

El Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a través del programa Agua y Educación para las Américas, y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey).

¿Qué es el ciclo del agua?

Fácilmente puedo contestar que..."soy yo".

El ciclo del agua describe la presencia y el movimiento del agua en la Tierra y sobre ella. El agua de la Tierra está siempre en movimiento y cambiando constantemente de estado: líquido, vapor, hielo y viceversa. El ciclo del agua ha estado ocurriendo por billones de años, y la vida sobre la Tierra depende de él; este planeta sería un sitio inhóspito si el ciclo del agua no tuviese lugar.

Un breve resumen del ciclo del agua

El ciclo del agua no se inicia en un lugar específico, pero para esta explicación asumimos que comienza en los océanos. El sol, que dirige el ciclo del agua, calienta el agua de los océanos, la cual se evapora hacia el aire como vapor de agua. Corrientes ascendentes de aire llevan el vapor a las capas superiores de la atmósfera, donde la menor temperatura causa que el vapor de agua se condense y forme las nubes. Las corrientes de aire mueven las nubes sobre el globo, las partículas de nube colisionan, crecen y caen en forma de precipitación. Parte de esta precipitación cae en forma de nieve, y se acumula en capas de hielo y en los glaciares, los cuales pueden almacenar agua congelada por millones de años. En los climas más cálidos, la nieve acumulada se funde y derrite cuando llega la primavera. La nieve derretida corre sobre la superficie del terreno como agua de deshielo, y a veces provoca inundaciones. La mayor parte de la precipitación cae en los océanos o sobre la tierra, donde, debido a la gravedad, corre sobre la superficie como escorrentía superficial. Una parte de esta escorrentía alcanza los ríos en las depresiones del terreno; en la corriente de los ríos el agua se transporta de vuelta a los océanos. El agua de escorrentía y el agua subterránea que brota hacia la superficie se acumula y almacena en los lagos de agua dulce.

No toda el agua de lluvia fluye hacia los ríos: una gran parte es absorbida por el suelo como infiltración. Parte de esta agua permanece en las capas superiores del suelo y vuelve a los cuerpos de agua y a los océanos como descarga de agua subterránea. Otra parte del agua subterránea encuentra aperturas en la superficie terrestre y emerge como manantiales de agua dulce. El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera. Otra parte del agua infiltrada alcanza las capas más profundas de suelo y recarga los acuíferos (roca subsuperficial saturada), que almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos períodos de tiempo. A lo largo del tiempo, esta agua continua moviéndose, y parte de ella retornará a los océanos, donde el ciclo del agua se cierra...para comenzar nuevamente.



[Diagrama del ciclo del agua](#)

Etapas del ciclo del agua

El U.S. Geological Survey (USGS) ha identificado en el ciclo del agua 15 componentes:

- ▶ [Agua almacenada en los océanos](#)
 - ▶ [Evaporación](#)
 - ▶ [Agua en la atmósfera](#)
 - ▶ [Condensación](#)
 - ▶ [Precipitación](#)
 - ▶ [Agua almacenada en los hielos y la nieve](#)
 - ▶ [Agua de deshielo](#)
 - ▶ [Escorrentía superficial](#)
 - ▶ [Corriente de agua](#)
 - ▶ [Agua dulce almacenada](#)
 - ▶ [Infiltración](#)
 - ▶ [Descarga de agua subterránea](#)
 - ▶ [Manantiales](#)
 - ▶ [Transpiración](#)
 - ▶ [Agua subterránea almacenada](#)
 - ▶ [Distribución global del agua](#)
-

Agua en los océanos

El océano es un depósito del agua



La cantidad de agua que es "almacenada" en los océanos por largos períodos de tiempo, es mucho mayor a la que actualmente se encuentra en movimiento en el ciclo del agua. Se estima que, de los 1.386.000.000 kilómetros cúbicos (332.500.000 millas cúbicas) que hay de agua en la Tierra, alrededor de 1.338.000.000 kilómetros cúbicos (321.000.000 millas cúbicas) son almacenados en los océanos. Esto es, alrededor de un 96.5%. También se estima, que los océanos proveen de un 90% del agua que se evapora hacia la atmósfera.



Durante los períodos de clima más frío, se forman grandes capas de hielo y glaciares, en la medida que una mayor cantidad de agua se acumula en forma de hielo, menor será el agua disponible en las otras componentes del ciclo. Lo contrario sucede durante los períodos más cálidos. Durante las últimas glaciaciones, los glaciares cubrieron casi un tercio de la superficie terrestre, y los océanos eran aproximadamente 400 pies (120 metros) más bajos de lo que son hoy día. Alrededor de 3 millones de años atrás, cuando la Tierra era más cálida, los océanos podrían haber estado 165 pies (50 metros) por encima del nivel medio actual.

Océanos en movimiento

Existen corrientes en los océanos que mueven grandes masas de agua alrededor de la Tierra. Estos movimientos tienen una gran influencia en el ciclo del agua y el clima. La Corriente del Golfo, es una conocida corriente cálida del Océano Atlántico, que mueve agua desde el Golfo de México a través del Océano Atlántico, hacia Gran Bretaña. A una velocidad de 97 kilómetros (60 millas) por día, la Corriente del Golfo mueve 100 veces más agua que todos los ríos sobre la Tierra. Proveniente de climas más cálidos, la Corriente del Golfo mueve agua cálida hacia el Atlántico Norte, lo cual afecta el clima de algunas áreas, por ejemplo, el Oeste de Inglaterra.

Evaporación: El agua cambia de estado líquido a gaseoso, o vapor

La evaporación y por qué sucede

La evaporación es el principal proceso mediante el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso. Es el proceso por el cual el agua líquida de los océanos ingresa a la atmósfera, en forma de vapor, regresando al ciclo del agua. Diversos estudios han demostrado que los



Credit: Kidzone Fun Facts

océanos, mares, lagos y ríos proveen alrededor del 90% de humedad a la atmósfera vía evaporación; el restante 10% proviene de la transpiración de las plantas.

El calor (energía) es necesario para que ocurra la evaporación. La

energía es utilizada para romper los enlaces que mantienen unidas a las moléculas de agua, y es por esto que el agua se evapora más fácilmente en el punto de ebullición (100 °C, 212 °F), pero se evapora más lentamente en el punto de congelamiento. Cuando la humedad relativa del aire es del 100 % -que es el punto de saturación-, la evaporación no puede continuar ocurriendo. El proceso de evaporación toma calor del ambiente, motivo por el cual el agua que se evapora de la piel durante la transpiración te refresca.

La evaporación conduce el ciclo del agua

La evaporación desde los océanos es el principal proceso por el cual el agua ingresa a la atmósfera. La gran superficie de los océanos (alrededor del 70% de la superficie terrestre esta cubierta por océanos) propicia la ocurrencia de la evaporación a gran escala. A escala global, la misma cantidad de agua que es evaporada vuelve a la Tierra como precipitación. Esto sin embargo varía geográficamente. Sobre los océanos, la evaporación es más común que la precipitación, mientras que, sobre la tierra, la precipitación supera a la evaporación. La mayor parte del agua que se evapora de los océanos cae de vuelta sobre los mismos como precipitación. Solamente un 10% del agua evaporada desde los océanos es transportada hacia tierra firme y cae como precipitación. Una vez evaporada, una molécula de agua permanece alrededor de diez días en el aire.

Almacenamiento de agua en la atmósfera, en forma de humedad y nubes

La atmósfera está llena de agua



Si bien la atmósfera no es un importante almacenador de agua, sí es una vía rápida que el agua utiliza para moverse por el globo terráqueo. Siempre hay agua en la atmósfera. Las nubes son la forma más visible del agua en la atmósfera, pero incluso el aire limpio contiene agua...partículas de agua que son muy pequeñas como para ser visibles. El volumen de agua en la atmósfera en cualquier momento es alrededor de 12,900 kilómetros cúbicos (3,100 millas cúbicas). Si toda el agua de la atmósfera cayera como lluvia al mismo tiempo, cubriría la superficie terrestre con una capa de agua de 2.5 cm de espesor, alrededor de 1 pulgada.

Condensación: Es el proceso por el cual el agua cambia de estado gaseoso a líquido.



Photograph by the National Weather Service, Grand Junction Weather Forecast Office, Colorado, U.S.A.

La condensación es el proceso por el cual el vapor de agua del aire se transforma en agua líquida. La condensación es importante para el ciclo del agua, ya que forma las nubes. Estas nubes pueden producir precipitación, la cual es la principal forma en que el agua regresa a la Tierra. La condensación es lo opuesto a la evaporación.

La condensación es responsable también de la niebla, de que se empañen tus lentes cuando pasas de un cuarto que está frío a uno más cálido, de la humedad del día, de las gotas que escurren por el lado de afuera de tu vaso y de las gotas que se forman del lado de adentro de las ventanas cuando el día esta frío.

Condensación en el aire

Incluso en aquellos días en que el cielo esta completamente despejado de nubes, el agua sigue presente en forma de vapor de agua y pequeñas gotas demasiado pequeñas como para ser vistas. Las moléculas de agua se combinan con diminutas partículas de polvo, sales y humo para formar gotas de nube, que crecen y forman las nubes. Cuando las gotas de nube se juntan entre sí crecen en tamaño, formándose las nubes, y es cuando la

precipitación puede suceder.

¿Por qué hace más frío a medida que nos desplazamos hacia arriba en la atmósfera?

Las nubes se forman en la atmósfera porque el aire que contiene el vapor de agua se eleva y enfría. Lo crucial de este proceso es que el aire cercano a la Tierra es calentado por la radiación solar. La razón por la que el aire se enfría sobre la superficie terrestre es la presión de aire, y éste tiene peso; a nivel del mar, el peso de la columna de aire que esta encima de nuestra cabeza es de alrededor de 32 kilogramos (14 ½ libras) por pulgada cuadrada. La presión, llamada presión barométrica, es resultado de la densidad del aire que está por encima nuestro. A mayores altitudes, hay una menor cantidad de aire y, por eso, una menor cantidad de aire ejerciendo presión. A mayores altitudes, la presión barométrica es menor, y el aire es menos denso. Esto provoca el enfriamiento del aire.

Precipitación: Es caída del agua, en forma líquida o sólida desde las nubes



La precipitación, es agua liberada desde las nubes en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo. Es el principal proceso por el cual el agua retorna a la Tierra. La mayor parte de la precipitación cae como lluvia..

¿Cómo se forman las gotas de lluvia?



Storm near Elko, Nevada. NOAA

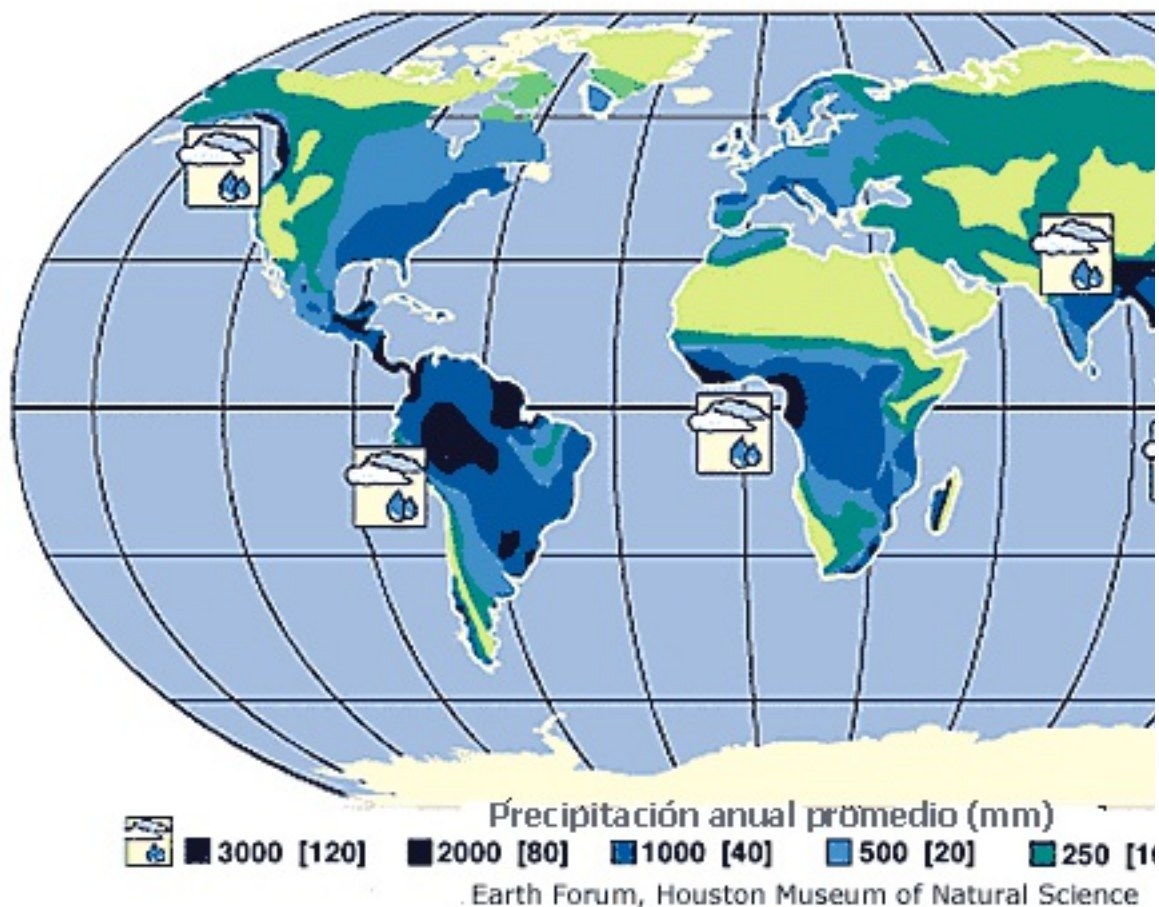
Las nubes que flotan sobre nuestras cabezas, contienen vapor de agua y gotas de nube, que son demasiado pequeñas como para caer en forma de precipitación, aunque lo suficientemente grandes como para formar nubes visibles. El agua esta continuamente evaporándose y condensándose en el cielo. Si observas de cerca una nube, verás algunas partes desaparecer (evaporarse) y otras partes crecer (condensarse). La mayor parte del agua condensada en las nubes, no cae como precipitación debido a las ráfagas de aire ascendente que soportan a las nubes. Para que ocurra la precipitación primero pequeñas gotitas deben condensarse. Las gotas de agua colisionan y producen gotas de mayor tamaño y lo suficientemente pesadas como para caer de la nube en forma de precipitación. Se requieren muchas gotas de nube para producir una gota de lluvia.

La tasa de precipitación varia geográficamente y a lo largo del tiempo

La cantidad de precipitación varía a lo largo del mundo, de los países, incluso dentro de una misma ciudad. Por ejemplo, en Atlanta, Georgia, E.E.U.U., las tormentas de verano pueden producir una pulgada o más de lluvia en una calle, y dejar otras áreas no muy lejanas secas. Sin embargo, la cantidad de lluvia que cae en el estado de Georgia durante un mes es más de lo que cae

en la ciudad de Las Vegas, Nevada, a lo largo de un año. El record mundial promedio de lluvia anual pertenece a Mt. Waialeale, Hawai, donde el promedio es 1,140 cm (450 pulgadas) por año. Como algo excepcional se registro en este lugar 1,630 cm. de lluvia durante un período de 12 meses, lo que corresponde a casi 5 cm. por día. En contraste a esa precipitación excesiva tenemos Arica, Chile, donde no llovió en 14 años.

El siguiente mapa muestra la precipitación anual promedio, en milímetros y pulgadas, del mundo. Las áreas verde claro pueden ser consideradas "desiertos". Seguramente esperabas que el Sahara en África fuese un desierto pero, ¿pensaste que gran parte de Groenlandia y la Antártida fuesen desiertos?



Agua almacenada en los hielos y la nieve: el agua dulce es

almacenada en forma congelada, generalmente en los glaciares, campos de hielo y campos de nieve.

Capas de hielo en el mundo

El agua que es almacenada por largos períodos de tiempo en el hielo, la nieve o los glaciares, también forma parte del ciclo del agua. La mayor parte de la masa de hielo de la Tierra, alrededor del 90%, se encuentra en la Antártida, mientras que el 10% restante se encuentra en Groenlandia. La capa de hielo de Groenlandia es una interesante parte del ciclo del agua. La capa ha aumentado su tamaño a lo largo del tiempo, alrededor de 2.5 millones de kilómetros cúbicos (600,000 millas

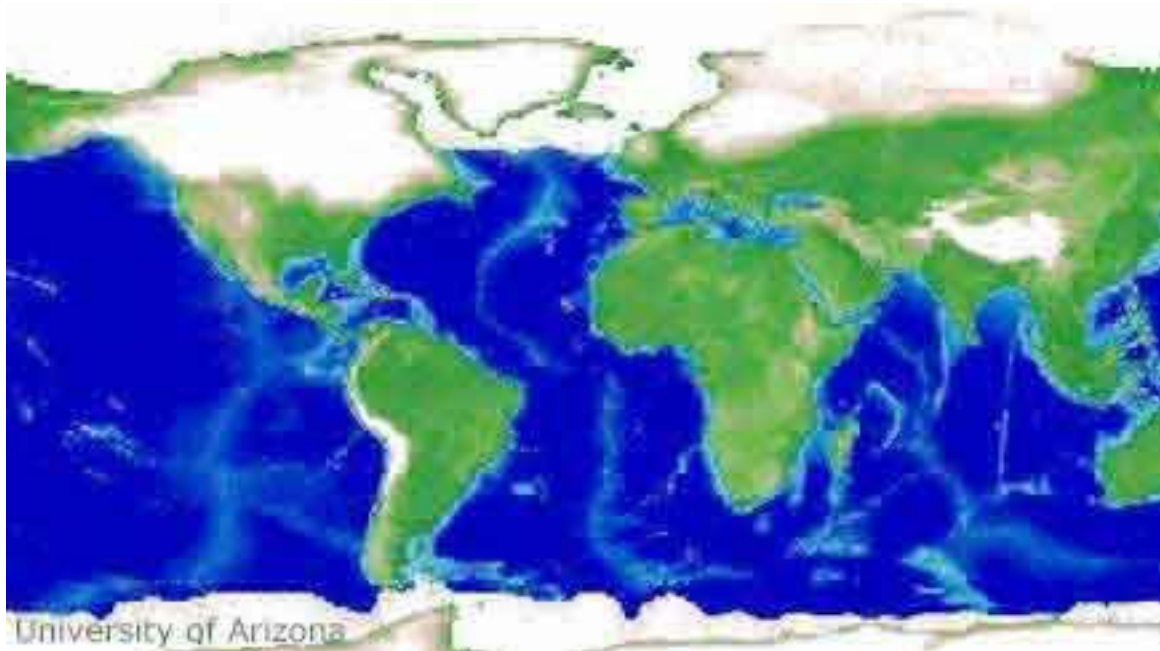


cúbicas), debido que cae más nieve de la que se derrite. La capa de hielo presenta un grosor promedio de 1,500 metros (14,000 pies), pero puede tener hasta 4,300 metros de grosor (14,000 pies). El hielo es tan pesado, que la tierra que está por debajo ha sido presionada hasta adquirir una forma curva.

El hielo y los glaciares vienen y se van

A escala global el clima esta cambiando continuamente, pero generalmente no lo hace lo suficientemente rápido como para que lo notemos. Hubo períodos cálidos, como cuando vivían los dinosaurios, hace alrededor de 100 millones de años. También

hubieron muchos períodos fríos, como durante la última Edad de Hielo, alrededor de 20,000 años atrás. En este período, Canadá, la mayor parte del norte de Asia y Europa y algunas regiones de E.E.U.U. se encontraban cubiertas por glaciares.



Algunos hechos sobre los glaciares y las capas de hielo

1. Los glaciares cubren de un 10 a 11% de toda la superficie de la Tierra.
2. Si el día de hoy todos los glaciares se derritieran, el nivel del mar subiría alrededor de 70 metros (230 pies). *(Fuente: Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo)*
3. Durante la última Edad de Hielo el nivel del mar se encontraba aproximadamente más de 122 metros (400 pies) abajo que el día de hoy, y los glaciares cubrían casi un tercio de la superficie terrestre.
4. Durante el último período cálido, hace

125,000 años, los mares estaban alrededor de 5.5 metros (18 pies) arriba del nivel a que están el día de hoy. Hace casi tres millones, los mares podrían haber estado 50.3 (165 pies) metros más arriba.

El agua de deshielo fluye hacia los cursos de agua

Si vives
en Florida
o en la
Riviera
Francesa,
no te

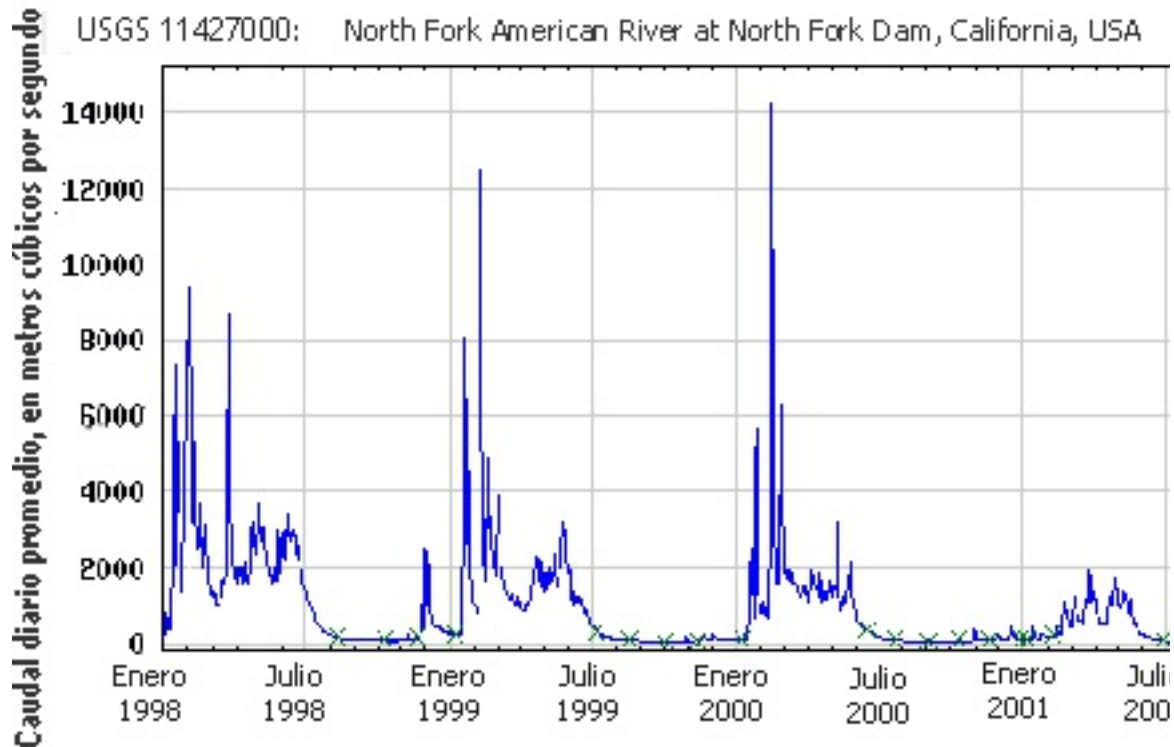


Hetch-Hetchy basin near Yosemite, California. Photo by David Gay

despertarás todas las mañanas preguntándote cómo la nieve que se derrite contribuye al ciclo del agua. Pero, a nivel mundial, la escorrentía producida por el derretimiento de la nieve es una parte importante del movimiento del agua en la Tierra. En los climas fríos, la mayor parte del caudal de los ríos durante la primavera proviene de la nieve y del hielo derretidos. Además de las inundaciones, el rápido derretimiento de la nieve puede causar deslizamientos de tierra y desplazamiento de materiales sólidos.

Una buena forma de comprender la manera en que el deshielo afecta los caudales de los ríos consiste en observar el hidrograma que se muestra aquí abajo. Este hidrograma muestra el caudal diario promedio (caudal promedio para cada día) para el río North Fork, registrado durante 4 años en la Represa North Fork en

California. Los picos más altos de la gráfica se deben principalmente al resultado del deshielo. Compara y verás que el promedio diario mínimo durante marzo de 2000 fue de 1,200 pies cúbicos por segundo, mientras que durante agosto el caudal varió entre 55-57 pies cúbicos por segundo.



La escorrentía producida por el deshielo varía por estación y por año. Compara las picos máximos de caudal durante el año 2000 con los picos muchos menores del 2001. Parece ser que durante el año 2001 hubo una gran sequía en esa área de California. La falta de agua almacenada en forma de nieve durante el invierno puede afectar la cantidad de agua disponible el resto del año.

Escorrentía superficial

La escorrentía superficial es la escorrentía de lluvia que corre sobre el terreno hacia la corriente de agua más cercana

La mayor parte de las personas piensan que la lluvia cae sobre la tierra, fluye sobre ella y corre hacia los ríos, los cuales se descargan a los océanos. Esto es algo simplificado, ya que los ríos también ganan y pierden agua a través del suelo. Sin embargo, la mayor parte del agua de los ríos proviene directamente de la escorrentía que fluye por la superficie, y que es denominada escorrentía superficial.

Generalmente, parte de la lluvia que cae es absorbida por el suelo, pero cuando ésta cae sobre suelo saturado o impermeable comienza a correr sobre la superficie, siguiendo la pendiente de la misma. Durante las lluvias fuertes, podrás ver pequeños cordones de agua corriendo cuesta abajo; el agua corre por canales a medida que se dirige a



Overland runoff from disturbed areas often contains excessive sediment in addition to water. (USGS)

los grandes ríos. Esta imagen muestra un ejemplo de cómo la escorrentía superficial entra en una pequeña cañada; en este caso, la escorrentía corre sobre suelo desnudo, arrastrando consigo gran cantidad de sedimento, que es malo para la calidad del agua, y que es depositado en el río. El agua de escorrentía que está ingresando a esta cañada está comenzando su viaje de retorno al océano.

Como sucede en todas las partes del ciclo del agua, la relación entre precipitación y escorrentía superficial varía de acuerdo al tiempo y a la geografía. Tormentas similares en la selva Amazónica y en el desierto del sudoeste de E.E.U.U. tendrán distintos efectos. La escorrentía superficial es afectada por factores meteorológicos y por la geología física y topografía del lugar. Únicamente un tercio de la lluvia que cae corre en forma de escorrentía hacia los océanos; la fracción restante se evapora o es absorbida por el suelo pasando a formar parte del agua subterránea.

Corriente de agua

La Corriente de agua es el movimiento de agua en su canal natural, como un río; el U.S. Geological Survey utiliza el término para referirse a la cantidad de agua que corre en un río, arroyo o cañada.

Importancia de los ríos



Los ríos no son importantes únicamente para las personas; también lo son para el resto de los seres vivos. No son sólo un lindo lugar para que las personas y sus perros jueguen, son necesarios para abastecerse de agua potable y agua de riego, para producir electricidad, para eliminar residuos (en el mejor de los casos, residuos tratados), para transportar mercadería y para obtener comida. Los ríos son los principales ambientes donde se desarrollan plantas y animales. Los ríos ayudan a mantener los acuíferos llenos de agua, ya que descargan agua hacia los mismos a través de sus lechos. Y los océanos se mantienen con agua gracias a que los ríos y la escorrentía continuamente están descargando agua en ellos.

Las cuencas y los ríos

Cuando se piensa en un río es importante pensar en su cuenca. ¿Qué es una cuenca?. Si estás parado sobre tierra en este momento, mira hacia abajo. Tú y todas las personas están paradas sobre una cuenca. La cuenca es el área en la que toda el agua que cae dentro de ésta y se drena, se dirigirá hacia un mismo punto. Las cuencas pueden ser tan chicas como la huella de una pisada en el barro o tan grandes como para incluir a toda la porción de tierra que drena hacia el río Mississippi en el punto que desemboca en el Golfo de México. Cuencas pequeñas se encuentran dentro de cuencas más grandes. Las cuencas son muy importantes, ya que el cuerpo de agua y la calidad del mismo se

ven afectados por lo que sucede en éstas, ya sea por causas naturales o provocado por el hombre.

La corriente de los cursos de agua está siempre cambiando

La corriente está siempre



cambiando, día tras día, incluso minuto a minuto. La escorrentía en la cuenca producida por la lluvia es el principal factor que afecta a la corriente. La lluvia provoca el crecimiento de los ríos: un río puede crecer aunque la lluvia se haya producido en un punto mucho más alto de la cuenca -recuerda que toda el agua que cae en una cuenca drena eventualmente hacia un mismo punto.

El tamaño de un río es altamente dependiente del tamaño de su cuenca. Los grandes ríos presentan cuencas grandes y los pequeños, cuencas pequeñas. De la misma forma, ríos de distintos tamaños reaccionan de manera distinta frente a las tormentas y las lluvias. El nivel de los grandes ríos aumenta y disminuye de una forma más lenta que el de los de menor tamaño. En una cuenca pequeña, la crecida y la vuelta al nivel normal del agua se produce posiblemente en cuestión de horas o minutos. A los grandes ríos les llevará muchas horas este proceso, por lo que las inundaciones pueden durar varios días.

Almacenamiento de agua dulce

Una parte importante del ciclo del agua, y que es esencial para la vida en la Tierra, es el agua dulce superficial. Simplemente pregúntale a tu vecino, a una planta de tomate, a una trucha o a ese molesto mosquito. El agua superficial incluye los arroyos, estanques, lagos, reservorios (lagos creados por el hombre) y humedales de agua dulce.

La cantidad de agua en los ríos y lagos está permanentemente cambiando debido a las entradas y salidas del agua al sistema. El agua que entra proviene de las precipitaciones, de la escorrentía superficial, del agua subterránea que se filtra hacia la superficie y de los ríos tributarios. La pérdida de agua de los lagos y ríos se debe a la evaporación y a la descarga hacia aguas subterráneas. Los seres humanos también usan el agua superficial para satisfacer sus necesidades. La cantidad y localización del agua superficial varía en el tiempo y el espacio, ya sea por causas naturales o debido a la acción del hombre.

El agua superficial mantiene la vida

Como muestra esta imagen del Delta del Nilo, la vida puede darse en el desierto siempre y cuando haya disponibilidad de agua superficial (o subterránea). El agua superficial realmente mantiene la vida. Además, el agua subterránea existe debido al descenso del agua superficial hacia los acuíferos subterráneos. El agua dulce es relativamente escasa en la superficie de la Tierra:



Source: The Nile River (<http://www.mbarron.net>)

únicamente un 3% del agua en la Tierra es dulce, y los lagos y estanques de agua dulce constituyen un 0.29% del agua dulce de la Tierra. El 20% de toda el agua dulce se encuentra en un único lago: el Lago Baikal en Asia, y otro 20% es almacenado en los Grandes Lagos (Hurón, Michigan y Superior). Los ríos contienen únicamente un 0.006% de todas las reservas de agua dulce. Como puedes ver, la vida en la Tierra se mantiene con el equivalente de "una gota en un balde" del total de agua en el planeta.

Infiltración

El agua subterránea comienza como precipitación

La infiltración es el movimiento descendente del agua desde la superficie de la Tierra hacia el suelo o las rocas porosas. En cualquier parte del mundo, una porción del agua que cae como precipitación y nieve se infiltra hacia el suelo subsuperficial y hacia las rocas. La cantidad infiltrada depende de un gran número de factores.



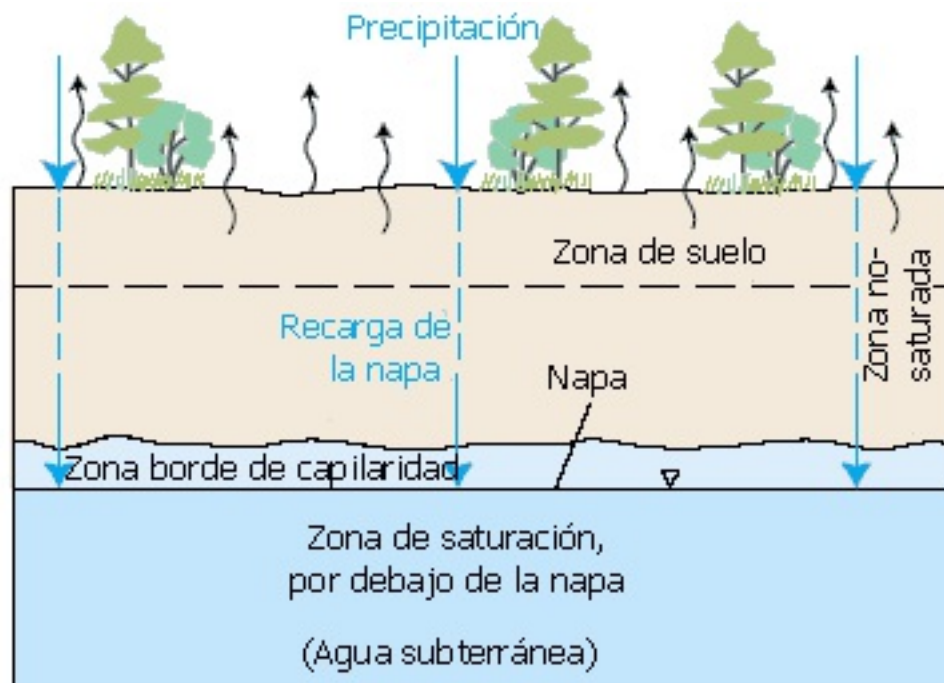
La infiltración de la precipitación que cae sobre la capa de hielo en Groenlandia puede ser muy pequeña, mientras que, como muestra esta figura del arroyo desapareciendo dentro de un cueva en Georgia, un arroyo puede transformarse directamente en agua subterránea, desapareciendo.

Parte del agua que se infiltra permanece en las capas más superficiales del suelo, y puede volver a entrar a un curso de agua debido a que se filtra hacia el mismo. Otra parte del agua puede infiltrarse a mayor profundidad, recargando así los acuíferos subterráneos. Si los acuíferos son lo suficientemente porosos y poco profundos como para permitir que el agua se mueva libremente a través de ellos, la gente puede realizar perforaciones en el suelo y utilizar el agua para satisfacer sus necesidades. El agua puede viajar largas distancias o permanecer por largos períodos como agua subterránea antes de retornar a la superficie o filtrarse hacia otros cuerpos de agua, como océanos o arroyos.

Agua subsuperficial

A medida que el agua se infiltra en el suelo subsuperficial, generalmente va formando una zona no-saturada y otra saturada.

En la zona no-



saturación hay algo de agua presente en las aperturas del material subsuperficial, pero el suelo no se encuentra saturado. La parte superior de la zona no-saturada es la zona del suelo. La zona del suelo presenta espacios creados por las raíces de las plantas, que permite que la precipitación se infiltre dentro del suelo; el agua del suelo es utilizada por las plantas. Por debajo de la zona no-saturada se encuentra una zona saturada, donde el agua ocupa por completo los espacios que se encuentran entre las partículas del suelo y las rocas. Las personas pueden realizar perforaciones para extraer el agua que se localiza en esta zona.

Descarga de agua subterránea: el movimiento del agua hacia afuera del suelo

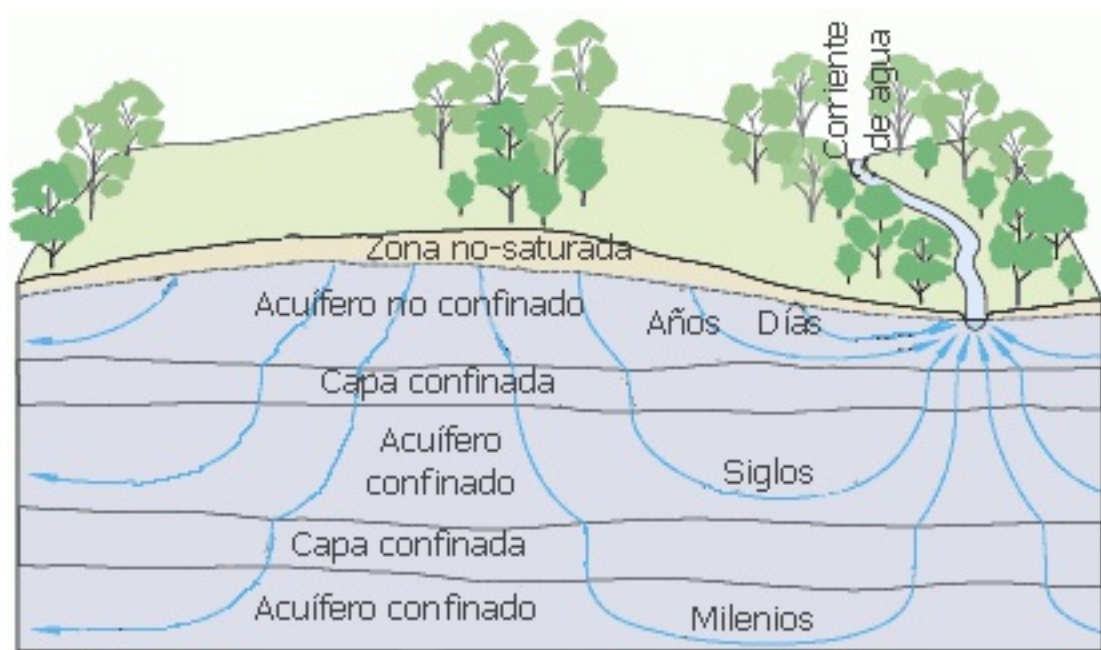
Todos los días, ves el agua que te rodea en lagos, ríos, hielo, lluvia y nieve. Pero también hay una gran cantidad de agua que no vemos: el agua que existe y se mueve dentro del suelo. El agua subterránea es, en muchos casos, el principal contribuyente de los cursos de agua. Las personas han utilizado el agua subterránea por cientos de años y lo continúan haciendo hasta el día de hoy,

principalmente para beber y para riego. La vida en la Tierra depende del agua subterránea tanto como depende del agua superficial.



Ground-water discharge in Snake River Plain, Idaho, USA

El agua subterránea fluye bajo la superficie



Una porción de la precipitación que cae sobre la tierra se infiltra en el suelo y pasa a formar parte del agua subterránea. Una vez en el suelo, parte de esta agua se mueve cerca de la superficie de la tierra y emerge rápidamente, siendo descargada en los lechos de las corrientes de agua, pero debido a la gravedad una gran parte

de ésta continúa moviéndose hacia zonas más profundas.

Como muestra el diagrama superior, la dirección y velocidad del movimiento del agua subterránea están determinadas por varias características del acuífero y de las capas confinadas del suelo (donde el agua tiene dificultad en penetrar). El movimiento del agua por debajo de la superficie depende de la permeabilidad (qué tan fácil o difícil es el movimiento del agua) y de la porosidad (la cantidad de espacio abierto en el material) de la roca subsuperficial. Si la roca permite que el agua se mueva de una forma relativamente libre dentro de ella, el agua puede moverse distancias significativas en un corto período de tiempo. Pero el agua también puede moverse hacia acuíferos más profundos, desde donde demorará años en volver a ser parte del ambiente.

¿Qué es un manantial?

Un manantial resulta cuando un acuífero se llena hasta el punto en que el agua se



Credit: Jo Schaper, Missouri Springs

desborda hacia la superficie de la tierra. Los manantiales varían en tamaño: hay desde pequeños manantiales -que únicamente fluyen después de grandes lluvias- hasta grandes piscinas -donde fluyen millones de litros de agua diariamente.

Los manantiales pueden formarse en cualquier tipo de roca, pero se encuentran principalmente en las calizas y dolomitas. Este tipo

de roca se disuelve fácilmente con la lluvia y se fractura. El agua resultante es ácida. A medida que la roca se disuelve y fractura, se forman espacios que permiten que el agua fluya. Si el flujo es horizontal, éste puede alcanzar la superficie de la tierra, resultando en un manantial.

El agua de un manantial no siempre es transparente

El agua de un manantial generalmente es transparente, aunque en algunos casos puede presentar cierto color marrón. Esta imagen muestra un manantial natural en el sur de Colorado. Su color rojo hierro se debe a que el agua ha estado en contacto con minerales. En



Spring in Colorado, USA, USGS

Florida (E.E.U.U.), muchas aguas superficiales contienen taninos ácidos naturales, que provienen de la materia orgánica de las rocas subterráneas: el agua se tiñe cuando entra en contacto con estas rocas. La descarga de agua de un manantial fuertemente coloreado puede indicar que el agua está fluyendo rápidamente por grandes canales dentro del acuífero, sin estar siendo filtrada a través de la roca caliza.

Manantiales termales



Credit: Galen R. Frysinger, <http://www.galenfrysinger.com>

Los manantiales termales son manantiales comunes, salvo que el agua está tibia, o en algunos casos caliente, como en los lodos burbujeantes del Parque nacional de Yellowstone en Wyoming, E.E.U.U. Muchos manantiales termales se encuentran en regiones con actividad volcánica reciente, y su agua es caliente debido a que el agua que los alimenta ha estado en contacto con rocas que se encuentran a altas temperaturas, ubicadas en las zonas más profundas. Las rocas se vuelven más calientes a medida que aumenta la profundidad, y si el agua subterránea profunda alcanza una gran grieta que ofrece un camino hacia la superficie, se puede producir un manantial termal. Los famosos Manantiales Tibios de Georgia y los Manantiales Calientes de Arkansas son de este tipo. Sí, los manantiales termales se encuentran en todo el mundo, incluso pueden coexistir con los glaciares, como te pueden contar estas felices personas que viven en Groenlandia (en la foto superior).

Transpiración y las hojas de las plantas

La transpiración es el proceso por el cual el agua es llevada desde

las raíces hasta pequeños poros que se encuentran en la cara inferior de las hojas, donde se transforma en vapor de agua y se libera a la atmósfera. La transpiración es esencialmente la evaporación del agua desde las hojas de las plantas. Se estima que alrededor de un 10% de la humedad de la atmósfera proviene de la transpiración de las plantas.



Credit: Ming kei College, Hong Kong

La transpiración de las plantas es un procesos que no se ve, pues debido a que el agua se evapora debajo de la superficie de la hoja, no vemos a las hojas "transpirar". Durante la estación de crecimiento, una hoja transpirará una cantidad de agua mucho mayor a su propio peso. Un acre plantado con maíz produce de 11,400 a 15,100 litros (3,000- 4,000 galones) de agua por día, y un roble grande puede transpirar alrededor de 151,000 litros (40,000 galones) por año.

Factores atmosféricos que afectan la transpiración

La cantidad de agua que transpiran las plantas varía según la región geográfica y a través del tiempo. Hay varios factores que determinan las tasas de transpiración:

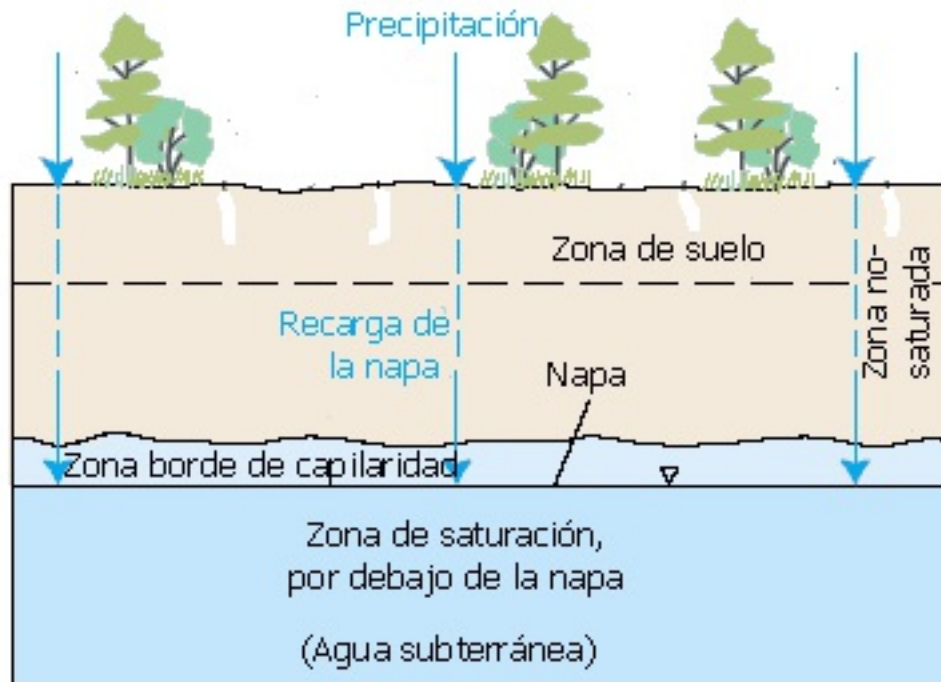
1. **Temperatura.** La tasa de transpiración aumenta a medida que aumenta la temperatura, especialmente durante la estación de crecimiento, cuando el aire es

más cálido.

2. **Humedad relativa.** A medida que aumenta la humedad del aire que rodea a la planta, la tasa de transpiración disminuye. Es más fácil para el agua evaporarse hacia el aire seco que hacia el aire saturado.
 3. **Viento y movimiento del aire.** El aumento en el movimiento del aire que rodea a la planta provocará una mayor transpiración
 4. **Tipos de planta.** Las distintas plantas presentan distintas tasas de transpiración. Algunas de las plantas que crecen en las zonas áridas, como los cactus, conservan a la tan preciada agua transpirando menos.
-

Agua subterránea almacenada

El agua almacenada forma parte del ciclo del agua; el agua debajo de la tierra ha estado ahí por millones de años.



Grandes cantidades de agua son almacenadas en el suelo. El agua se sigue moviendo, aunque de manera muy lenta, y sigue siendo parte del ciclo del agua. La mayor parte del agua del suelo proviene del agua de lluvia que se infiltra a través de la superficie del suelo. La capa superior del suelo es la zona no-saturada, donde las cantidades de agua varían con el tiempo, pero no alcanzan a saturar el suelo. Por debajo de esta capa se encuentra la zona de saturación, donde todos los poros, grietas y espacios entre las partículas de roca se encuentran llenos de agua. El término agua subterránea es utilizado para describir esta zona. Otro término para el agua subterránea es "acuífero". Los acuíferos son los grandes almacenes de agua en la Tierra, y muchas personas alrededor de todo el mundo dependen del agua subterránea en su diario vivir.

Para encontrar agua, mira debajo de la capa: la napa

Espero que valores la hora que pasas bajo el radiante sol, excavando un pozo -como el de la foto- en la playa. Ésta es una buena forma de ilustrar el concepto de cómo a cierta profundidad, el suelo, si es lo suficientemente permeable como para almacenar

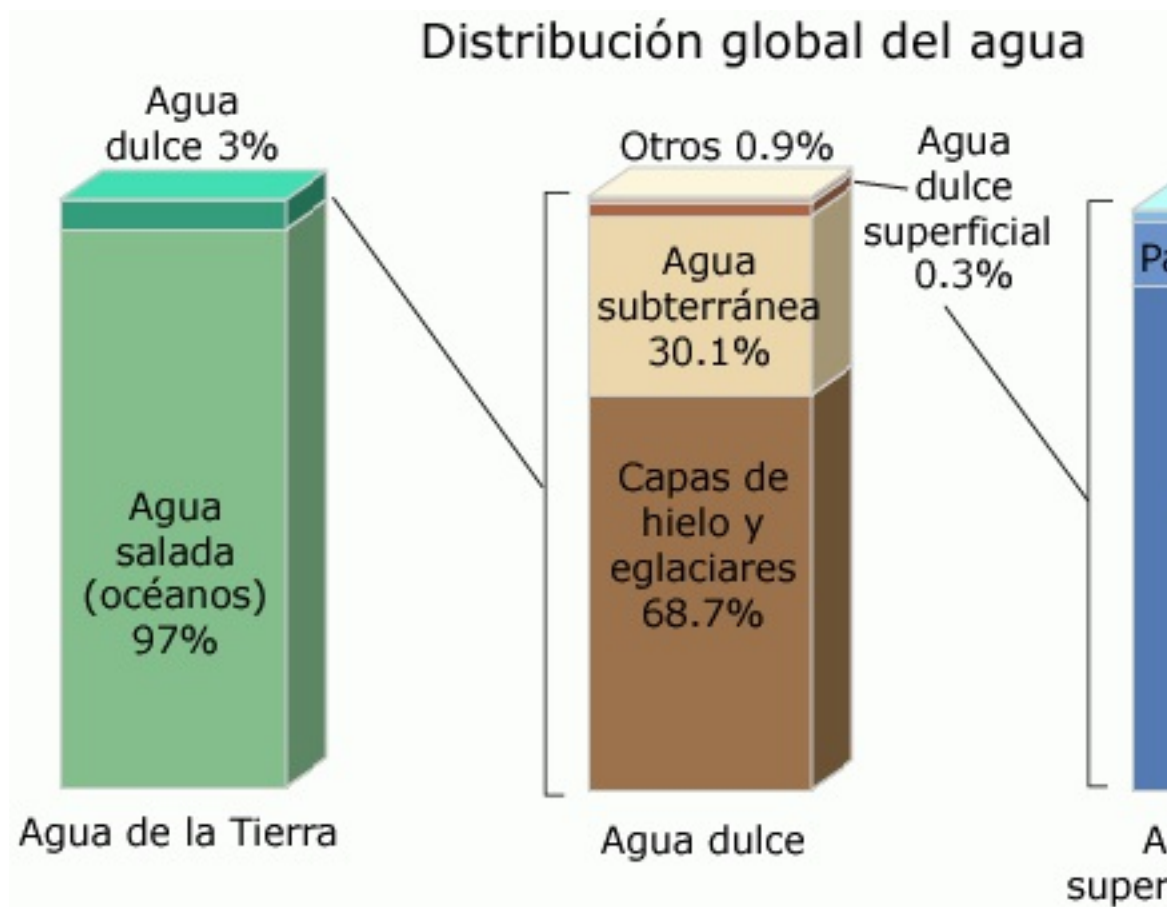
agua, se satura de agua. La parte superior de esta piscina que se formó en el pozo es la napa. Las olas del océano se encuentran a la derecha de este pozo: su nivel de agua es igual al nivel del agua del océano, el cual varía minuto a minuto debido al movimiento de la marea, por lo que el nivel del agua de la napa también lo hace.



De alguna manera, este hoyo puede ser utilizado para obtener agua. Si esta imagen mostrara agua dulce, las personas podrían tomar un balde y abastecerse. Sabes que en la playa, si tomas un balde y tratas de vaciar el hoyo, éste se llenará inmediatamente, debido a que la arena es tan permeable que el agua fácilmente pasa a través de ella, es decir, que nuestro "pozo" tiene un gran rendimiento. Para obtener agua las personas deben excavar lo suficientemente profundo como para alcanzar un acuífero. El pozo puede alcanzar docenas o miles de pies de profundidad, pero el concepto es el mismo al de nuestro hoyo en la playa: hay que alcanzar la zona del suelo donde los espacios libres de roca están llenos de agua.

Distribución global del agua

Para una descripción detallada de dónde se encuentra el agua de la Tierra, mira el gráfico de barras de abajo y la tabla de datos. Observa que, del total de agua de la Tierra, 1,386 millones de kilómetros cúbicos (332.5 millones de millas cúbicas), alrededor de un 96%, es agua salada. Del agua dulce total, un 68% está confinada en los glaciares y la nieve. Un 30% del agua dulce está en el suelo. Las fuentes superficiales de agua dulce, como lagos y ríos, solamente corresponden a unos 93,100 kilómetros cúbicos (22,300 millas cúbicas), lo que representa un 1/150 del 1% del total de agua. A pesar de esto, los ríos y lagos son la principal fuente de agua que la población usa a diario.



Una estimación de la distribución del agua

| Fuente de agua | Volumen de agua, en metros cúbicos | Volumen de agua, en millas cúbicas | Porcentaje de agua dulce |
|--|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Océanos, Mares y Bahías | 1,338,000,000 | 321,000,000 | -- |
| Capas de hielo, Glaciares y Nieves Perpetuas | 24,064,000 | 5,773,000 | 68.7 |
| Agua | | | |

| | | | |
|--|---------------|-------------|-------|
| subterránea | 23,400,000 | 5,614,000 | -- |
| Dulce | 10,530,000 | 2,526,000 | 30.1 |
| Salada | 12,870,000 | 3,088,000 | -- |
| Humedad del suelo | 16,500 | 3,959 | 0.05 |
| Hielo en el suelo y gelisuelo (permafrost) | 300,000 | 71,970 | 0.86 |
| Lagos | 176,400 | 42,320 | -- |
| Dulce | 91,000 | 21,830 | 0.26 |
| Salada | 85,400 | 20,490 | -- |
| Atmósfera | 12,900 | 3,095 | 0.04 |
| Agua de pantano | 11,470 | 2,752 | 0.03 |
| Ríos | 2,120 | 509 | 0.006 |
| Agua biológica | 1,120 | 269 | 0.003 |
| Total | 1,386,000,000 | 332,500,000 | - |

Fuente: Gleick, P. H., 1996: Water resources. In *Encyclopedia of Climate and Weather*, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Programa Hidrológico

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) International Hydrological Programme

Internacional para América Latina y el Caribe (PHI-LAC)



La traducción de esta página ha sido realizada por el Programa Hidrológico

Internacional para América Latina y el Caribe, en el marco del Programa "Agua y Educación: para las Américas"

El PHI es el programa intergubernamental de cooperación científica de la UNESCO relativo a los recursos hídricos, y es un instrumento gracias al cual los Estados Miembros pretenden mejorar su conocimiento del ciclo hidrológico e incrementar su capacidad de administrar y explotar mejor sus recursos hídricos.

El PHI tiene igualmente como objetivo mejorar la base científica y tecnológica, con el fin de desarrollar métodos para la gestión racional de los recursos hídricos, incluyendo la protección del medio ambiente.

Mediante la incorporación del componente de las Ciencias Sociales, el PHI se ha convertido en un programa verdaderamente interdisciplinario basado en el reconocimiento de que la solución de los problemas

(IHP)



The translation of this page was provided by the International Hydrological

Programme (IHP) for Latin America and the Caribbean, in the frame of the Programme "Water and Education: for the Americas"

The IHP, UNESCO's intergovernmental scientific co-operative programme in water resources, is a vehicle through which Member States can upgrade their knowledge of the water cycle and thereby increase their capacity to better manage and develop their water resources.

It also aims at the improvement of the scientific and technological basis for the development of methods for the rational management of water resources, including the protection of the environment.

Recently, with the increase presence of the social science component, IHP has become a truly interdisciplinary programme, capitalizing on the recognition that the solution of the world water problems is not just a technical issue.

The "Water and Education: for the Americas" is a programme

relativos al agua no es sólo de orden técnico.

El programa "Agua y Educación: para las Américas" del PHI-LAC tiene como objetivo general generar un cambio de conciencia en torno al conocimiento y aprovechamiento sustentable del agua desde la infancia.

Basado en que el objetivo del desarrollo no es el crecimiento económico *per se*, sino el acrecentamiento de las capacidades y derechos de las personas, así como el perfeccionamiento social que los posibilite, este programa apunta a desarrollar herramientas y mecanismos para maestros y educadores, a fin de promover el conocimiento de los recursos hídricos, aprender las formas adecuadas de la gestión del agua, comprender el ciclo hidrológico como base para garantizar el buen manejo del recurso, reconocer la importancia del valor del agua y promover el desarrollo de una relación positiva con nuestros recursos hídricos (glaciales, acuíferos, lagos, ríos y océanos).

of the IHP-LAC, with the general objective of generating a positive attitude towards the knowledge and sustainable exploitation of the water resources starting at childhood.

Based in the concept that the main objective of the development is not economic growth "per se", but the improvement of the capacities and people rights, and social empowerment, this Programme aims to develop tools and mechanisms for teachers and educators to promote knowledge on water in general, learn the ways to adequately manage this precious resource, understand the hydrological cycle as a base to guarantee good water management, acknowledge the importance of water and its value, and promote the development of a positive relation with our water resources (aquifers, glaciers, lakes, rivers and oceans).

[Ciclo del Agua](#) ♦ [USGS Ciencias del Agua](#) ♦ [USGS Recursos Hídricos](#)
¿Comentarios? Contacto [Howard Perlman](#)

The URL for this page is
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>
Last Modified: Aug 13, 2008