

## EL CICLO DEL AGUA.

Con seguridad es el ciclo más conocido de todos, puesto que resulta evidente su circulación permanente ante nuestros ojos y se define como el proceso de cambio en la ubicación y el estado físico del agua (sólido, líquido y gaseoso) en el medio, incluyendo los seres vivos, aunque estos últimos tienen un papel "despreciable" en el ciclo del agua que se da de manera natural, funcionando esencialmente gracias a la energía solar (Anguiano, 2006) (Dajoz, 2002.) (Davis, 2005) (González Fernández, 1995).

El movimiento del agua a través de las diversas fases del ciclo hidrológico es muy complejo, dada su naturaleza errática en lo temporal y espacial (Davis, 2005).

Abarca toda el agua presente sobre la superficie del planeta o debajo de ella, es decir, el agua de mar y dulce, agua subterránea y superficial, agua presente en las nubes y la atrapada en rocas por debajo de la superficie terrestre. (Davis, 2005)

El agua de los océanos es la reserva más grande, la atmósfera la reserva más pequeña y las reservas más grandes de agua del subsuelo son los mantos acuíferos, estratos porosos del subsuelo, a menudo de piedra caliza, arena o grava, limitados por rocas impermeables o barro que retiene el agua, como si fuesen una tubería gigante o una gran cisterna (Odum, 2006.). Y es precisamente en la reserva más grande "los océanos" en donde empieza y termina este ciclo.

De manera simple podemos mencionar que las consideraciones básicas de este ciclo son:

1. La radiación solar promueve la evaporación.
2. El enfriamiento de las masas de aire húmedo promueven la condensación del vapor de agua, acción contraria a la evaporación, es decir el vapor se transforma en gotas (estado líquido).
3. Para que el agua retorne a la atmósfera, puede seguir infinidad de rutas. (González Fernández, 1995)

El ciclo del agua incluye la evaporación, transpiración, condensación, precipitación e infiltración de este líquido.

- Evaporación. Esta etapa del ciclo del agua consiste en la conversión del agua líquida a vapor, de esta forma, el agua alcanza la atmósfera. El agua se evapora de los océanos, de las aguas continentales y de las plantas (transpiración). . Solo en los océanos hay aproximadamente siete veces más evaporación que desde la superficie terrestre. (Davis & Masten, Ingeniería y Ciencias Ambientales, 2005) (González Fernández, 1995).
- Transpiración. Es otra vía por la cual el agua pasa a la atmósfera, a diferencia de la evaporación, la transpiración es realizada por las plantas y es el proceso por el que las plantas emiten agua por medio de sus estomas pequeños orificios en el anverso de las hojas que están conectados por el tejido vascular. Ocurre principalmente durante la fotosíntesis, cuando las estomas de las hojas están abiertas para la transferencia de dióxido de carbono y oxígeno (Davis & Masten, Ingeniería y Ciencias Ambientales, 2005, pág. 200)

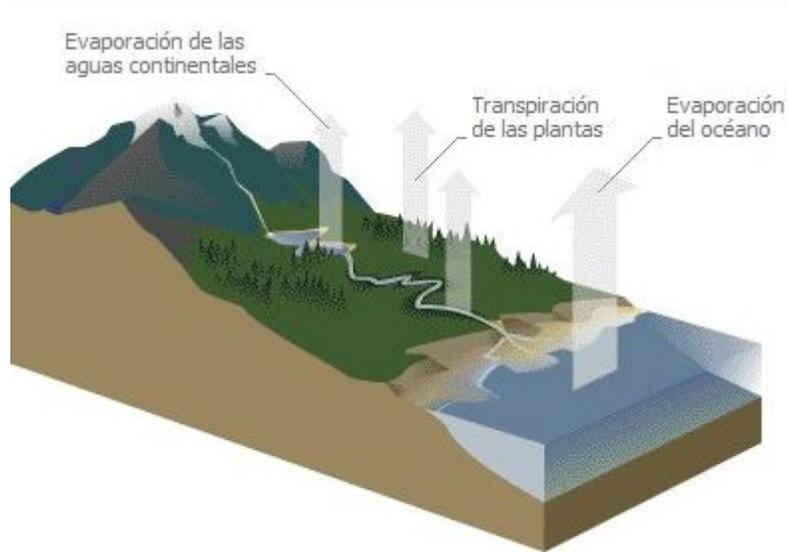


Figura #. La evaporación es el proceso por el cual el agua de los océanos y de la tierra se convierte en vapor de agua y penetra en la atmósfera y en forma de gas. La evaporación de las plantas se denomina transpiración, la tasa de evaporación se incrementa con la temperatura, la intensidad de la luz solar, la velocidad del viento, la vegetación y la humedad del suelo, y se reduce a medida que aumenta la humedad del aire ( Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2009).

- Evapotranspiración. Una buena parte del agua infiltrada nunca llega a lo que se conoce como zona saturada, (una parte del suelo que está llena de agua en los poros) sino que es interceptada en la zona no saturada (donde los poros del suelo están llenos en buena parte por aire). En la zona no saturada una parte de esta agua se evapora y vuelve a la atmósfera en forma de vapor, y otra parte, mucho más importante cuantitativamente, se consume en la "transpiración" de las plantas. Los fenómenos de evaporación y transpiración en la zona no saturada son difíciles de separar, y es por ello por lo que se utiliza el término "evapotranspiración" para englobar ambos términos (Ciclo Hidrológico).

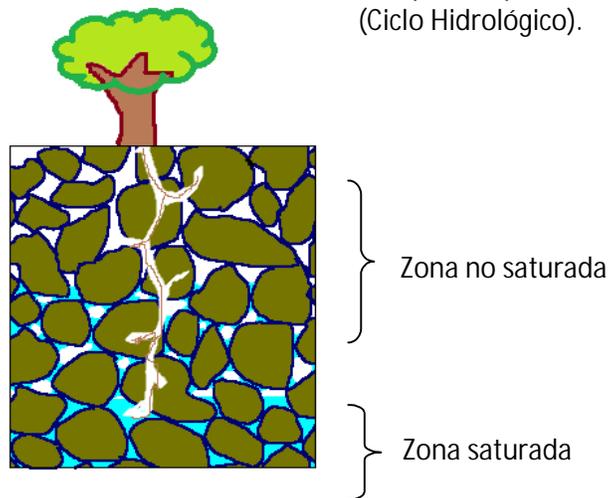


Figura #. Zona insaturada y saturada (geotecnia-sor.blogspot.com).

- Condensación. Una vez en la atmósfera, por el decremento de la temperatura, el agua se condensa, es decir, se vuelve líquida nuevamente, esas gotas van formando nubes, cuando una nube está lo suficientemente saturada, precipita.

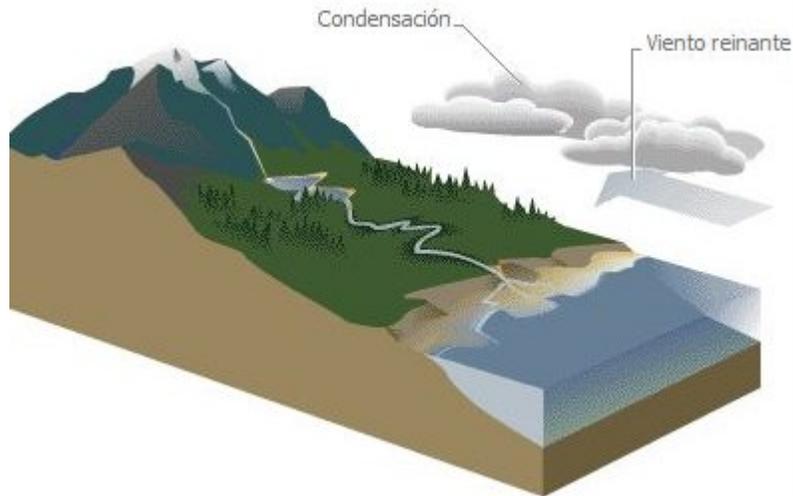


Figura #. Condensación. El vapor de agua se enfría a medida que se eleva, condensándose en gotitas de agua para formar las nubes. las precipitaciones caen de las nubes y el agua vuelve a la Tierra, continuando así el ciclo hidrológico. Casi toda el agua de la tierra ha pasado por este ciclo infinitas veces. muy poca cantidad de agua se ha creado o perdido en los últimos miles de años ( Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2009).

- Precipitación. Se refiere a cuando el agua, por gravedad, cae de nuevo hacia la superficie terrestre, ya sea en forma líquida o sólida.

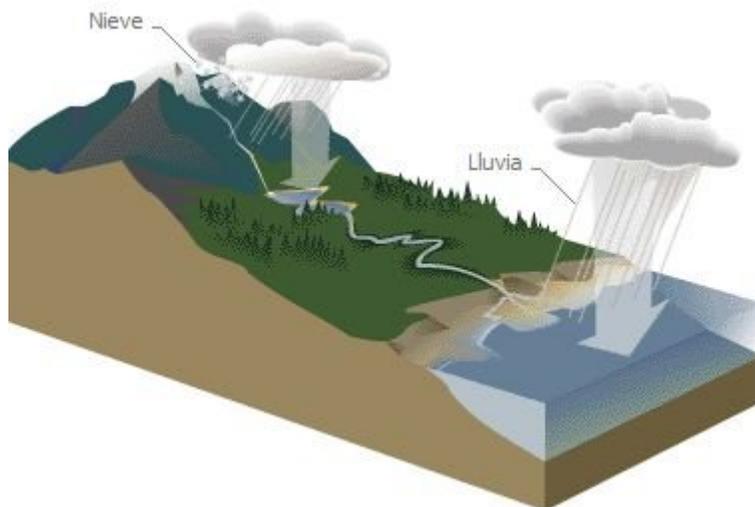


Figura #. Precipitación. Las precipitaciones se producen cuando el vapor de agua de la atmosfera se condensa en las nubes y cae en la tierra. Las precipitaciones pueden ser de diversas formas, entre ellas, lluvia, nieve, pedrisco y granizo. Al día caen aproximadamente 300 km<sup>3</sup> de agua en forma de precipitaciones ( Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2009).

Al precipitar el agua puede caer en el océano o en el suelo, si se deposita directamente sobre el océano, regresa al ciclo directamente por medio de la evaporación; sin embargo, el agua que se encuentra en el suelo regresa al ciclo de formas diversas:

- Algo de agua puede alojarse en la superficie del suelo y quedar retenida en depresiones a esto se le llama almacenamiento en lagunas o lagunaje. (Kiely, 1999). Volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor

- Escorrentía.** Respecto a la superficie del suelo puede ser: superficial, hipodérmica y subterránea. La escorrentía superficial se da cuando el agua de lluvia se desliza sobre la superficie del terreno hasta alcanzar un océano. La hipodérmica, hace referencia al agua que logra infiltrarse pero que se queda en una profundidad cercana a la superficie y escurre por esta parte y; la subterránea, es el agua que logra llegar hasta la zona saturada y que con el paso del tiempo puede alcanzar un cuerpo de agua superficial. La escorrentía no se da precisamente por el agua de lluvia, sino que también puede ser originada por el derretimiento de la nieve. Respecto a su evolución el tiempo la escorrentía fluvial, puede ser: perenne (no cesa nunca), estacional (dura solo una estación), temporal (dura solo un periodo de una estación cualquiera), intermitente (reaparece a intervalos regulares entre dos interrupciones) y espasmódica (dura un corto lapso de tiempo) (Pierre, 1991).



Figura #. Escorrentía. El agua que fluye en las corrientes y ríos se denomina escorrentía superficial. Cada día se descargan unos 100 km<sup>3</sup> del agua de los ríos del mundo en los mares. La escorrentía no es constante; se reduce durante las estaciones secas y aumenta durante las estaciones lluviosas, las tormentas y los periodos de fundido rápido del hielo y la nieve ( Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2009).

- Infiltración.** Es cuando el agua logra atravesar el suelo y ocupar algunos de los espacios vacíos que existen en el suelo.



Figura #. Reserva. El agua de las precipitaciones se almacena en la Tierra en formas líquidas y solidas. De los 1,400 km<sup>3</sup> de agua de la Tierra, un poco mas de del 97% la contienen los océanos en forma de agua salada. El agua dulce se encuentra en los glaciares, las capas de hielo, los lagos y los ríos. También se encuentra en el agua subterránea de suelos y rocas ( Enciclopedia Microsoft® Encarta® Online 2009).

- Absorción. Se refiere al agua que las plantas toman del suelo para llevar a cabo sus funciones, este líquido pasa de nuevo a la atmósfera por la transpiración.

Sea cual sea el camino un volumen significativo de la precipitación puede volver a la atmósfera cuando el sol calienta el agua de la superficie se evapora y forma nubes, y de la evapotranspiración desde las superficies vegetales, completando el ciclo que se repite una y otra vez. (Anguiano, 2006) (Kiely, 1999).

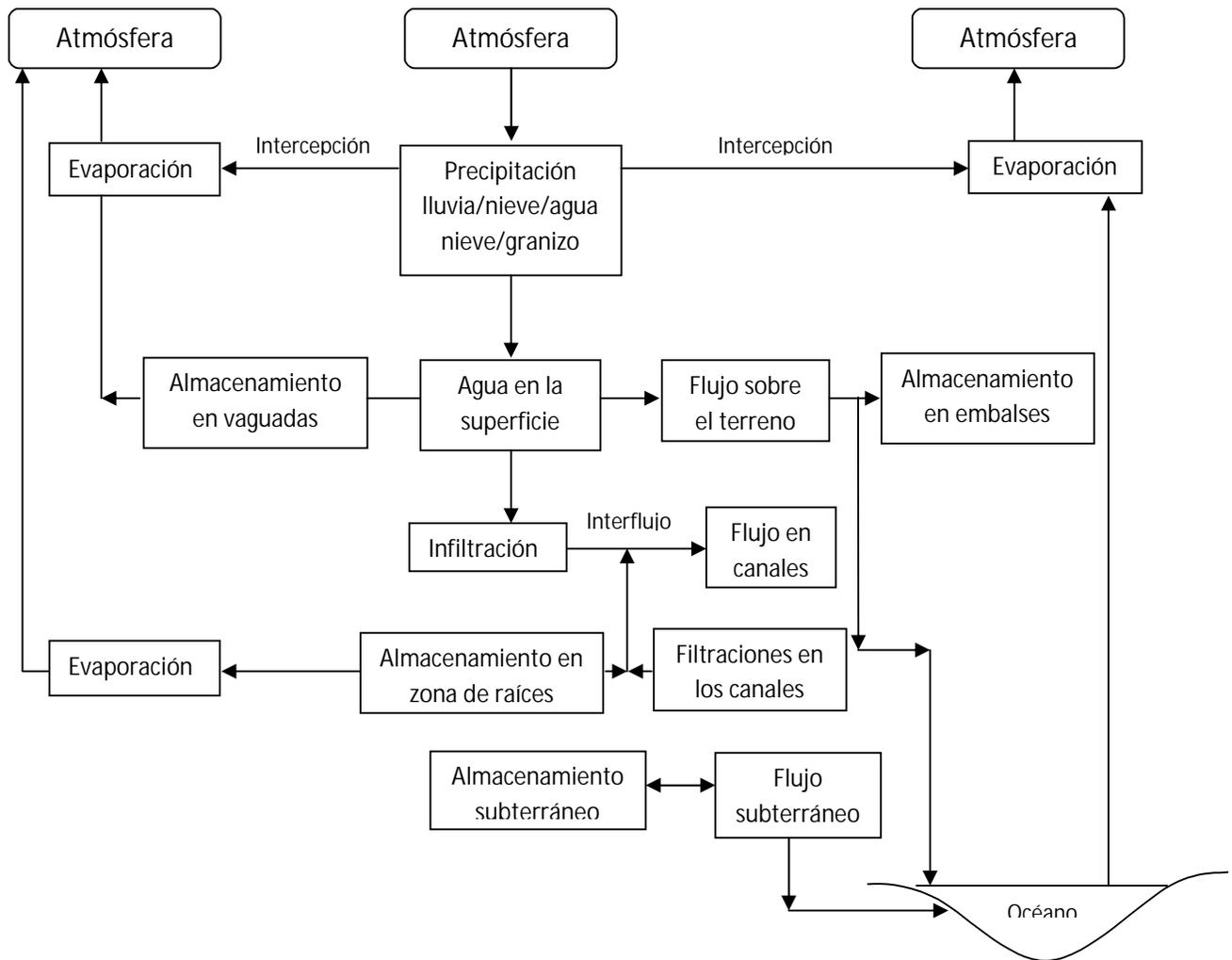


Fig. 1 Componentes del ciclo hidrológico (adaptado de Bedient y Huber, 1988, p. 55, ©1988 por Addison-wesley Publishing Company, Inc. Reproducido con permiso de la editorial). (Kiely, 1999)

En este ciclo la energía solar ocupa un puesto muy importante, ya que por decirlo de alguna manera, es el motor del mismo, porque si ésta no existiera la evaporación no se podría dar. Cerca

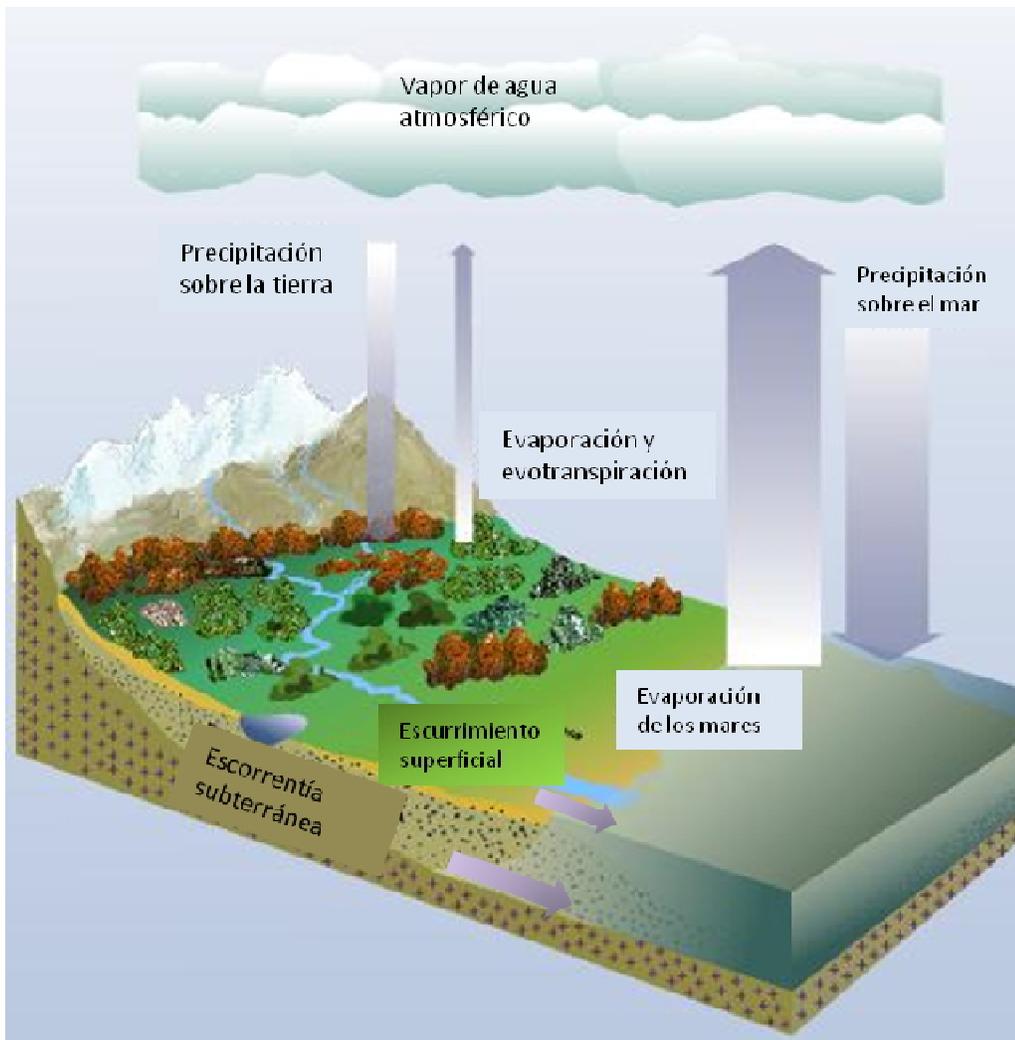
de la tercera parte que incide participa como impulsor en el ciclo del agua (pág. 158, cap. 4, ciclos biogeoquímicos).

Además de proveernos de agua, desde muchos puntos de vista es trascendental este ciclo, porque:

- Modera la temperatura de la biosfera porque el elevado calor específico del agua permite la gradual absorción e igualmente, la gradual liberación de la energía solar.
- Las raíces de los vegetales absorben el agua y la conducen por el tallo rumbo a las hojas, así realizan la actividad fotosintética. Las plantas devuelven el agua a la atmosfera en forma de vapor mediante el proceso de transpiración.
- Los animales que demandan agua para su sobrevivencia, la regresan por excreción y por respiración. (Gonzalez Fernández & Medina López, 1995)

Con el incremento de la temperatura en el planeta, el agua también incrementa su temperatura provocando con esto que exista una mayor evaporación de la misma, agua que en ocasiones no puede regresar a los cuerpos de agua porque los seres humanos han interferido desviando cursos de agua, o disponiendo excesivamente de estos depósitos naturales. Comúnmente el agua al evaporarse, se purifica porque se libera de los contaminantes que pudiera contener, sin embargo, actualmente y con la cantidad de óxidos de nitrógeno y de azufre, productos de la combustión, cuando precipita el agua ya no cae pura sino que se combina con esos óxidos formando ácidos nítrico y sulfúrico, y provocan la lluvia ácida.

Los productos como fertilizantes o plaguicidas que se vierten en el suelo pueden alcanzar el agua por



lixiviación o percolación, una vez en el cuerpo de agua pueden integrarse a su ciclo si son solubles en ella. Un ejemplo de esto es el carbarilo, insecticida utilizado para combatir insectos en cítricos, frutas, algodón etc., este compuesto se hidroliza fácilmente en suelos alcalinos húmedos. En el agua superficial, el carbarilo puede degradarse mediante hidrólisis y debido a la presencia de bacterias (Hojas de datos sobre los plaguicidas). Al ser soluble en el agua, cuando ésta se evapora, el carbarilo también se puede evaporar con ella, llegando a condensarse y posteriormente precipitar, pudiendo así alcanzar sitios lejanos donde este compuesto pudiera no existir, contaminando dichos lugares.

Fig. 2 Resumen del "Ciclo del agua" (Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales , 2005-2006)