaletas del techo al piso.

2. Con ayuda de una pala, cava un rectángulo, procurando que el largo y ancho de éste, sean mayores al diámetro del barril o contenedor de agua. Este debe contar con una profundidad de 10 a 15 cm. Posteriormente, rellénalo con una capa de grava y coloca encima los bloques de cemento, para finalmente colocar el barril o contenedor de agua.



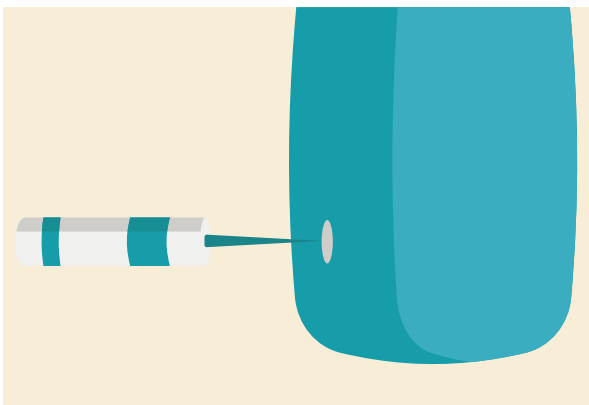
3. Agrega la llave y la válvula de desagüe. Taladra un hueco para la llave en un lado del barril. Hazlo en un lugar que deje suficiente espacio como para poner un balde o una botella debajo, es decir entre el piso y la llave de agua. El tamaño estándar de las llaves es de 1.8 cm. Haz el hueco del mismo tamaño de las llaves. Si tienes una llave con otras medidas, perfora un hueco acorde a ellas.



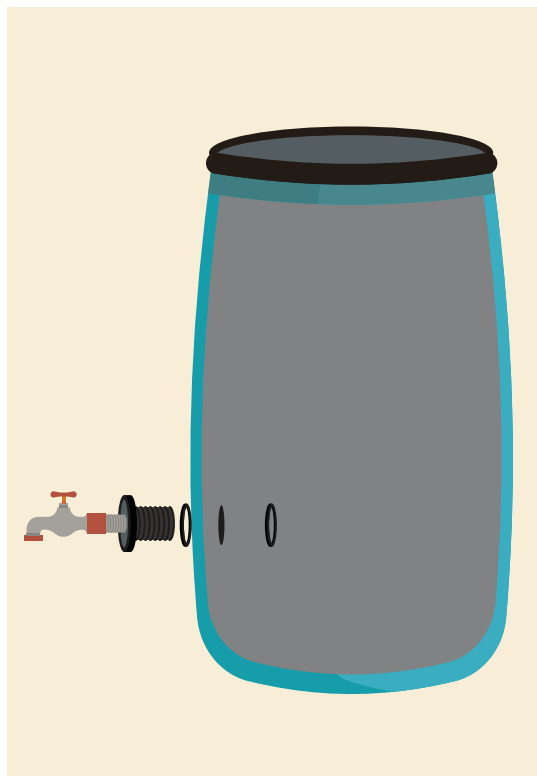
¡Recuerda que si no sabes manejar el taladro, tienes que pedir ayuda a algún adulto para realizar esta perforación. Hay que evitar accidentes!



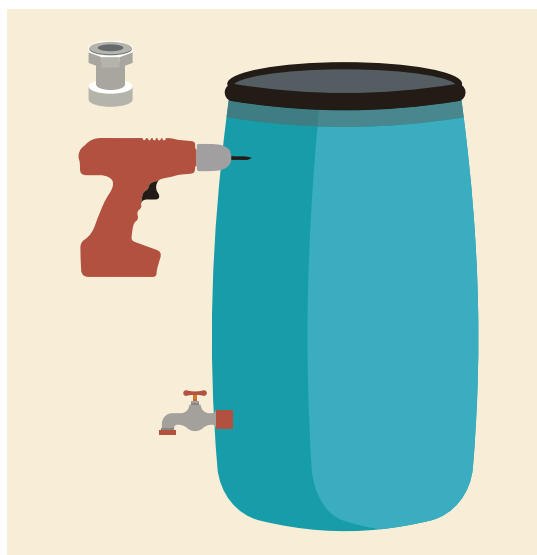
4. Coloca sellador (silicón) en el borde del hueco, tanto adentro como afuera del barril.



5. Pon la llave y únela a la junta. Usa la cinta de teflón para envolver los bordes enroscados. Así, lograrás un sellamiento más hermético y evitarás que el agua se derrame. Coloca una arandela en el borde enroscado de la junta e insértalo en el hueco del barril desde afuera. Instala otra arandela sobre el tubo desde adentro. Sitúa el buje para que fije la llave en su lugar. Si tu llave es distinta, sigue las indicaciones para colocarla.



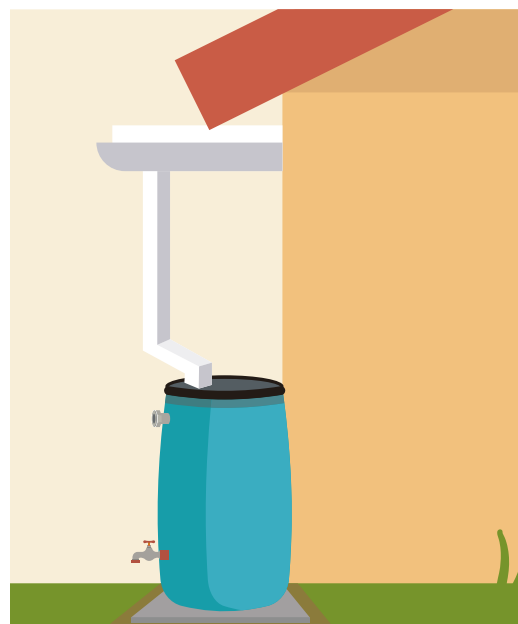
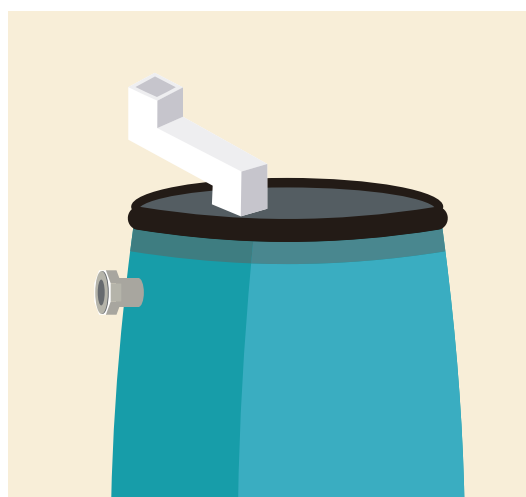
6. Haz una válvula de desagüe. Taladra otro hueco a unos cuantos centímetros de la parte superior del barril. El mismo debería ser de 1.8 cm o del mismo tamaño que el primer hueco que hiciste. Vierte sellador en el borde del hueco, tanto en la parte de adentro como en la parte de afuera del barril.



Coloca una arandela en el adaptador de la manguera y métela en el agujero desde afuera. Instala otra arandela en las roscas de adentro, utiliza un poco de cinta de teflón y coloca una tuerca para ajustar todo. También, puedes poner una manguera directamente sobre la válvula.



7. Conecta el codo al bajante pluvial. Coloca el barril en la plataforma que elaboraste previamente. Debe quedar lo suficientemente cerca de la bajada de agua como para que puedas conectarla con el codo. Haz una marca en la bajante 2.5 cm por debajo de la altura del barril. Tendrás que unir el codo a la bajante para que el agua desemboque en el barril. Corta el bajante con una sierra para metales. Fíjalo con tornillos, y asegúrate de que estén bien apretados. Mientras estés midiendo y ajustando el codo en la bajante, asegúrate de que el borde del codo desemboque dentro del barril para que no derrames nada de agua. No es suficiente que quede por encima.

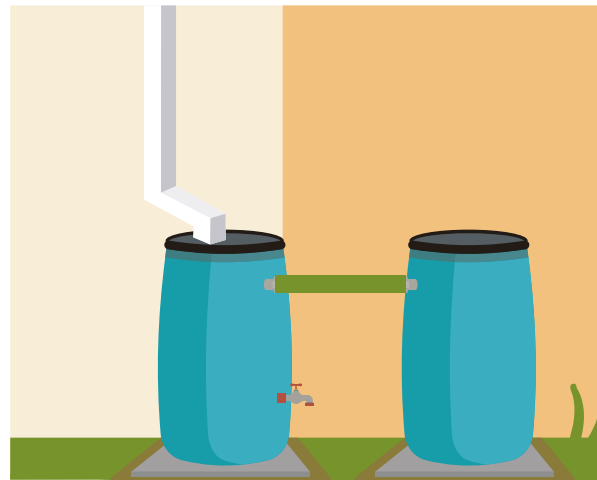
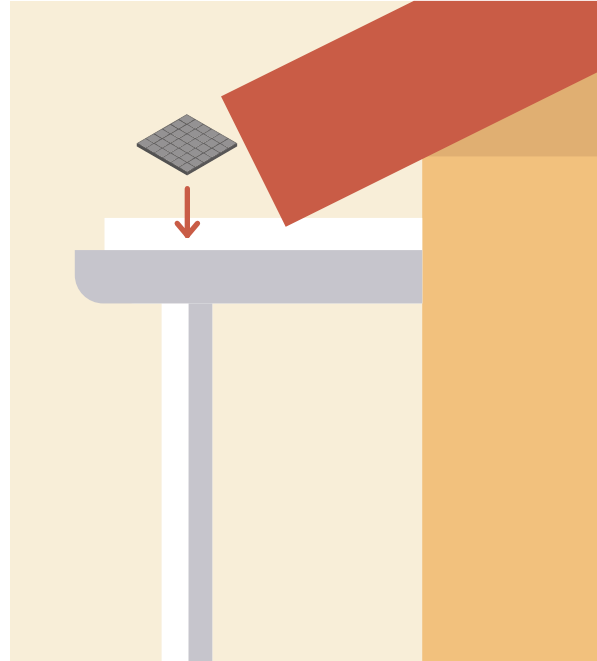


8. Conecta el barril al codo. Si el barril tiene tapa, usa la sierra para cortar un hueco lo suficientemente largo como para que el borde del codo quede adentro. Cubre el área alrededor del hueco con el mosquitero metálico.

9. Instala un filtro encima del bajante para evitar que las hojas y otros desechos taponen tu sistema de recolección de agua.

10. Conecta los barriles adicionales. Si tienes aún más barriles ponlos en la plataforma y conecta porciones de la manguera a las válvulas.

¡Ya estás listo para coleccionar agua de lluvia!



Referencias de los ejercicios

Los ejercicios A, B, C, D, E, F y G fueron modificados de Canal Educa (2006). El ejercicio H fue modificado de Innova Schools (2022). El ejercicio I fue modificado de Ecoosfera (2022).