



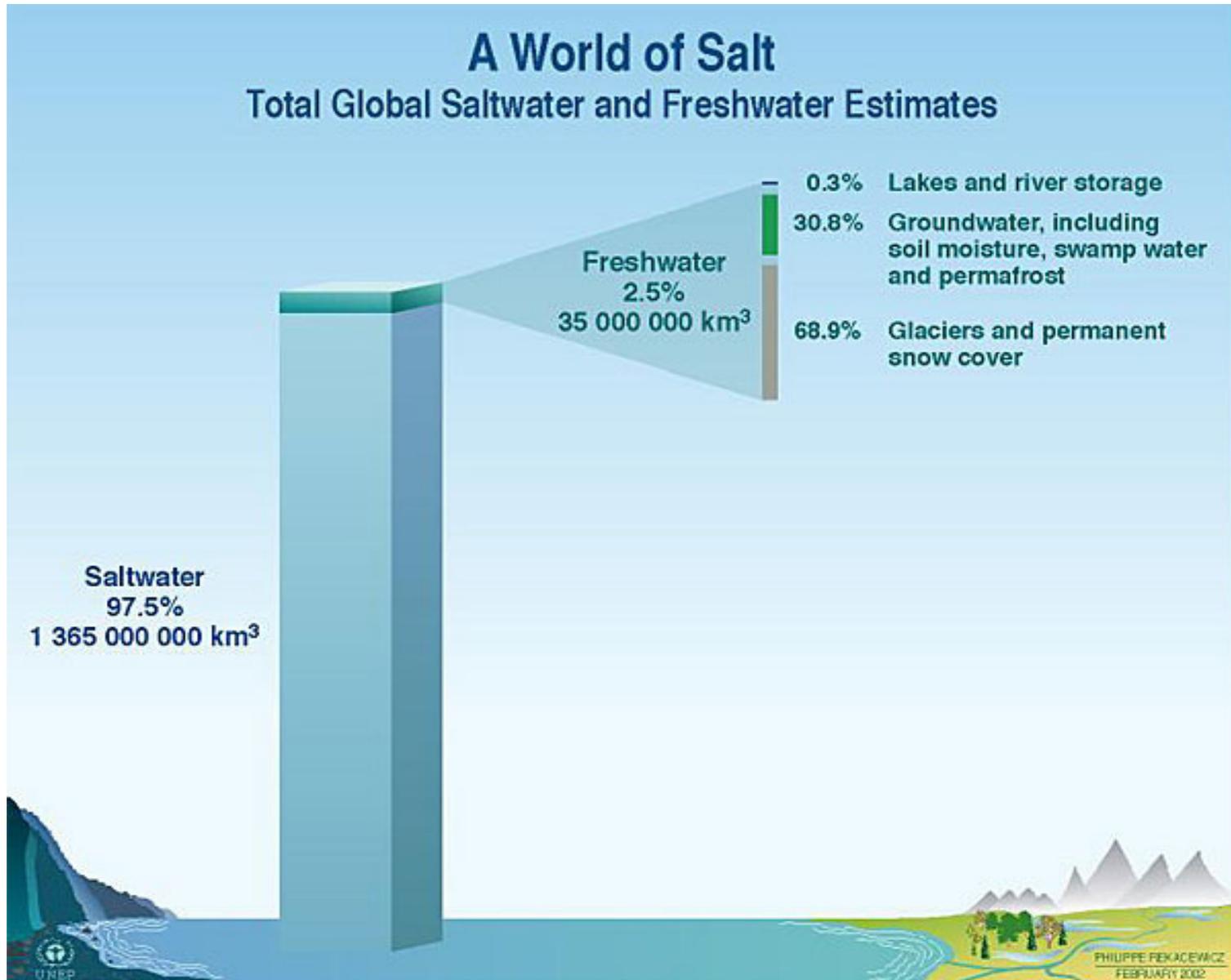
HIDROGEOLOGÍA

El Ciclo Hidrológico

Dr. Ingeniero Tupak Obando R., Geólogo
Doctorado en Geología y Gestión Ambiental
Celular: 84402511
Website: <http://blogs.monografias.com/>

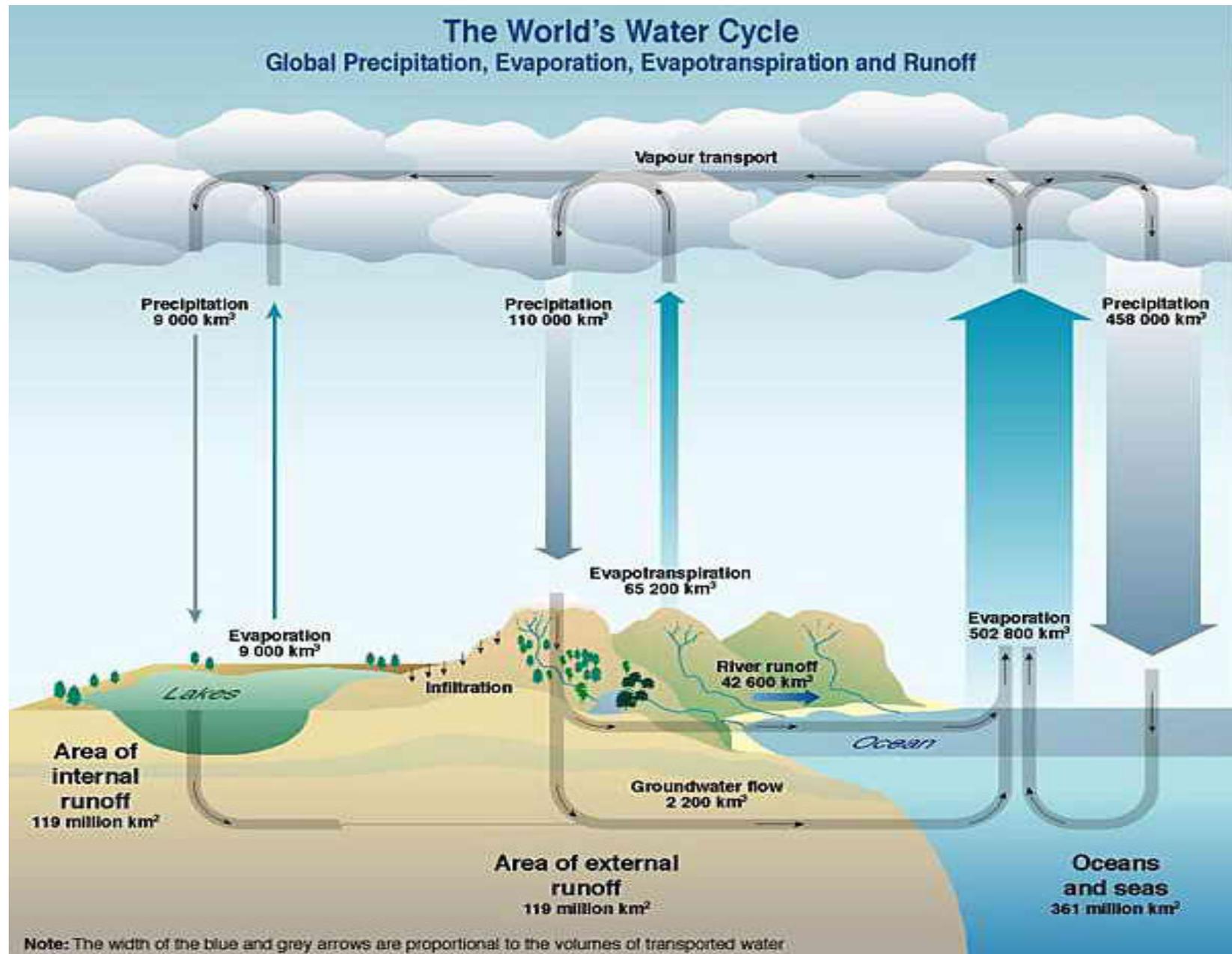
Managua, Marzo -2010

Distribución del agua en la Tierra

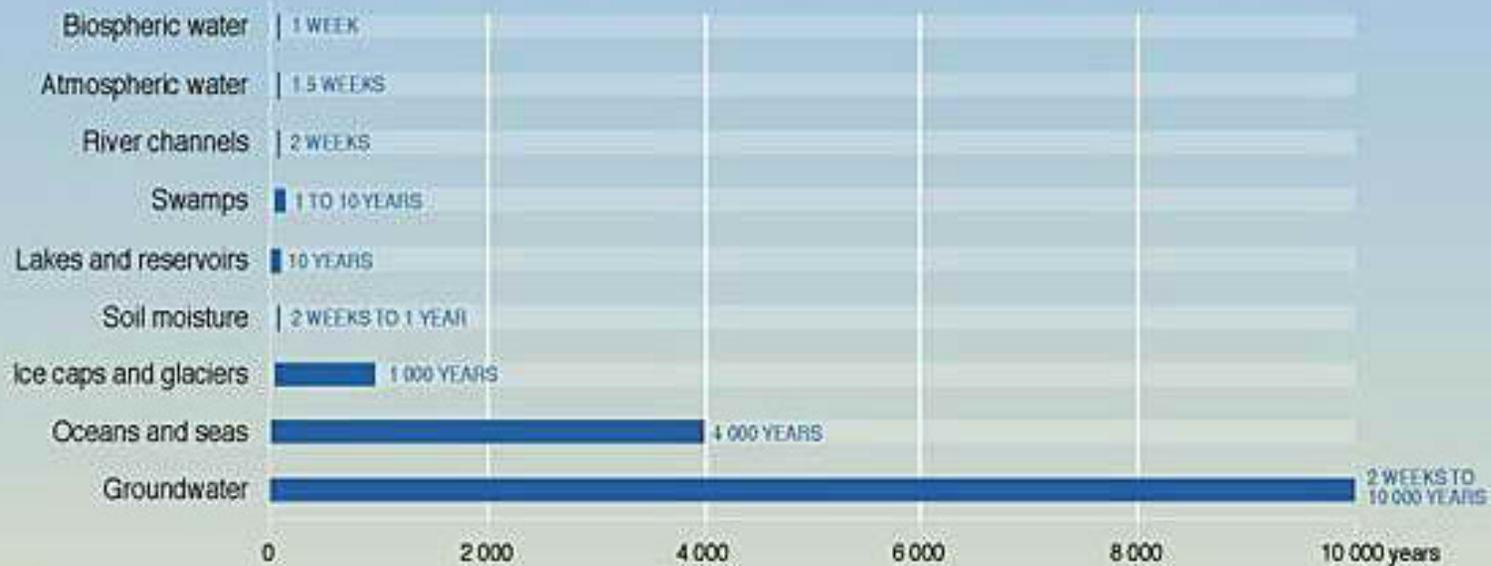


Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

Valores de las partidas del ciclo hidrológico a nivel mundial



Estimated Residence Times of the World's Water Resources



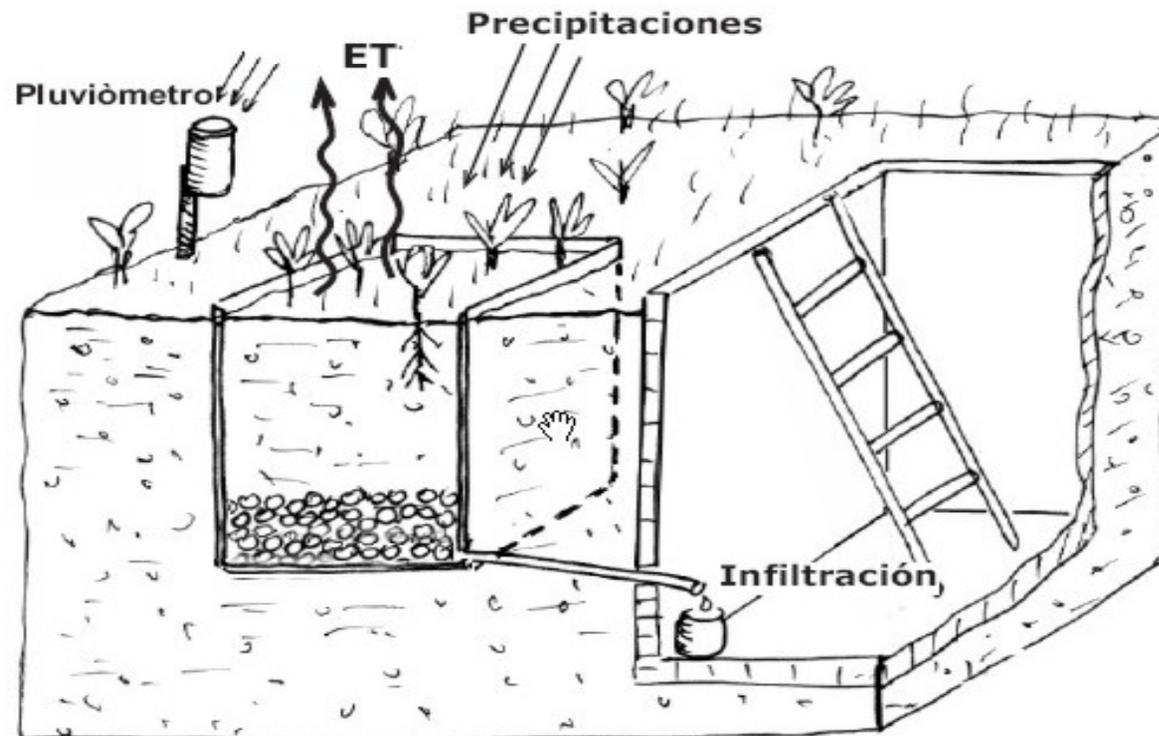
PHILIPPE BOYACOWICZ
AT/EL/002

Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999; Max Planck, Institute for Meteorology, Hamburg, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, Groundwater, Prentice-Hall: Engle wood Cliffs NJ, 1979.

Precipitaciones

Por precipitación entendemos todo tipos de aguas meteóricas, bien en forma líquida (lluvia) o sólida (nieve y granizo). Otro tipo son las precipitaciones ocultas, resultado de la condensación del vapor de agua directamente en la superficie del terreno, aunque no se suelen considerar en determinadas condiciones suelen ser importantes.

La unidad de medida es el mm, equivalente a L/m² (1 mm = 1 L/m²). La altura de la precipitación es la altura de la capa de agua que se acumularía sobre una superficie horizontal en un periodo de tiempo considerado.



Medida de la precipitación

Para la medida de la precipitación se emplean los **pluviómetros, que registran en intervalos de tiempo** (normalmente cada día) la cantidad de lluvia caída, y los **pluviógrafos, que registran de forma continua la variación de lluvia en el tiempo**.



Evaporación

La evaporación es el resultado del proceso físico, por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, retornando a la atmósfera en forma de vapor. Para que se produzca es necesario una fuente de energía. De forma directa o indirecta, esta energía procede principalmente de las radiaciones solares. Este proceso requiere 597 cal/cm³.

Las moléculas de agua están continuamente cambiando entre la fase líquida y el vapor de agua atmosférico. La evaporación se produce cuando las moléculas que pasan a la fase vapor superan las que pasan a la fase líquida. La evaporación se producirá hasta que el aire esté saturado en agua.

La unidad generalmente empleada para evaluar la evaporación es el milímetro de altura de la lámina de agua evaporada. Los instrumentos más empleados en las medidas de evaporación a partir de una superficie de agua

libre son los depósitos o **tanques de evaporación, son depósitos de metal galvanizado con un diámetro de 1- 1,5 m** y escasa profundidad (unos 20 cm). Diariamente se mide el nivel de agua en un cilindro (para evitar las oscilaciones por el viento) con un tornillo micrométrico (Fig.8), que puede detectar variaciones muy pequeñas de la profundidad del agua. Hay que controlar las precipitaciones mediante un pluviómetro o pluviógrafo. Los datos que se obtienen son mayores a la evaporación natural en lagos o embalses pues estos depósitos se calientan mucho más rápidamente que los embalses o superficies de agua libre, además reciben radiación solar en los lados, por ello hay que aplicarles un coeficiente corrector (habitualmente 0,75) para estimar la evaporación de una superficie de agua libre



Tanque de evaporación y detalle del tornillo micrométrico

Transpiración

Los vegetales toman del suelo agua y la emiten a la atmósfera en forma de vapor. La cantidad de agua devuelta a la atmósfera por los vegetales puede ser importante muy importante, generalmente supone un volumen mucho mayor que la evaporación.

Las plantas toman el agua del suelo debido a que la presión osmótica en el interior de la planta es mucho menor que en el suelo. A partir de las raíces el agua circula hasta las hojas, donde a través de los estomas se pone en contacto con el aire y pasa a forma de vapor. La cantidad de agua que utiliza un vegetal para la construcción de tejidos es muy inferior a la cantidad de agua que toma (menos del 1%). La transpiración es especialmente importante durante la época de crecimiento de la vegetación.

La transpiración también depende del poder evaporante de la atmósfera, de la densidad y tipo de vegetación y de la calidad del agua.

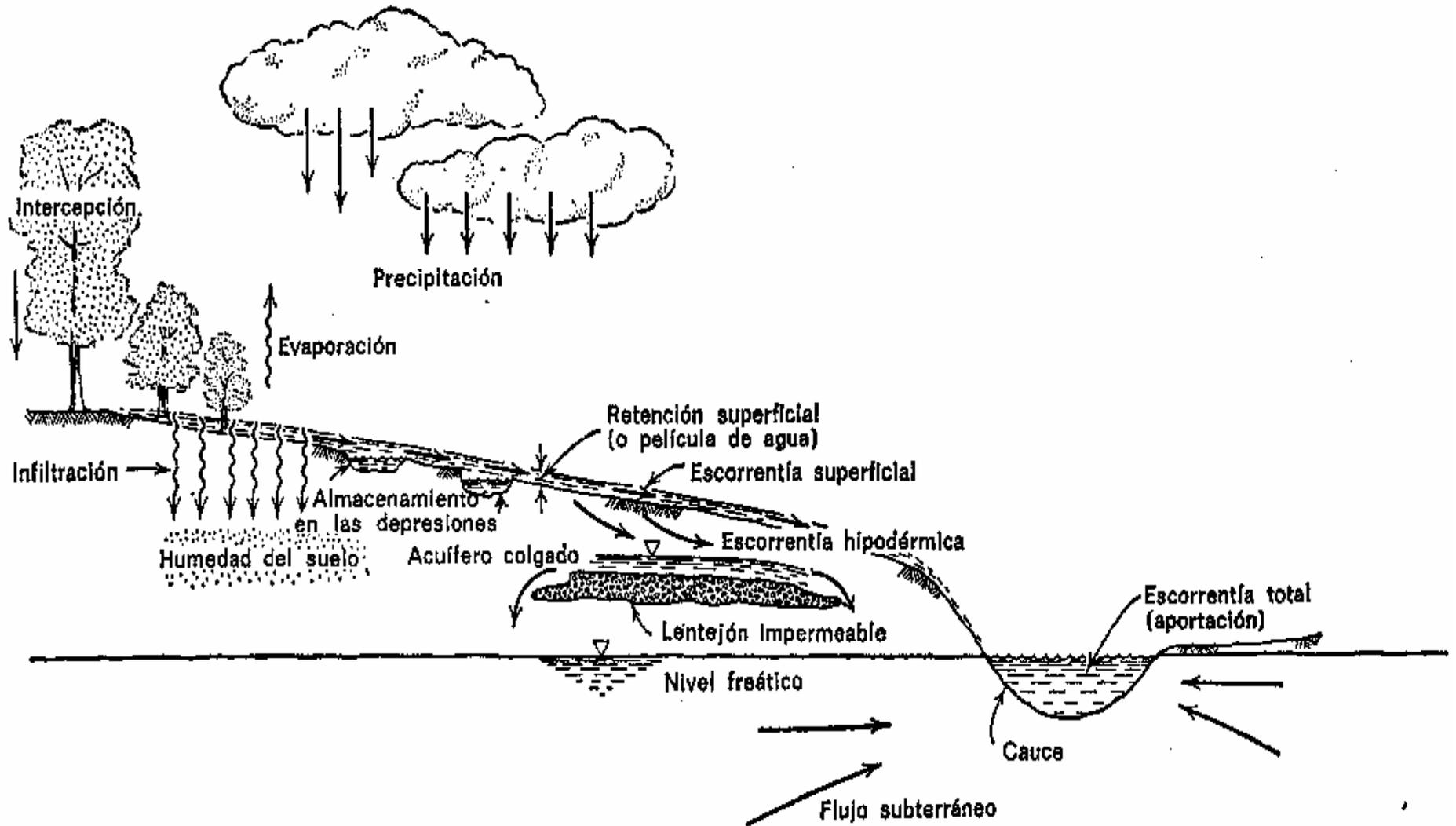
Evapotranspiración

Evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR)

La evapotranspiración potencial (ETP) es aquella que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas. En estas condiciones la evapotranspiración depende exclusivamente del poder evaporante de la atmósfera.

La evapotranspiración real (ETR) es la evaporación y transpiración que realmente se produce en unas condiciones dadas. Si el suelo tiene la cantidad suficiente para satisfacer toda la demanda atmosférica, la ETR sería igual a la ETP. Cuando el suelo no puede responder a toda la demanda de agua por parte de las plantas y la atmósfera, la ETR es menor que la ETP.

Escorrentía superficial y subterránea



Esquema de los tipos de escorrentía

Factores de los que depende la escorrentía

- **Precipitaciones: cantidad y duración de la lluvia, distribución de la precipitación respecto al área de la cuenca, etc.** La escorrentía se asocia a precipitaciones tormentosas muy intensas o a lluvias de larga duración, que pueden producir problemas de inundaciones y erosión del suelo.
- **Factores edafológicos. Los suelos pueden retener una gran cantidad de agua. Como hemos visto actúan como una esponja, cuando están secos absorben más, pero conforme se humedecen disminuye su capacidad de infiltración.** Suelos de tamaño de grano muy fino (arcillosos) generan una mayor proporción de escorrentía superficial.
- **Factores geológicos. Algunos materiales son impermeables (arcillas, pizarras, etc), con lo cual no puede existir una infiltración profunda y se favorece la escorrentía superficial;** en estas zonas se forma una red de drenaje muy desarrollada (Fig.14a). Otros materiales (arenas, calizas, etc.) son muy permeables favoreciendo la infiltración (Fig.14b). En el caso extremo de calizas muy karstificadas prácticamente todo lo que llueve se infiltra, y no existe una red fluvial desarrollada, dando lugar a zonas endorreicas.
- **Relieve. Zonas montañosas con pendientes elevadas producen una menor infiltración de las lluvias y una rápida circulación del agua, aumentando el riesgo de inundación (Fig.15).** Por el contrario en zonas llanas se favorece la infiltración.
- **Vegetación. Los bosques favorecen la infiltración de las precipitaciones, disminuyendo la escorrentía superficial.** Terrenos desprovistos de vegetación generan una mayor escorrentía superficial, además de pérdida de suelos por erosión.

• **Tipo de uso del suelo. Cambios en el uso del territorio llevan aparejados modificaciones en la** escorrentía superficial que se genera, como se muestra en la figura 16. Los terrenos forestales son los que tienen una mayor capacidad de infiltración y, por tanto, producen menos escorrentía. La eliminación de los bosques y su sustitución por terrenos agrícolas hace que se genere una mayor escorrentía en la cuenca y se puedan producir problemas de inundaciones donde antes no los había. En las áreas urbanizadas prácticamente no hay infiltración en el terreno, por lo que se aumenta muchísimo la cantidad de agua que discurre sobre la superficie, además, al estar canalizado el drenaje en conductos y alcantarillas el agua de lluvia rápidamente llega a un canal donde su velocidad es muy elevada, con lo que las crecidas son mucho más rápidas y peligrosas

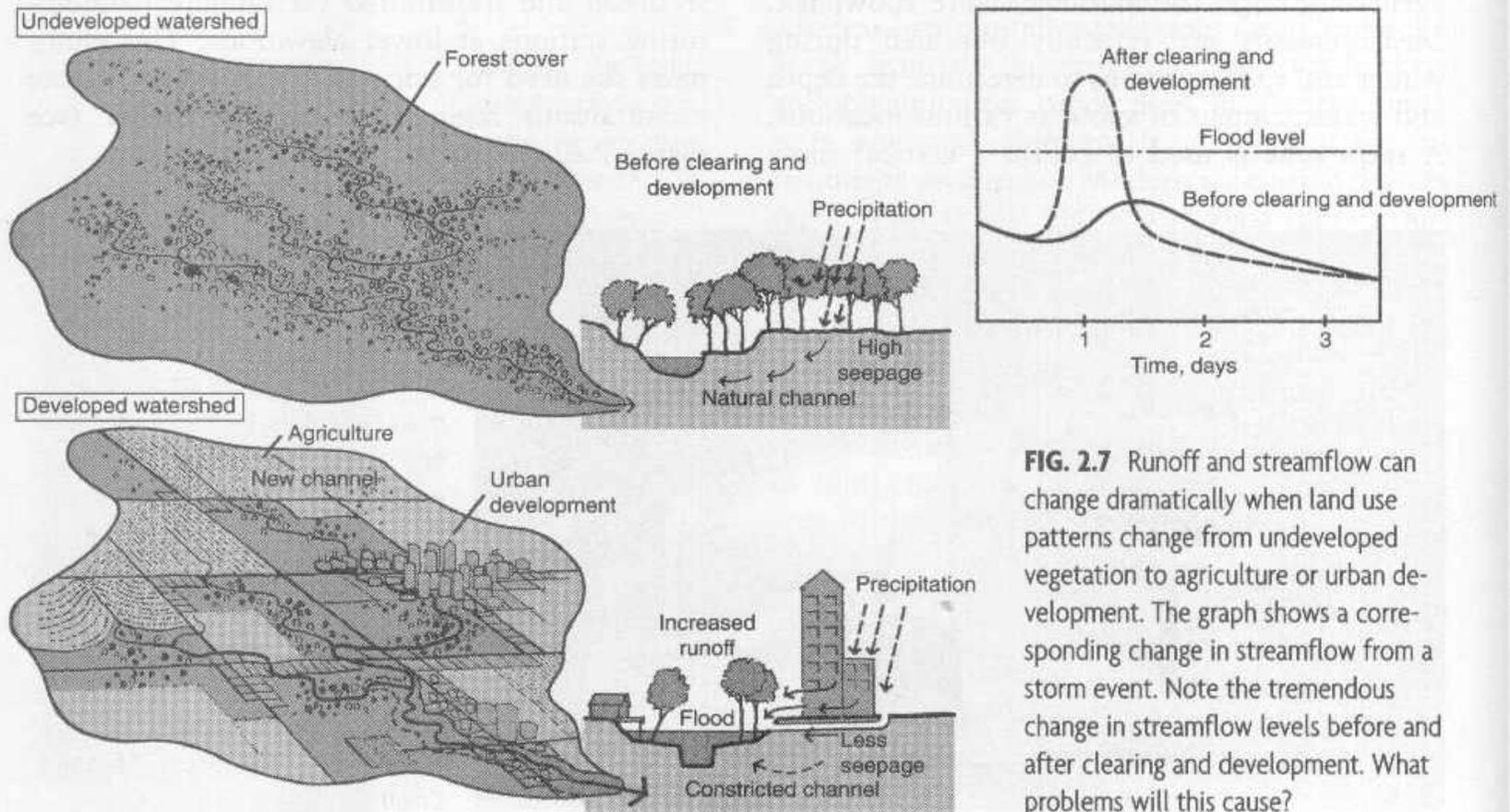


FIG. 2.7 Runoff and streamflow can change dramatically when land use patterns change from undeveloped vegetation to agriculture or urban development. The graph shows a corresponding change in streamflow from a storm event. Note the tremendous change in streamflow levels before and after clearing and development. What problems will this cause?

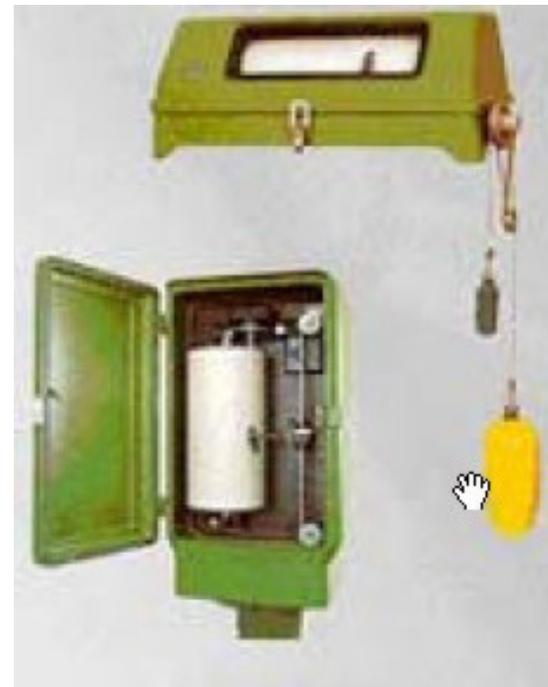
Medida y representación de la escorrentía superficial

La medida del caudal de un río se denomina aforo. Los métodos de aforos se pueden dividir en directos (medimos directamente el caudal) e indirectos, medimos el nivel del agua en el cauce y a partir del nivel estimamos el caudal

- Aforos directos



molinete o correntómetro

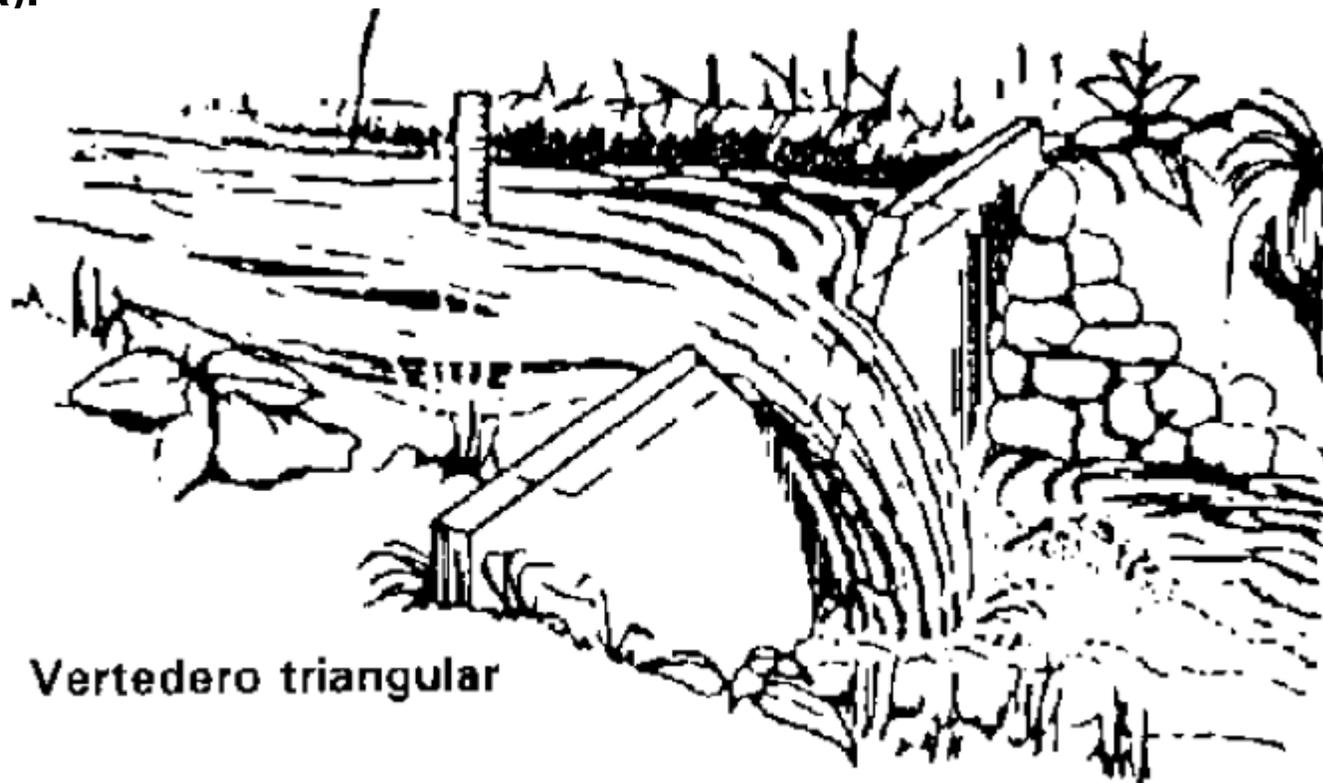


Limnigrafos horizontales y verticales

Aforos indirectos

Estos se basan en medir la altura de la lámina de agua que transporta el río, se necesita realizar aforos directos para obtener la relación entre la altura y el caudal, denominada **curva de gastos**.

El sistema más simple consiste en instalar una escala graduada que se mide periódicamente (**escala limnimétrica**).



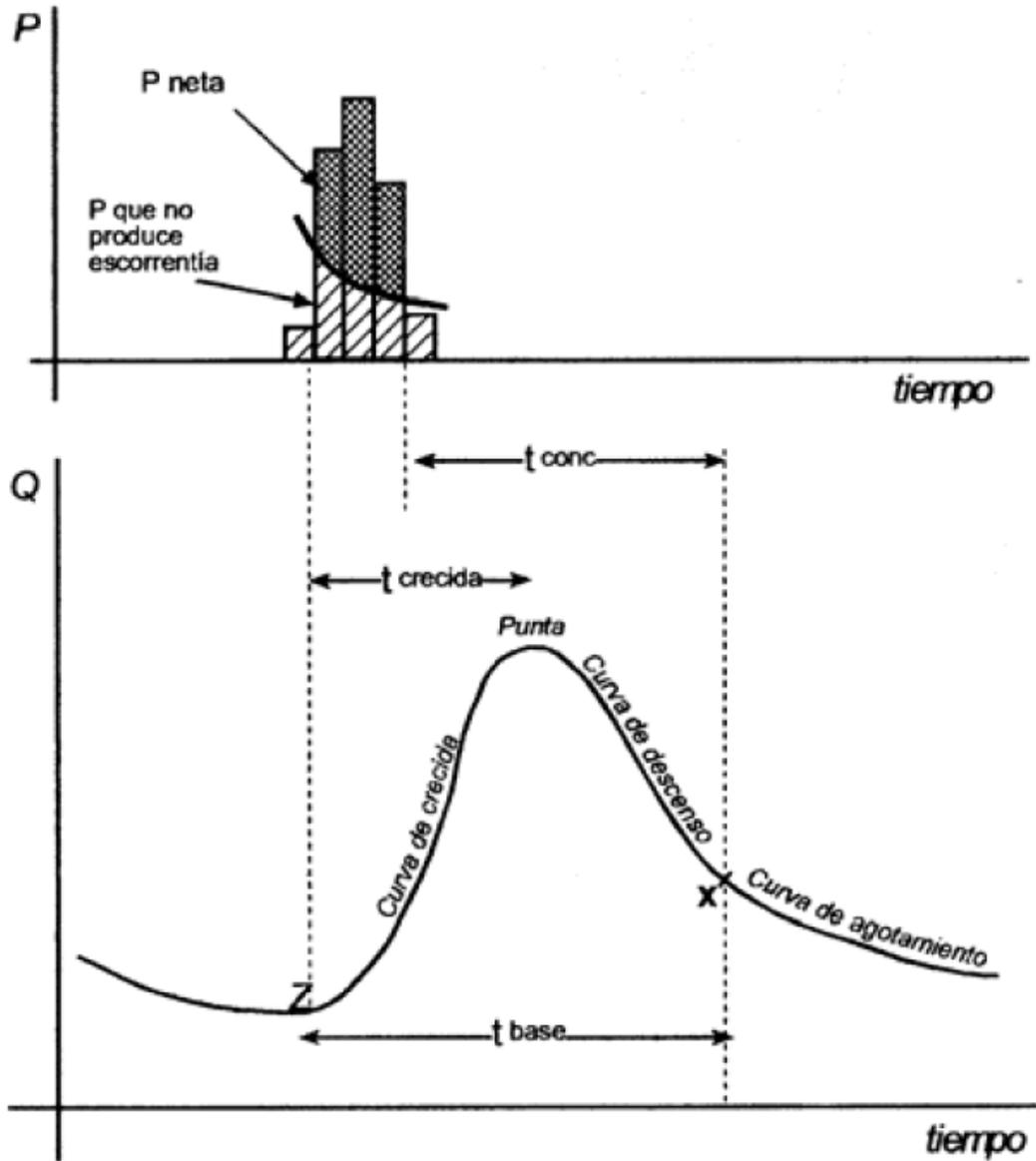
Vertedero triangular

Representación

Si representamos el caudal en un punto con el tiempo obtenemos un gráfico denominado **hidrograma**. Los datos de los aforos nos dan el caudal en m^3/s o L/s , pero también se pueden expresar de otra forma

- Aportación, se refiere normalmente a la aportación anual, es el volumen de agua aportado por el cauce en el punto considerado en Hm^3 .
- Caudal específico, caudal por unidad de superficie, representa el caudal aportado por km^2 de cuenca, se calcula dividiendo el caudal por la superficie de la cuenca, se suele expresar como $L/s.km^2$.
- Lámina de agua equivalente, es el espesor de la lámina de agua que se obtendría repartiendo sobre toda la cuenca el volumen de la aportación anual (mm). Se obtiene dividiendo la aportación por la superficie de la cuenca. Sirve para relacionar fácilmente la escorrentía con la precipitación.

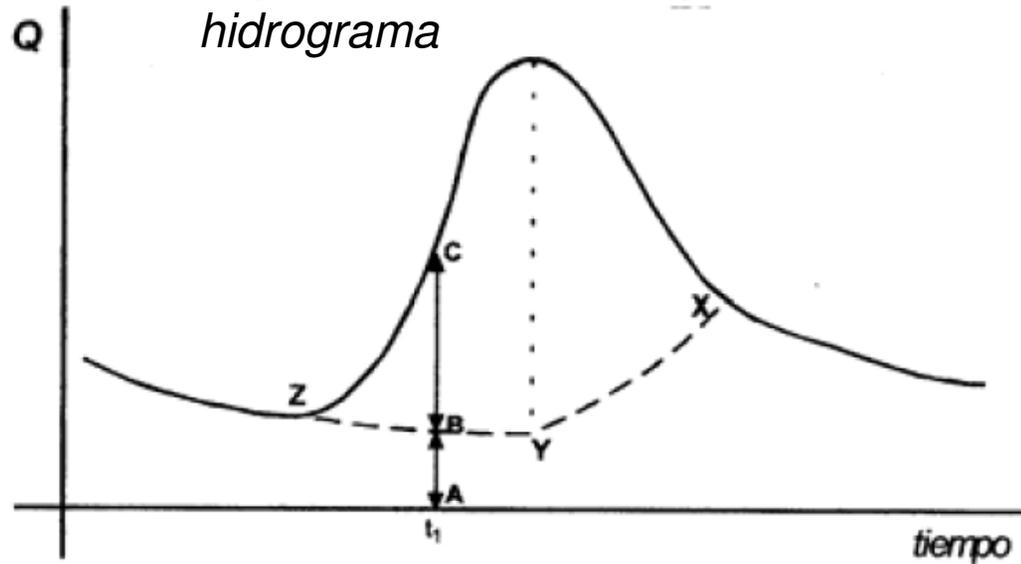
Análisis de hidrogramas



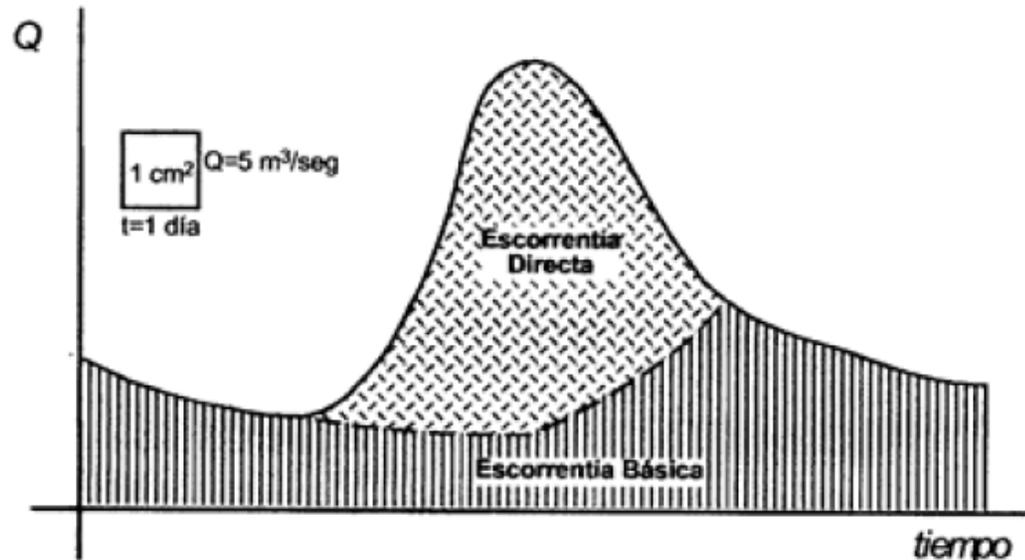
Partes del hidrograma

Separación de las componentes del hidrograma

Separación de las componentes del hidrograma



Hay varios métodos para separar, por un lado la superficie del hidrograma correspondiente al volumen de agua causante de la escorrentía superficial y, por otro, la correspondiente al caudal base del río, aunque los criterios adoptados para decidir el punto donde finaliza la curva de descenso y comienza la curva de agotamiento son más o menos arbitrarios.



Desde el punto de vista del análisis de inundaciones la parte más interesante del hidrograma es la correspondiente a la escorrentía superficial o directa. Sin embargo desde el punto de vista de la hidrogeología nos interesa más la curva de agotamiento, pues en función de cómo disminuya el caudal del río en función del tiempo podemos deducir importantes características del acuífero.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN