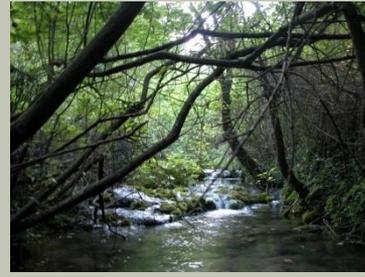


## Lección 1. Estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos continentales: un análisis comparativo. Escalas y procesos



Rosa Gómez Cerezo  
Dpto. Ecología e Hidrología  
Universidad de Murcia

## Lección 1.

# Estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos continentales: un análisis comparativo. Escalas y procesos

	<b>CONTENIDOS</b>
1.	Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados.
2.	Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.
3.	Procesos de transporte y sedimentación y su importancia en ambos tipos de sistemas.
4.	Los sistemas fluviales: escalas (cuenca, tramo, hábitat) y procesos.
5.	Principales conceptos sobre la organización de los sistemas fluviales
6.	Otros ecosistemas acuáticos: embalses y humedales.
7.	La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

## 1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados

En función del movimiento del agua, los ecosistemas acuáticos continentales, también denominados ecosistemas de aguas dulces, se clasifican en sistemas lóticos y leníticos (o lénticos)

**Sistema lenítico:** es de agua quieta o de escaso caudal como en los lagos, estanques, pantanos y embalses.



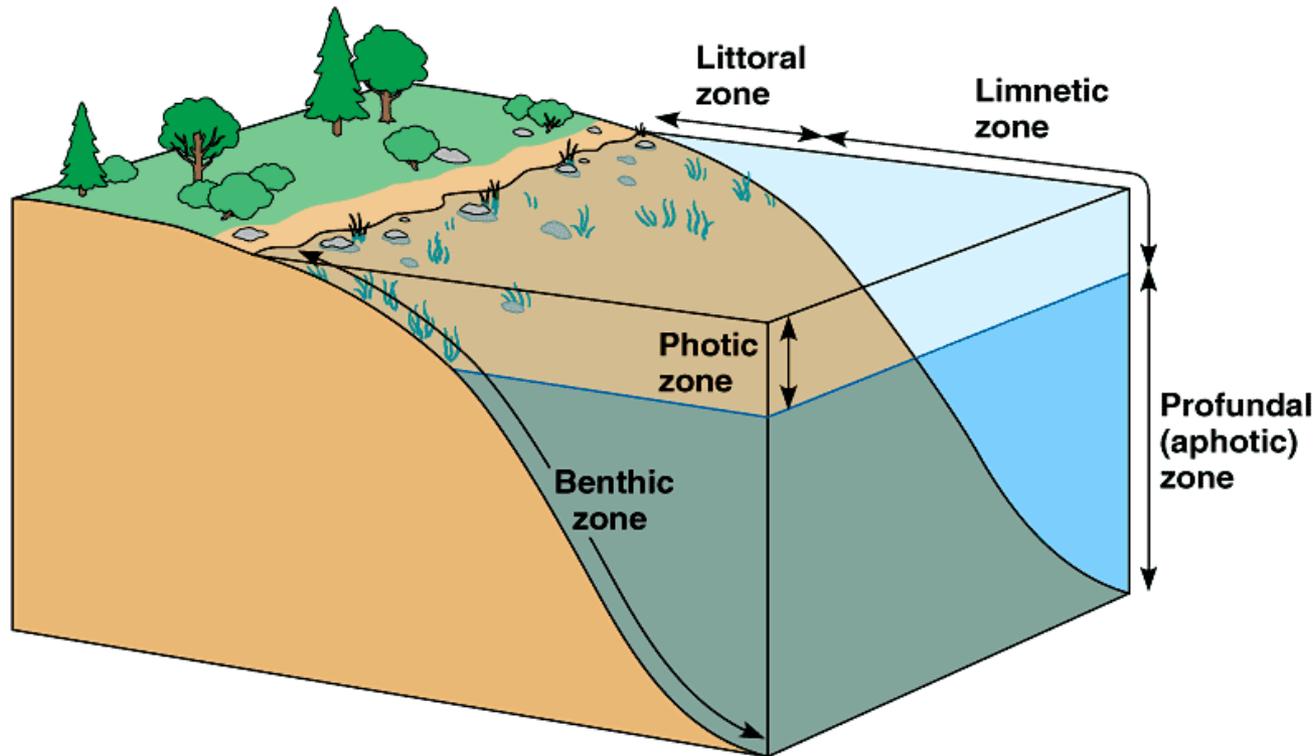
**Sistema lótico** (latín *lotus*: participio de *lavere*, lavar): sistema de agua corriente como en los ríos, arroyos y manantiales.



1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados

## Sistemas leníticos

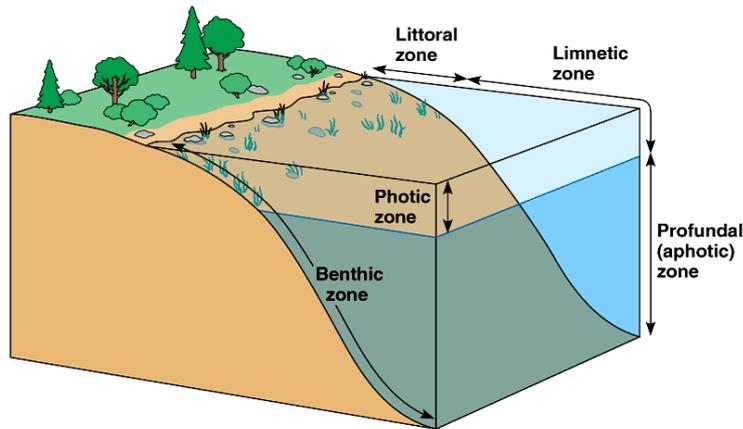
En el siguiente esquema se representa **la zonación** típica de un sistema lenítico, en este caso de un lago profundo. Podemos observar 2 ejes principales de organización en estos sistemas: un eje horizontal (zona litoral-zona limnética) y uno vertical (zona fótica-zona profunda (o afótica))



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

(imagen extraída de [www.kentsimmons.uwinnipeg.ca](http://www.kentsimmons.uwinnipeg.ca))

## 1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

(imagen extraída de [www.kentsimmons.uwinnipeg.ca](http://www.kentsimmons.uwinnipeg.ca))

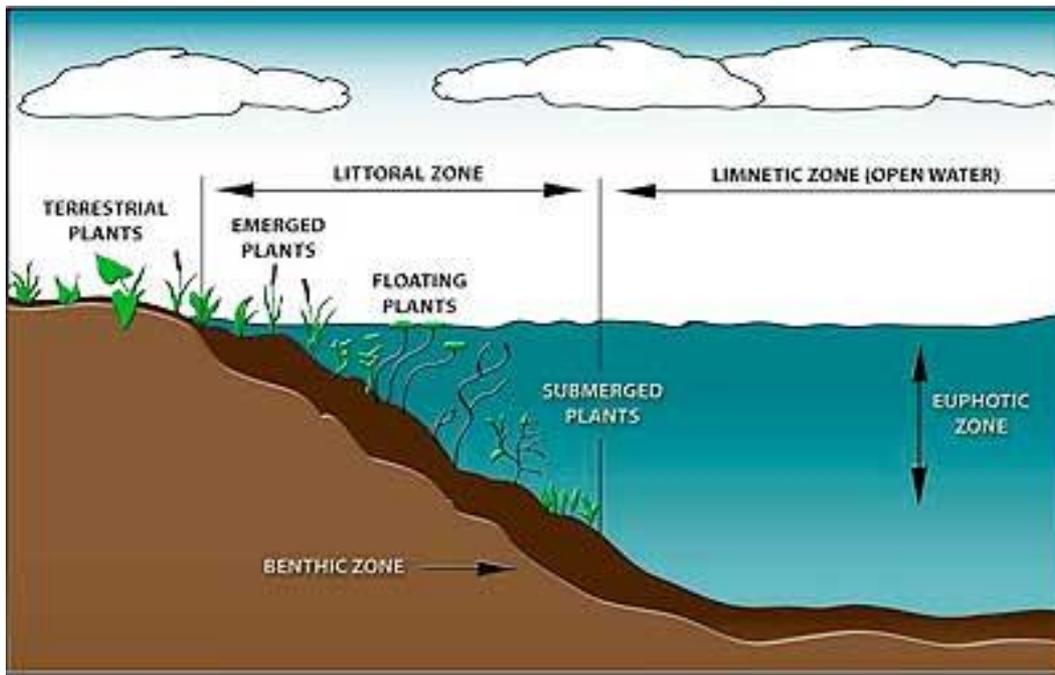
La variación espacial, **del grado de encharcamiento y de la profundidad de la columna de agua** son fundamentalmente, los factores que marcan los límites entre estas zonas.

Estos factores establecen distintas condiciones ambientales (bióticas o abióticas) para las distintas zonas mencionadas que van a condicionar tanto la distribución de los organismos en el sistema como los procesos biogeoquímicos que en ellas tengan lugar.

Entre estas condiciones ambientales destacan la disponibilidad de luz, disponibilidad de sustrato, concentración del oxígeno disuelto, temperatura del agua, presencia de macrófitos, disponibilidad de nutrientes etc.

1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados

Esquema de la distribución de la vegetación a lo largo de la zona litoral de un lago tipo



(imagen extraída de [www.wisconsinlakes.org](http://www.wisconsinlakes.org))

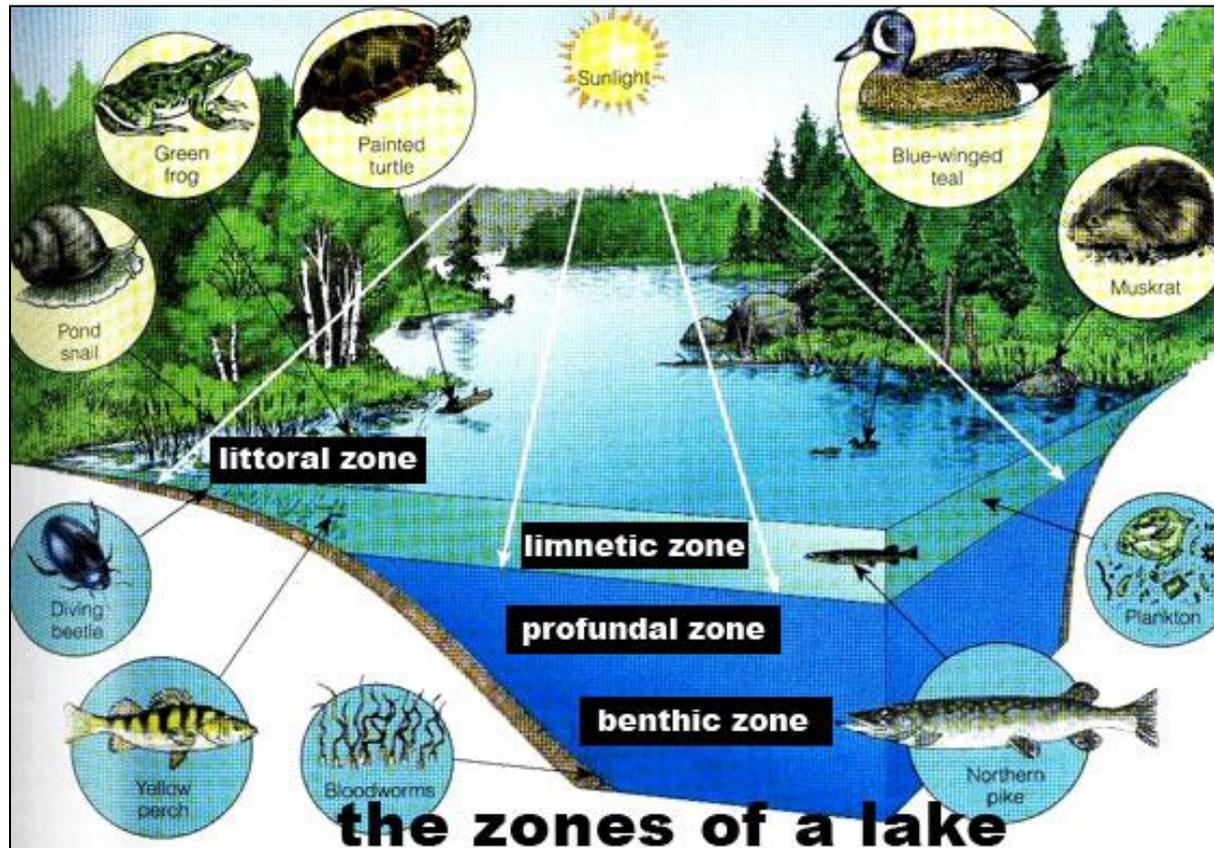
En la zona litoral, el distinto grado de encharcamiento y profundidad de la lámina de agua marcan la distribución de la vegetación.

Por su parte, la presencia así como la estructura de la vegetación litoral, es un factor determinante para el establecimiento de muchas comunidades animales.

## 1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados

Muchos animales, habitantes de los sistemas acuáticos, precisan de una vegetación de ribera para refugiarse, nidificar o buscar alimento. Su presencia es por tanto, un importante factor que determina la estructura y composición de las comunidades acuáticas.

Igualmente la presencia de la zona bentónica es fundamental para el establecimiento de un elevado número de macroinvertebrados que desaparecen en las zonas más profundas.



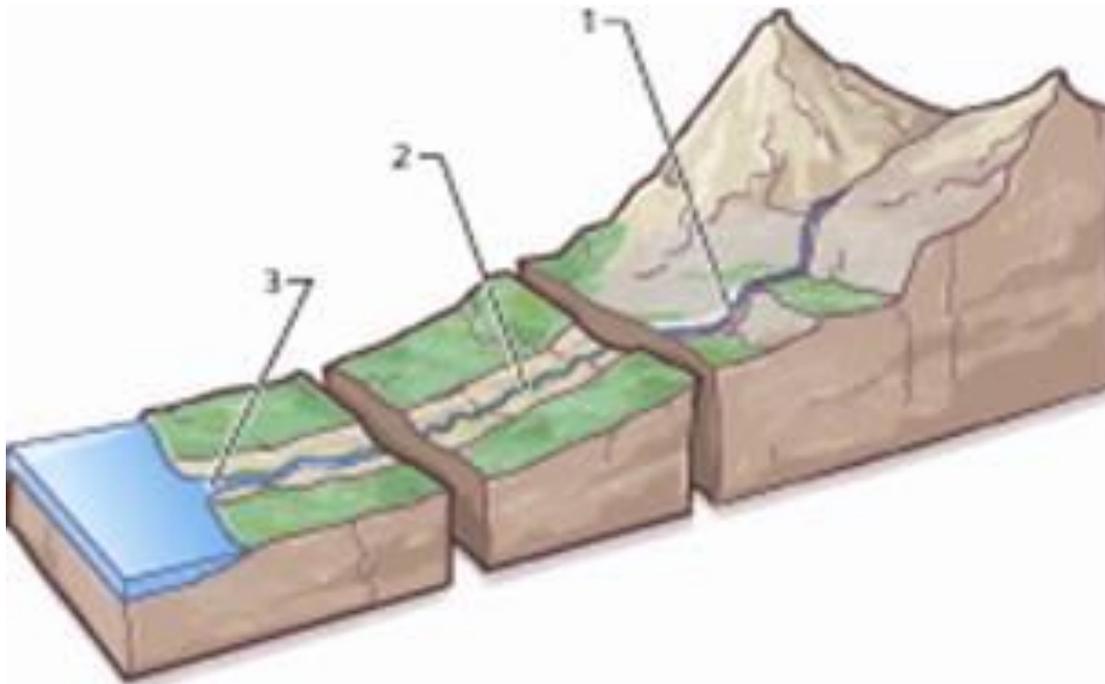
(imagen extraída de [www.library.thinkquest.org](http://www.library.thinkquest.org))

1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados

## Sistemas lóticos

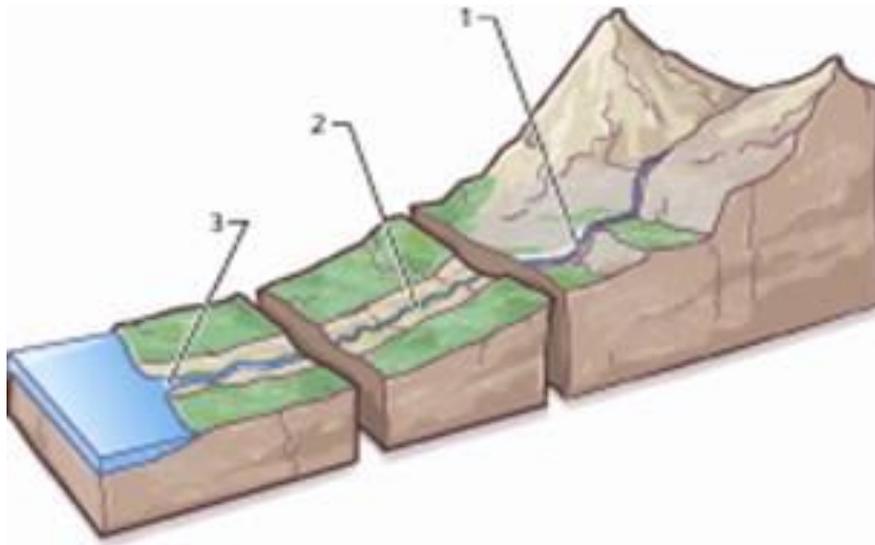
En el siguiente esquema se representa **la zonación** típica de un sistema lótico en el sentido longitudinal, cabecera-desembocadura

1. Tramo alto: zona próxima al nacimiento, cursos de agua estrechos de elevada corriente
2. Tramo medio: zona intermedia del curso del río, de cauce más ancho y menor velocidad de la corriente
3. Tramo bajo y desembocadura: tramo final del río próximo a la desembocadura al mar, a un lago, humedal u otro río. Es la zona donde el río tiende a presentar una mayor anchura del cauce y mayor caudal



(imagen extraída de [www.almadrabadigital.com](http://www.almadrabadigital.com))

## 1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados



(imagen extraída de [www.almadrabadigital.com](http://www.almadrabadigital.com))

A lo largo del eje longitudinal cabecera-desembocadura son muchos los factores **geomorfológicos** (pendiente, anchura del cauce, tipo de sustrato), **físicos** ( $T^a$  del agua, velocidad de la corriente, intensidad luminosa) **químicos** (concentración de oxígeno y nutrientes) y **biológicos** (presencia y desarrollo del bosque de ribera), los que determinan la heterogeneidad espacial de estos sistemas así como la distribución y composición de las comunidades biológicas a lo largo del mismo.

Aspecto de un tramo típico de cabecera



Aspecto de un tramo medio no impactado



Aspecto de la desembocadura de un afluente en el río principal



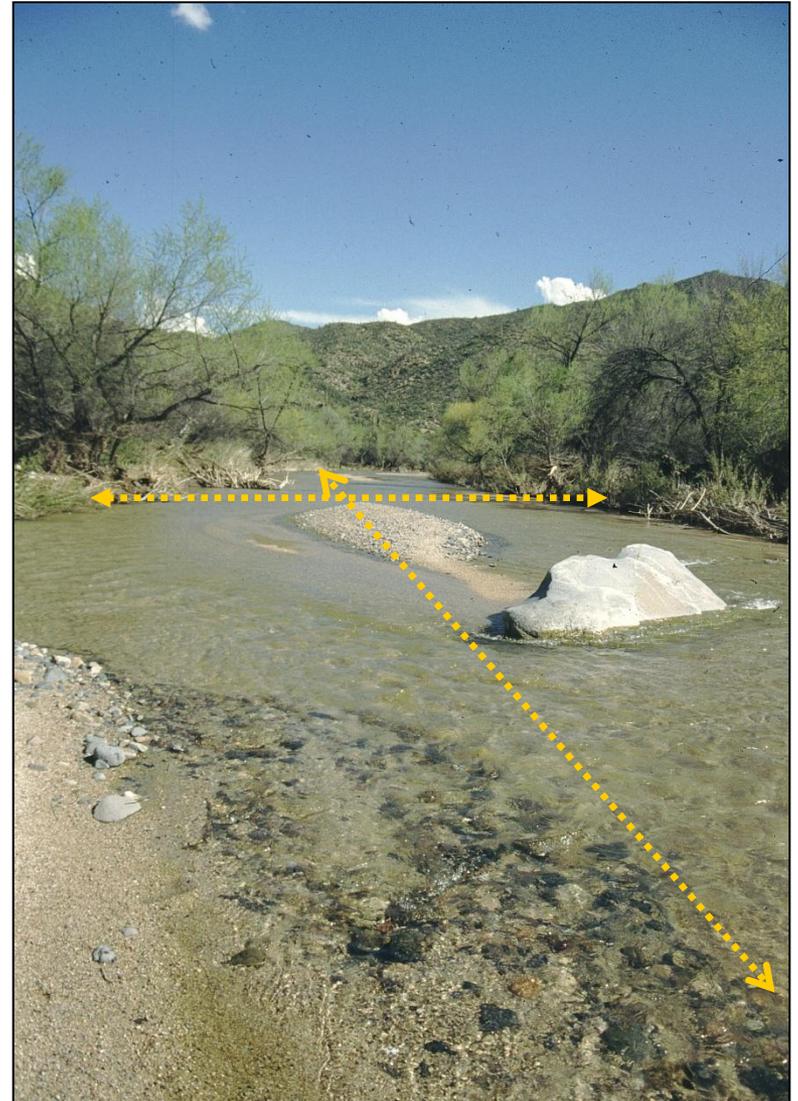
1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados

## Eje de organización longitudinal y horizontal

En la actualidad se reconoce que para comprender la ecología de los sistemas fluviales hay que enmarcarlos en el contexto del ecosistema terrestre adyacente, con el que intercambia materia y energía. En este contexto las zonas de ribera, los bosques de ribera y en general, la llanura de inundación cobra una especial relevancia.

La ribera exporta materia orgánica (hojas, frutos, trozos de ramas, insectos terrestres muertos, etc.) pero también importa nutrientes del sistema fluvial.

La interacción entre la corriente de agua superficial y su llanura de inundación marca el sentido del eje horizontal de organización en los sistemas lóticos.



1. Sistemas lóticos vs leníticos: heterogeneidad espacial y factores implicados

## Eje de organización longitudinal, horizontal y vertical

La conexión agua superficial-subsuperficial (subterránea) marca el tercer eje de organización de los sistemas lóticos, **el vertical**

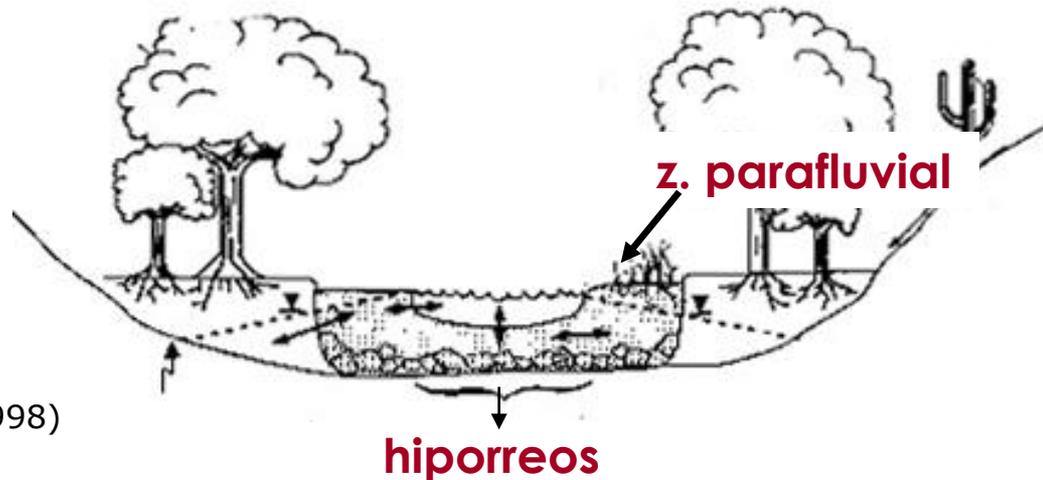
A través de estas conexiones se producen intercambios de solutos (en ambos sentidos) y transformaciones químicas y bióticas que repercuten, por ejemplo, en la disponibilidad de nutrientes en la columna de agua. El tipo, intensidad y resultado de la conexión entre ambos sistemas (superficial-subsuperficial) está determinado por la conductividad hidráulica de los sedimentos, condicionada a su vez, por la textura del sustrato.

(imagen extraída de: Fisher et al. 1998)

(Mas información en Lección 10)



(imagen extraída de : [www.larouchepub.com](http://www.larouchepub.com))



2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.

## Sistemas leníticos

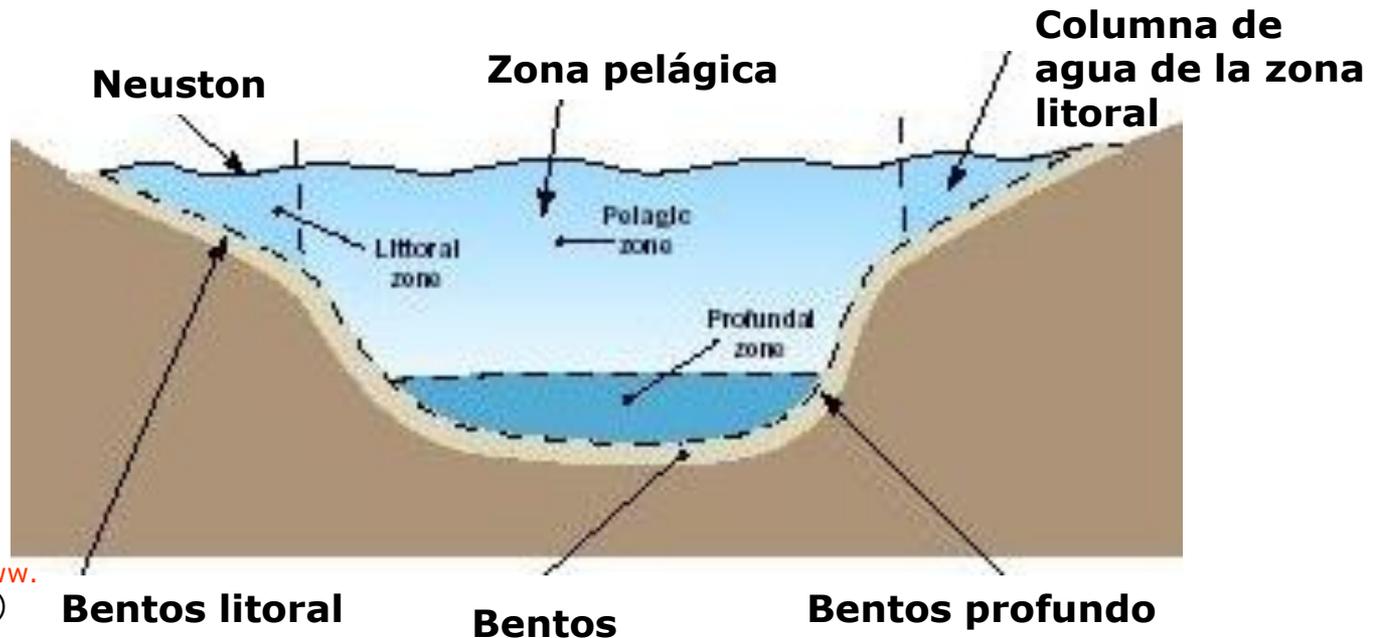
Atendiendo a los ejes horizontal y vertical podemos distinguir distintas zonas habitadas por los organismos en un sistema lenítico: la zona litoral, la superficie de la lámina de agua, la columna de agua (zona pelágica) o el sustrato del fondo (bentos). Dependiendo de que zona explotan los distintos organismos acuáticos se denominan como:

**Neuston:** conjunto de organismos que habitan en la película superficial del agua.

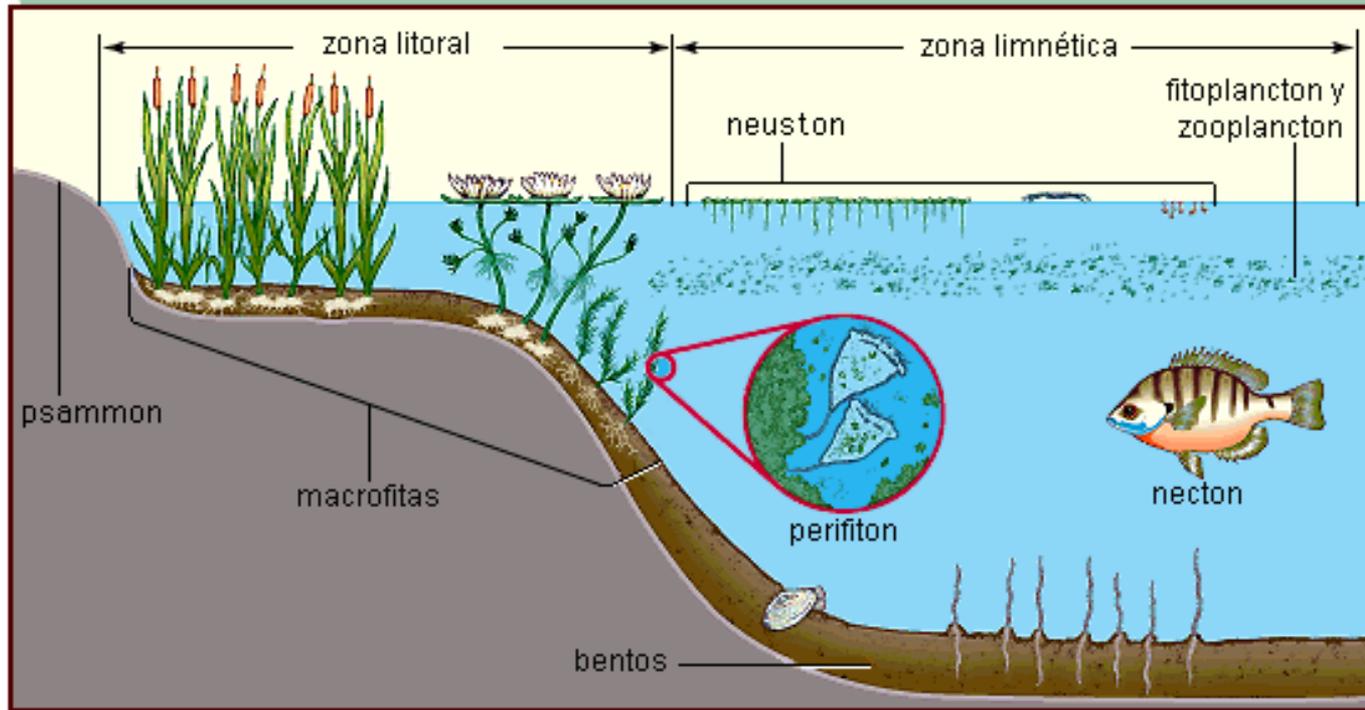
**Necton:** conjunto de organismos que habitan desplazándose activamente por la columna del agua (zona pelágica).

**Organismos bentónicos:** conjunto de organismos que habitan en el bentos, fijos o desplazándose por él.

Además hablamos del **plancton u organismos planctónicos** para referirnos a aquellos organismos (microscópicos o casi microscópicos) que habitan en la columna de agua suspendidos y carecen de mecanismos para desplazarse activamente en ella o aún teniendo cierta capacidad de desplazamiento se ven sometidos a los movimientos de la masa de agua.



2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.



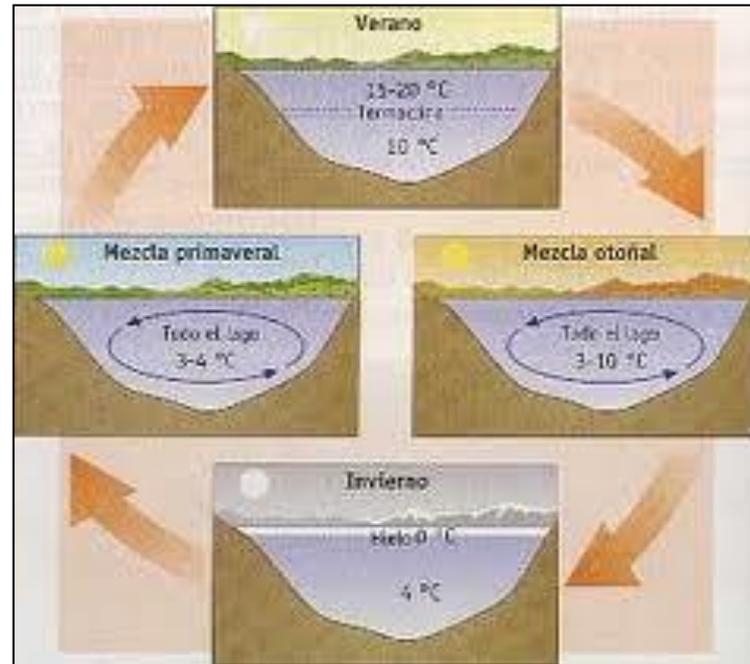
(Imagen extraída de [www.jmarcano.com/nociones/fresh2.html](http://www.jmarcano.com/nociones/fresh2.html))

Las comunidades de organismos acuáticos descritas, no son exclusivas de los medios leníticos sino que también podemos encontrarlas en sistemas lóticos. Sin embargo, la importancia de las distintas comunidades si cambia dependiendo del sistema considerado. Mientras que la presencia del plancton en ríos está prácticamente limitada a los tramos menos caudalosos y de menor corriente de las partes medias y bajas de las cuencas, las comunidades bentónicas son especialmente diversas en los ríos y arroyos frente a los lagos, donde están limitadas prácticamente a las zonas litorales.

Consultar <http://www.jmarcano.com/nociones/fresh2.html> para mas información sobre comunidades acuáticas

## 2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.

En los sistemas leníticos, otro factor importante que incide sobre la heterogeneidad espacial de los mismos (distribución de organismos y procesos) es la existencia o no de un **periodo de estratificación**. Este viene condicionado por la formación o no, de una termoclina (gradiente vertical brusco de temperatura que se produce por la mezcla de aguas frías y calientes, ver Lección 2)



Periodos de estratificación y mezcla en un sistema lenítico.

(extraído de <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>)

Enlaces interesantes:

<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia>

[http://www.e-domenech.com/agua/valencia/castellano/cicag/2/2\\_3\\_2/index.htm](http://www.e-domenech.com/agua/valencia/castellano/cicag/2/2_3_2/index.htm)

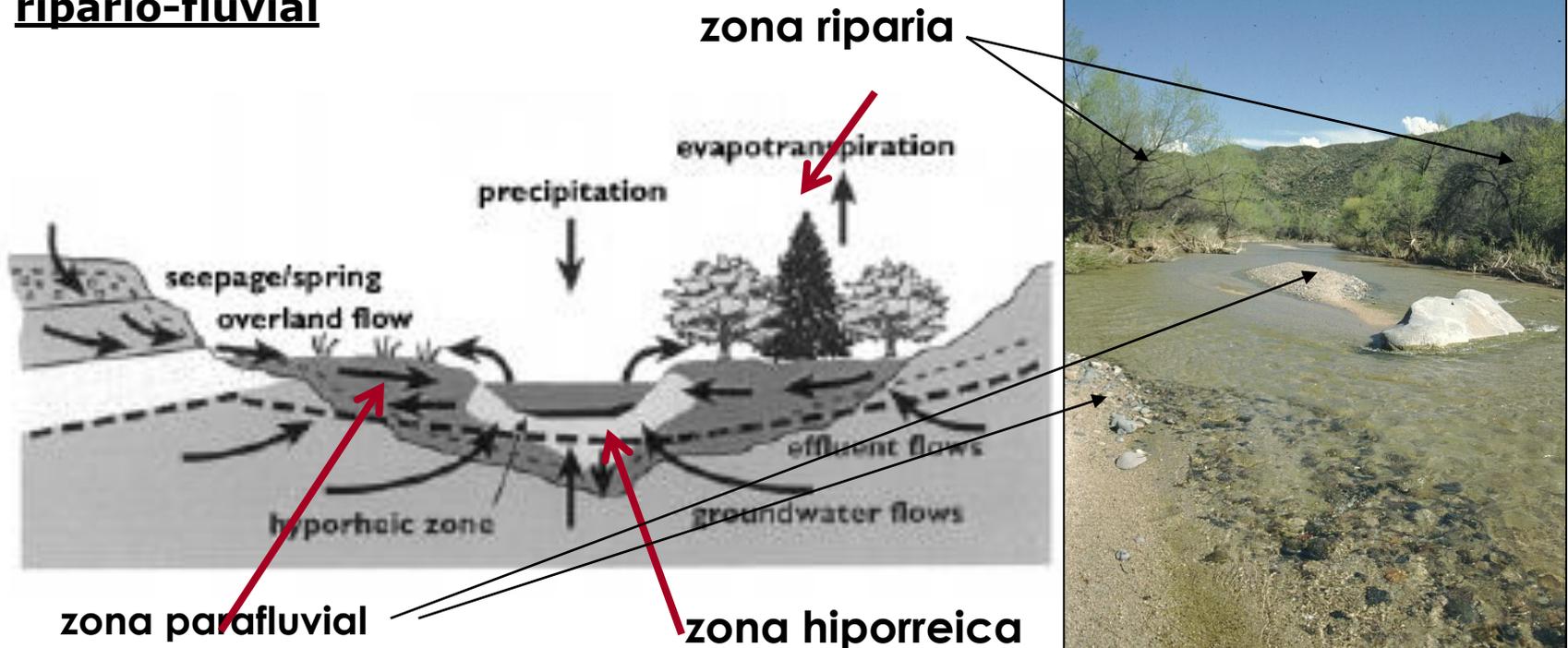
2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.

## Sistemas lóticos

En definitiva, los sistemas lóticos son considerados como un conjunto de subsistemas conexiónados hidrológicamente entre los que fluye la materia y energía: **el ecosistema ripario-fluvial**

En este fluir y dependiendo de las características geomorfológicas, abióticas y bióticas de los distintos subsistemas tiene lugar un complejo conjunto de procesos biogeoquímicos cuyo resultado incide de forma clara en la estructura y funcionamiento de los sistemas lóticos

### Subsistemas del ecosistema ripario-fluvial

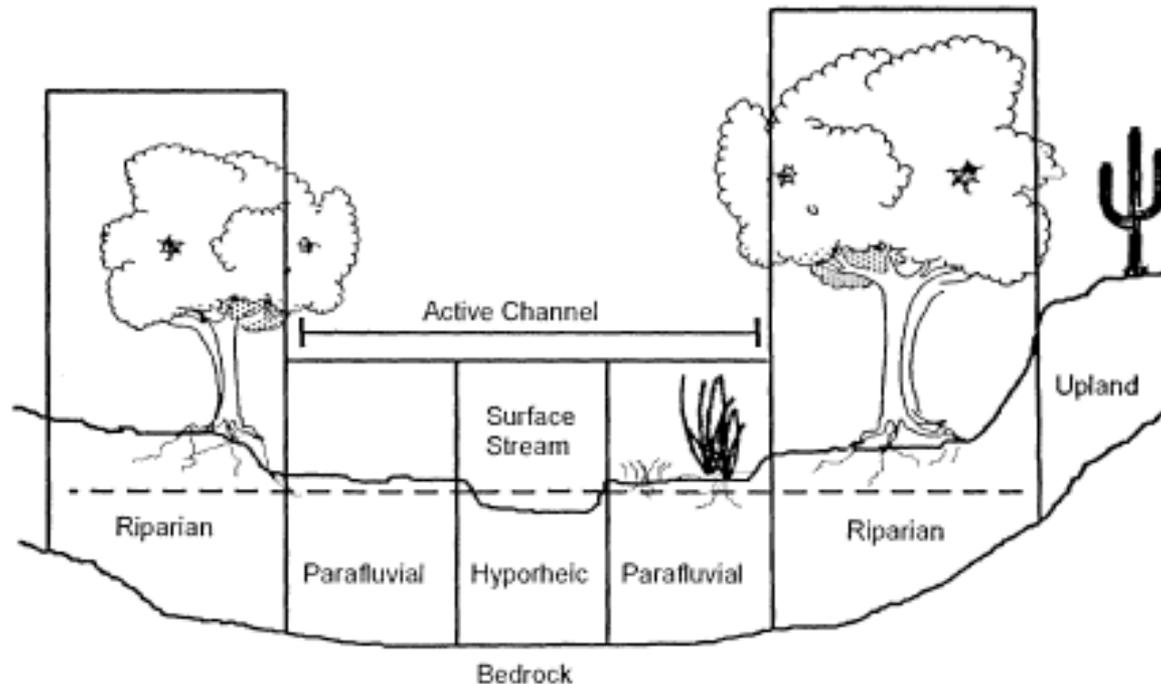


(Extraído de Grimm et al., 1991. Contribution of the hyporheic zone to stability of an arid-land stream. *Verh. Internat. Verein. Limnol* 24:1595-1599)

2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.

**Zona hiporreica:** zona de sedimentos depositados debajo y al lado de la lámina de agua superficial. Es una zona de contacto e intercambio entre al agua subsuperficial y la superficial

**Zona parafluvial:** zona de sedimentos adyacente a la lámina de agua. Constituyen las denominadas barras de arena y/o grava que quedan laterales al flujo de agua superficial e incluso formando "islas". en los cauces con flujo anastomosado.

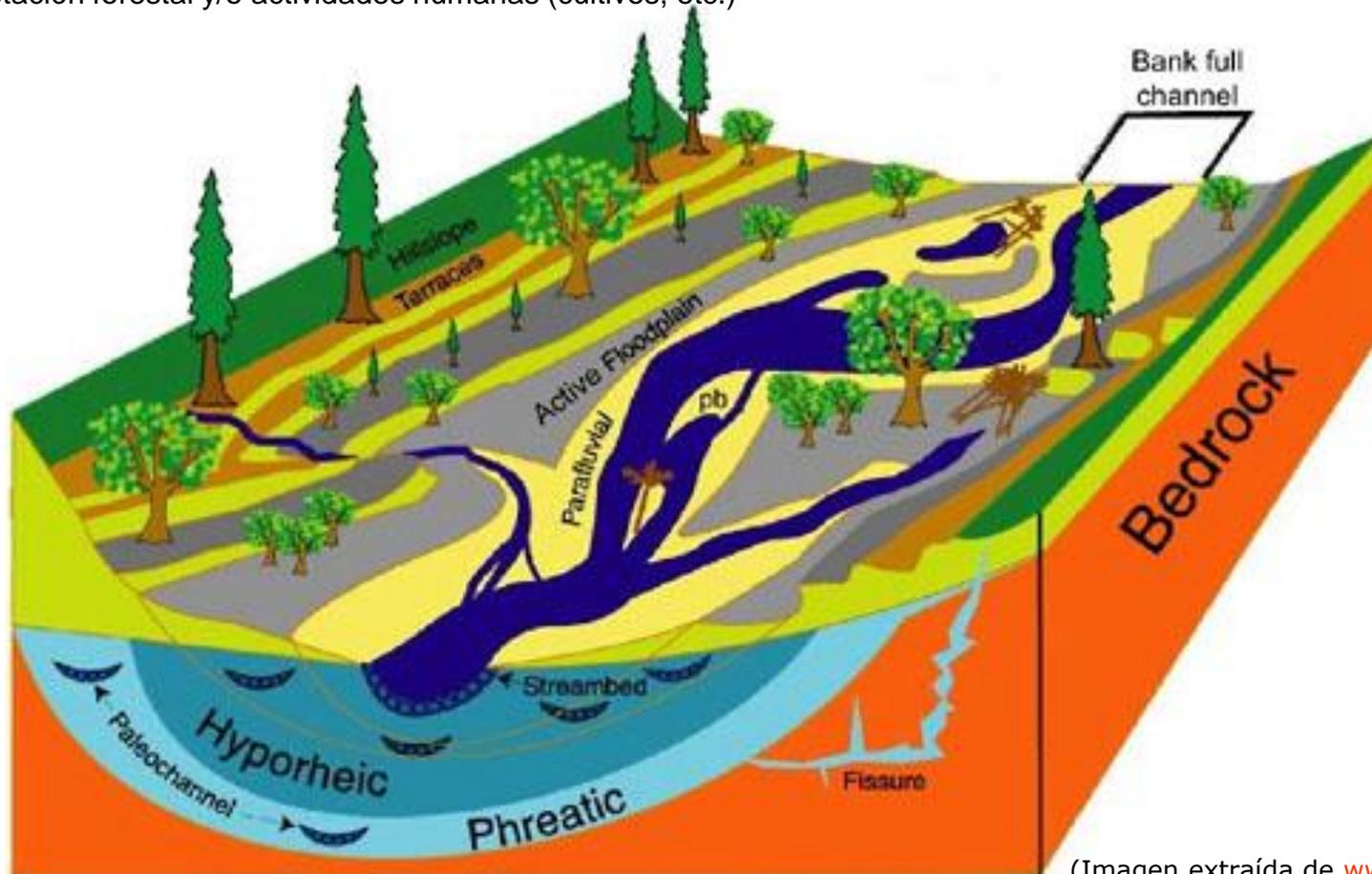


(esquema extraído de Holmes R.B., S. G. Fisher & N. B. Grimm. 1994. Parafluvial Nitrogen Dynamics in a Desert Stream Ecosystem. Journal of the North American Benthological Society, 13:468-478)

2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.

## Subsistemas del ecosistema ripario-fluvial

Río con flujo superficial anastomosado. Zona parafluvial en amarillo, zona riparia en gris claro. La zona riparia se extiende hasta el límite superior de la llanura de inundación activa, zona máxima de inundación tras crecidas. Mas alejadas de esta zona de inundación se localizan las terrazas aluviales y zonas de mayor pendiente ocupadas por vegetación forestal y/o actividades humanas (cultivos, etc.)

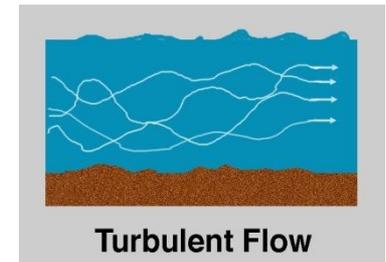
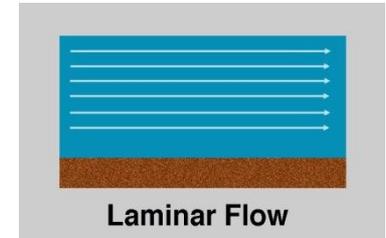
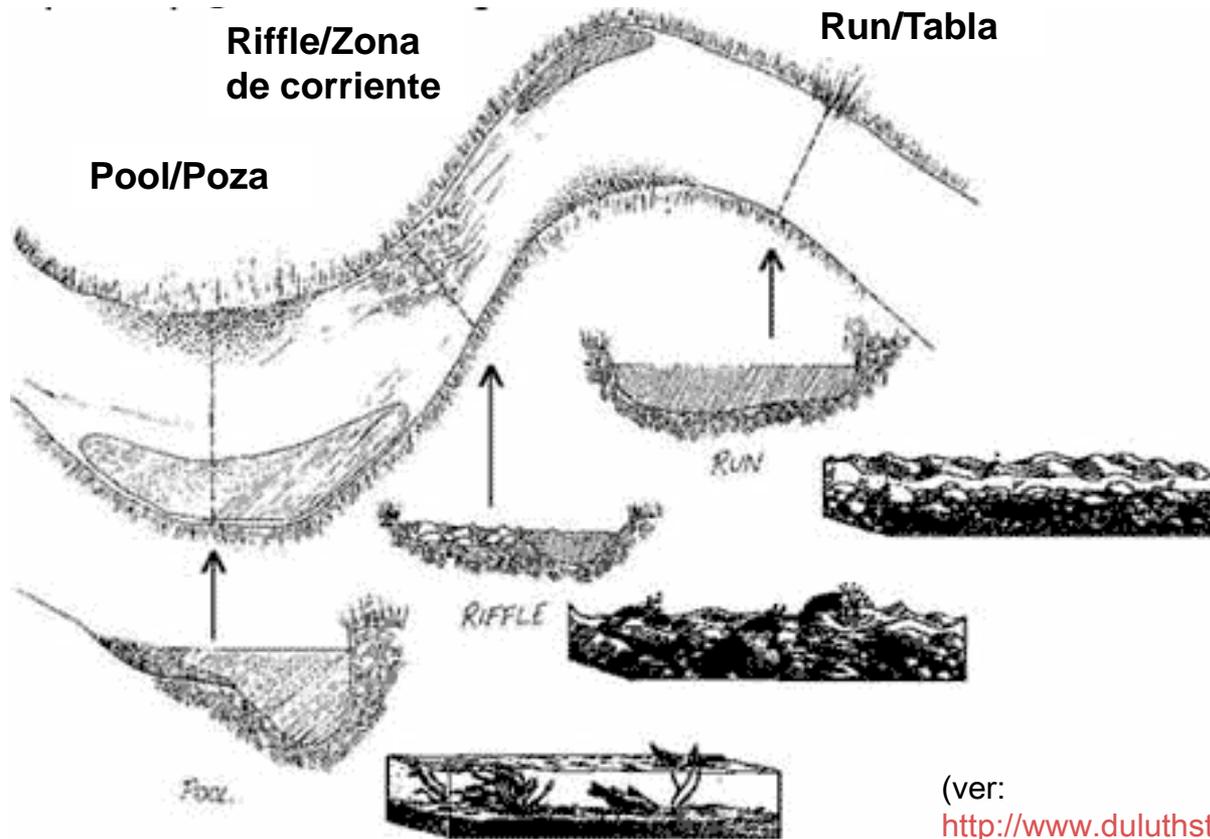


(Imagen extraída de [www.nap.edu](http://www.nap.edu))

2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.

**Variabilidad longitudinal a escala de tramo**

Siguiendo el eje longitudinal de un cauce encontramos, a escala de tramo, una sucesión de hábitats que difieren en cuanto a profundidad de la lámina de agua, velocidad del agua y tipo de sustrato. Estas variables a su vez determinarán diferencias tanto en las variables físico-químicas como bióticas del tramo.

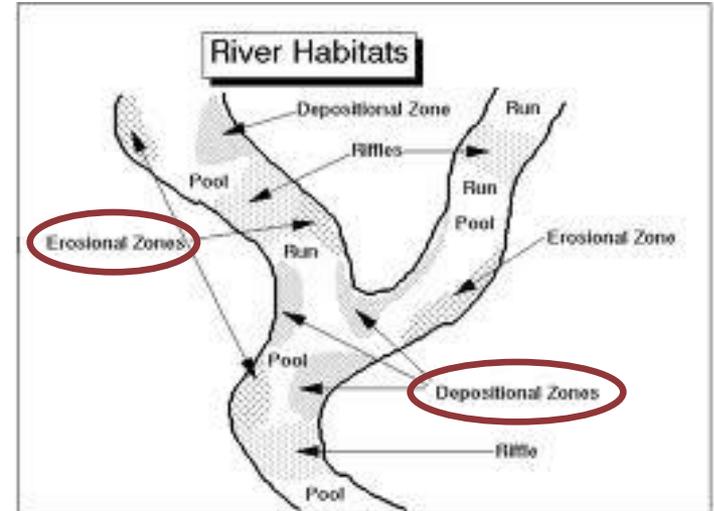
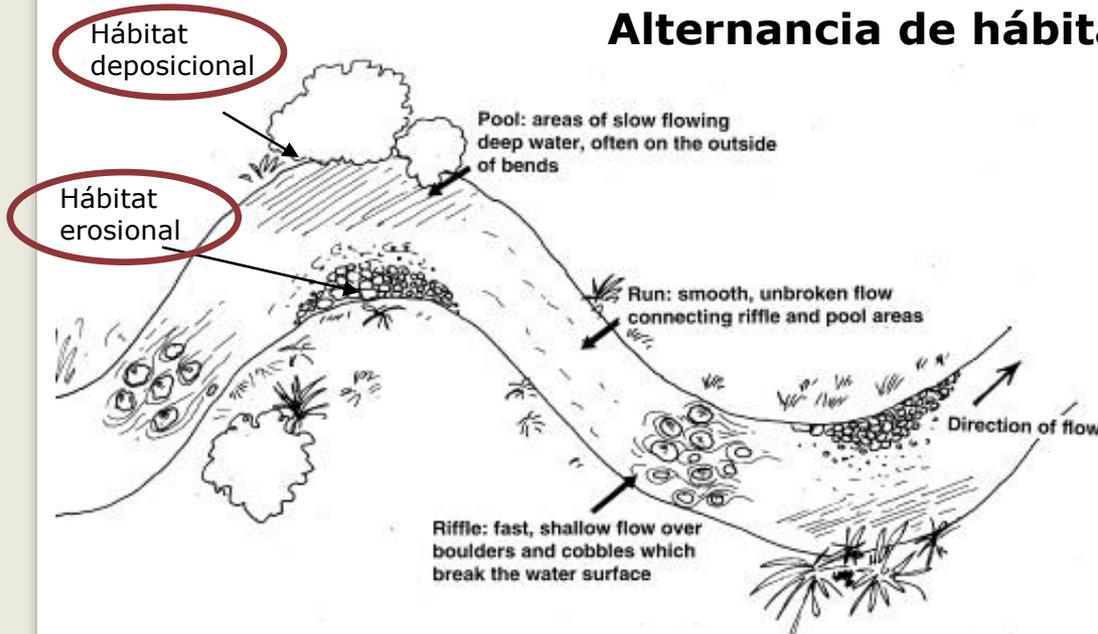


Mientras que el flujo laminar caracteriza a las zonas de tabla, el flujo turbulento caracteriza a las zonas de rápidos o corriente

(ver: [http://www.duluthstreams.org/understanding/stream\\_anatomy.html](http://www.duluthstreams.org/understanding/stream_anatomy.html))

2. Diferenciación de hábitats y comunidades en los sistemas lóticos y leníticos.

### Alternancia de hábitats a lo largo de un tramo



(extraído de [www.marietta.edu](http://www.marietta.edu))



Ver diapositiva 22 para la explicación de los **hábitats erosional y deposicional**

(ver más en <http://share3.esd105.wednet.edu/rsandelin/ees/Resources/Flowing%20water%20concepts.htm>. Imagen extraída de dicha página)

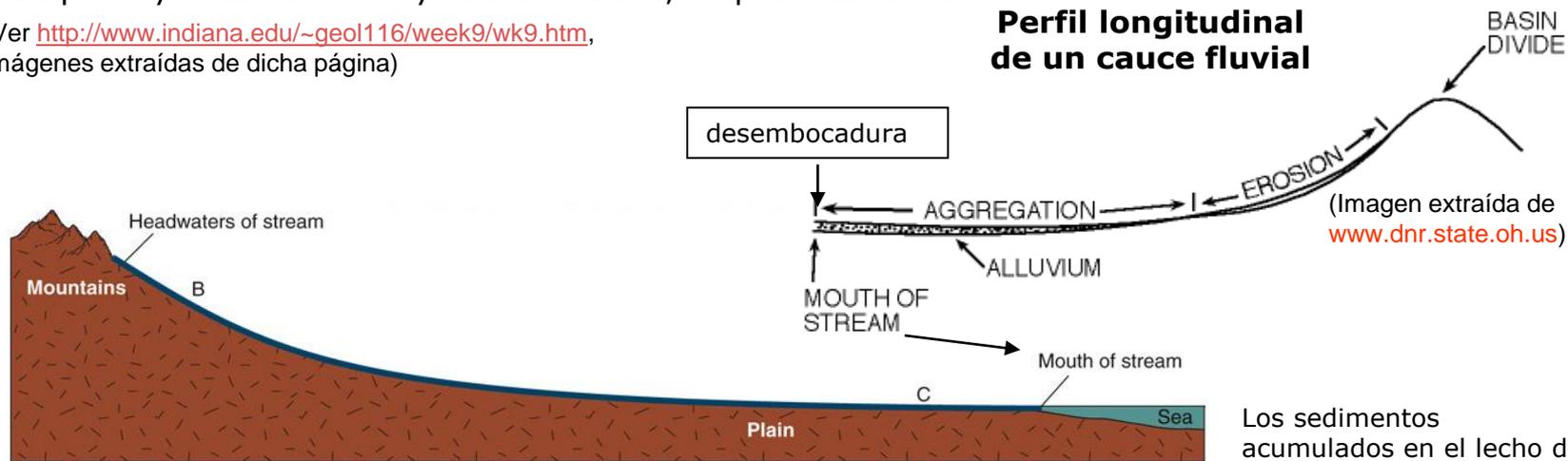
3. Procesos de transporte y sedimentación y su importancia en ambos tipos de sistemas.

## Sistemas lóticos

En los sistemas lóticos los procesos de erosión, transporte y sedimentación se distribuyen a lo largo del eje longitudinal cabecera-desembocadura, en función del perfil longitudinal del cauce. Mientras los procesos de erosión y transporte dominan en los tramos altos, en los tramos medios y bajos dominan transporte y sedimentación y sedimentación, respectivamente.

(Ver <http://www.indiana.edu/~geol116/week9/wk9.htm>,  
Imágenes extraídas de dicha página)

### Perfil longitudinal de un cauce fluvial



A Longitudinal profile (dark blue line) of a stream beginning in mountains and flowing across a plain into the sea.

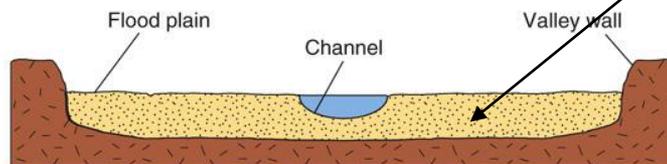
Los sedimentos acumulados en el lecho del cauce dan lugar a la zona parafluvial y al hiporreos

### Tramo alto (erosión)

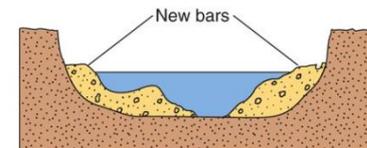
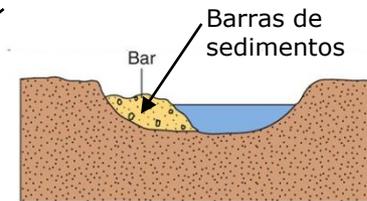


B Cross section of the stream at point B. The channel is at the bottom of a V-shaped valley cut into rock.

### Tramo medio-bajo (sedimentación)



C Cross section at point C. The channel is surrounded by a broad flood plain of sediment.

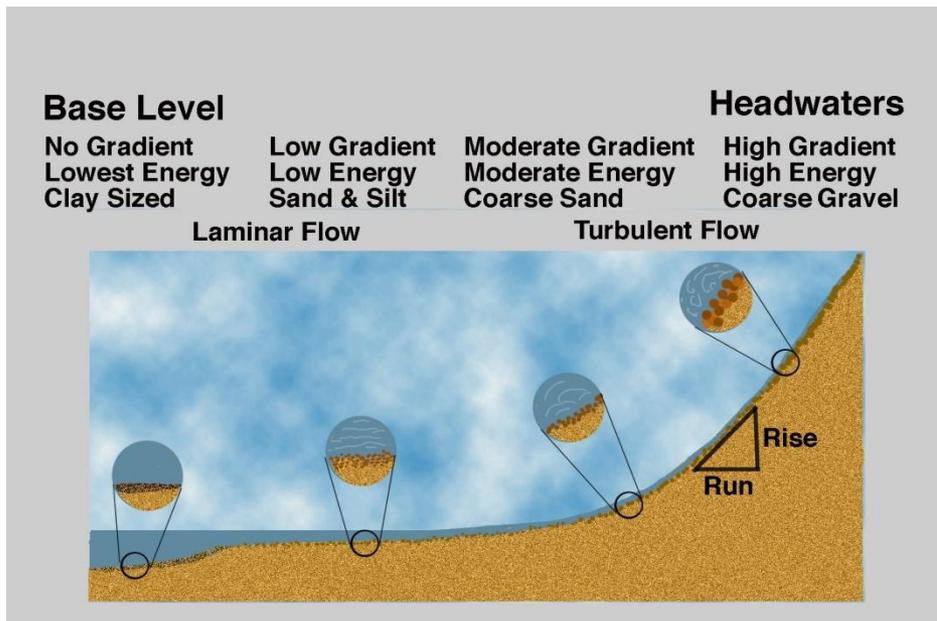


3. Procesos de transporte y sedimentación y su importancia en ambos tipos de sistemas.

### Perfil longitudinal de un cauce fluvial

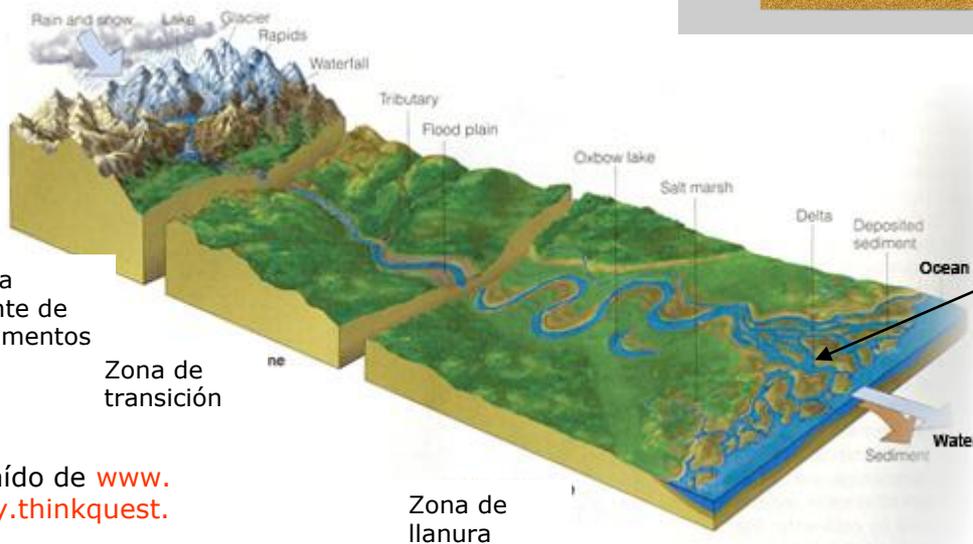
Los procesos físicos que dominan en cada tramo determinan la granulometría de los sedimentos en cada zona del río así como el tipo de flujo dominante, turbulento o laminar

En la parte baja del cauce o zona de llanura donde domina la sedimentación, podemos ver la formación típica de cauces meandriformes. En esta zona además, es típica la presencia de humedales, lagunas laterales al cauce, etc



(imagen extraída de [www.indiana.edu](http://www.indiana.edu))

Cuando los ríos desembocan en el mar la deposición de los sedimentos transportados da lugar a la formación de deltas.

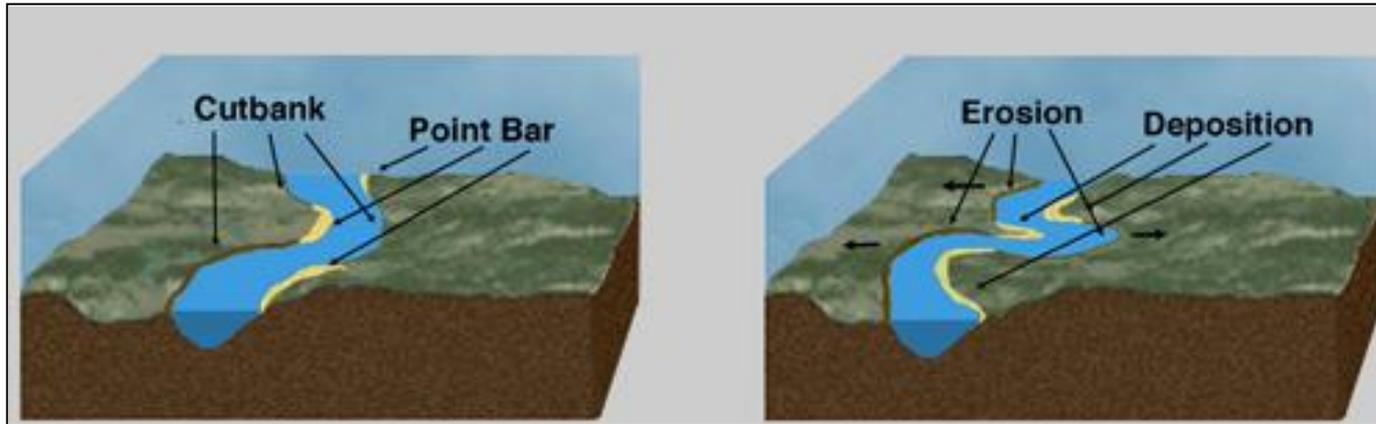


(extraído de [www.library.thinkquest.org](http://www.library.thinkquest.org))

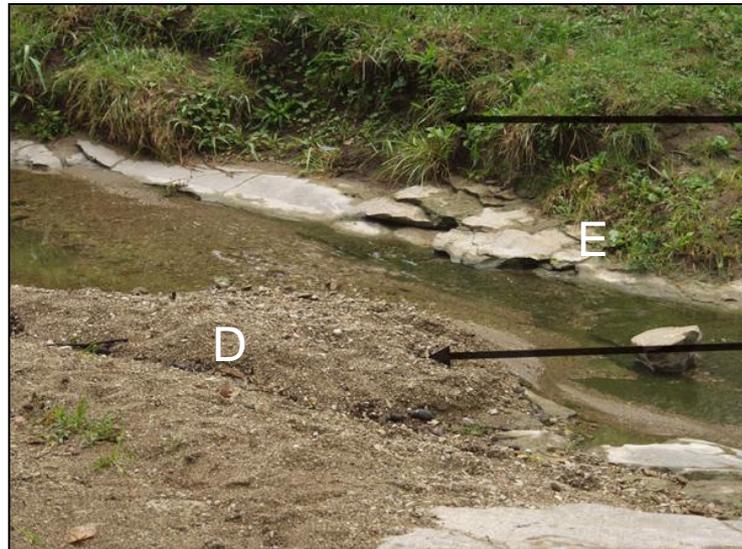


(extraído de [www.uvm.edu](http://www.uvm.edu))

3. Procesos de transporte y sedimentación y su importancia en ambos tipos de sistemas.



(Ver <http://www.indiana.edu/~geol116/week9/wk9.htm>, Imágenes extraídas de dicha página)



**Cutbank**

**Point Bar**

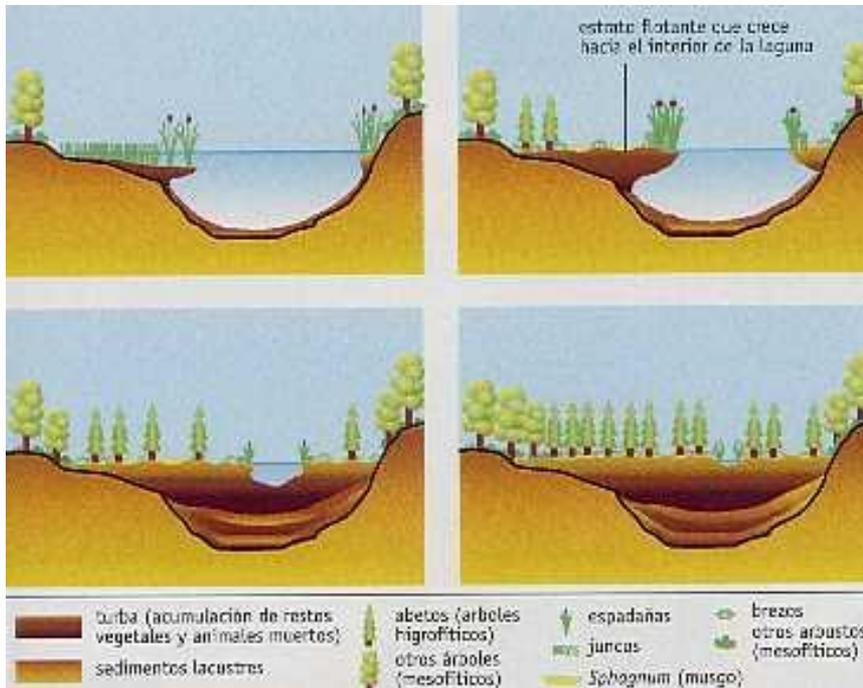
En los tramos medios y bajos, conforme la corriente pierde su poder para erosionar en profundidad, comienza erosionar lateralmente. Erosionando en un margen del río y depositando el material erosionado en el opuesto. Esto da lugar a la formación de **meandros**

Esta erosión diferencial a escala de tramo da lugar a dos hábitats diferentes: **hábitat erosional (E)** y **hábitat deposicional (D)**, de características físicas y bióticas bien diferentes

3. Procesos de transporte y sedimentación y su importancia en ambos tipos de sistemas.

## Sistemas leníticos

En los sistemas leníticos el proceso dominante es la sedimentación. De hecho, es un grave problema para los embalses que tras un periodo de tiempo pueden quedar colmatados por el aporte de sedimentos.



### Proceso de colmatación de un lago o laguna

Este proceso tendría lugar en lagos o lagunas que recibieran un aporte importante de sedimentos desde su cuenca vertiente

(imagen extraída de: [isabelaforero.wordpress.com](http://isabelaforero.wordpress.com))

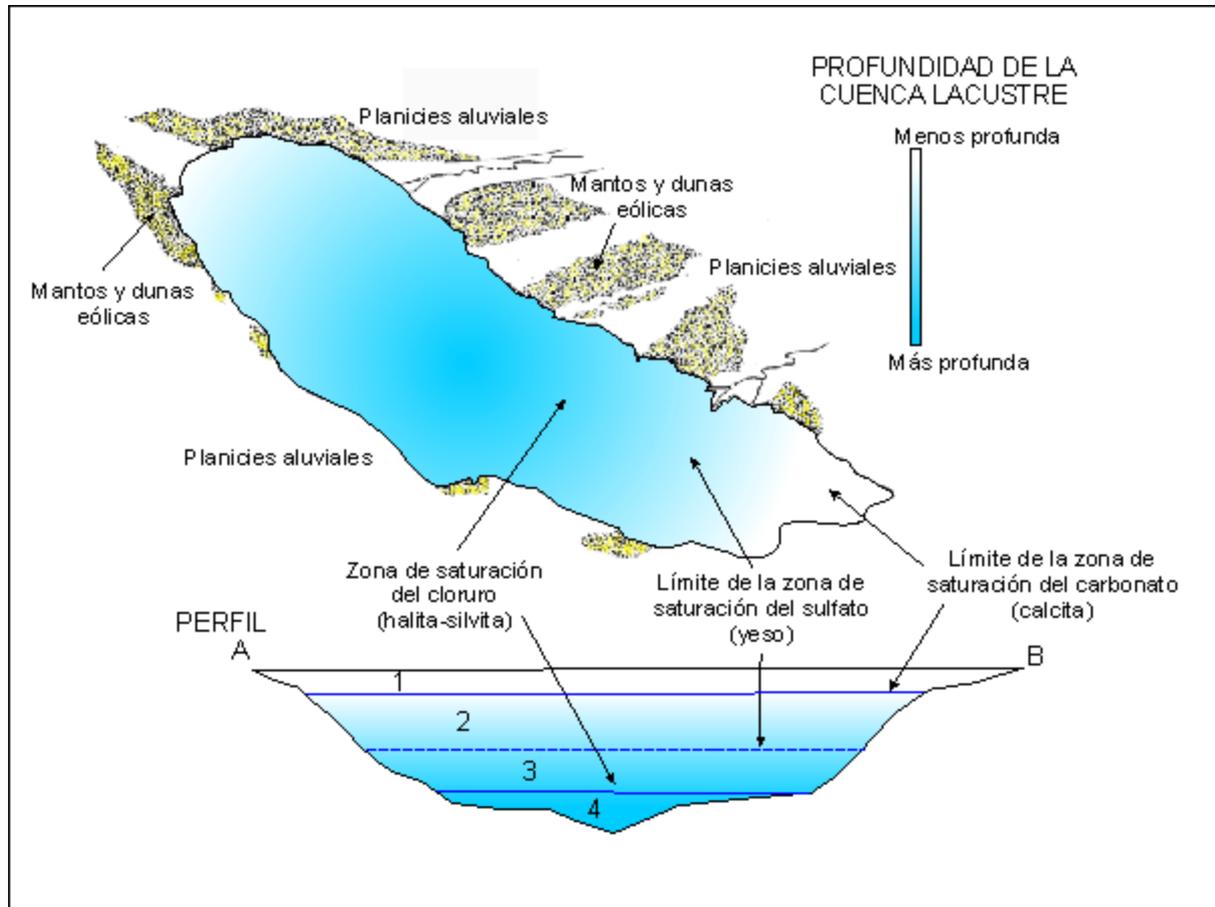


Desembocadura y aporte de sedimentos del río Village Creek al Lago Bayview, Alabama, EE.UU.

(Imagen extraída de <http://blackwarriorriver.org/siltation-sedimentation.html>)

3. Procesos de transporte y sedimentación y su importancia en ambos tipos de sistemas.

En lagos someros o lagunas que llegan a desecarse por evaporación, las sales en disolución en la columna de agua van sedimentando gradualmente formando un perfil vertical.

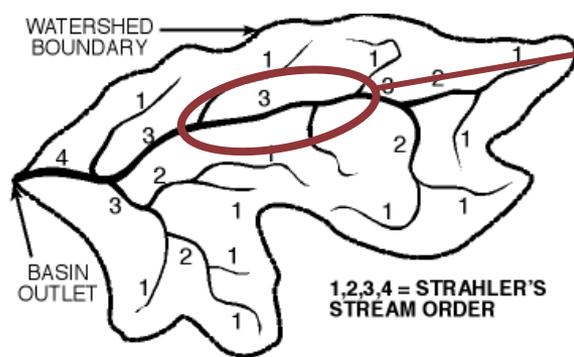


(mas información en [http://www.limarino.com.ar/AAC/lcstrfmr/lcstr\\_sstms\\_fmrs.html](http://www.limarino.com.ar/AAC/lcstrfmr/lcstr_sstms_fmrs.html). Imagen extraída de dicha página)

4. Los sistemas fluviales: escalas (cuenca, tramo y subtramo) y procesos.

# Organización jerárquica de un sistema fluvial y sus subsistemas. Se aporta la escala espacial lineal aproximada

(inspirado en Frissell et al. 1986)



## Escala de cuenca.

Se indican los órdenes de los cauces

$10^3$  m



## Escala de segmento del cauce

$10^2$  m

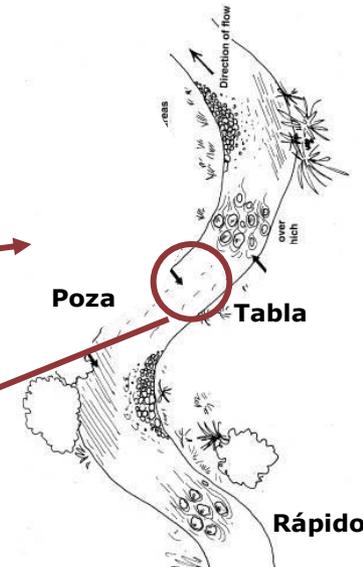
## Escala de tramo

$10^1$  m

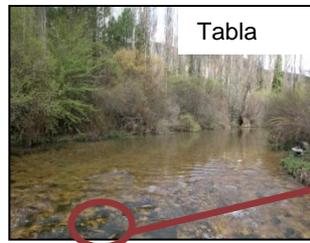
Poza

Tabla

Rápido



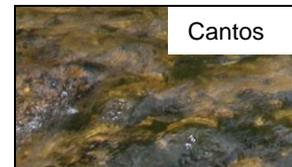
Rápido



Tabla

## Escala de hábitat

$10^0$  m



Cantos



Grava fina



Hojarasca

## Escala de microhábitat

$10^{-1}$  m

4. Los sistemas fluviales: escalas (cuenca, tramo y hábitat) y procesos.

**Procesos que controlan las características de los hábitats y sus diferentes escalas espaciales y temporales de actuación** (extraído de Frissell et al. 1986)

System level	Linear spatial scale <sup>a</sup> (m)	Evolutionary events <sup>b</sup>	Developmental processes <sup>c</sup>	Time scale of continuous potential persistence <sup>a</sup> (years)
Stream system	10 <sup>4</sup>	Tectonic uplift, subsidence; catastrophic volcanism; sea level changes; glaciation, climatic shifts	Planation; denudation; drainage network development	10 <sup>6</sup> –10 <sup>8</sup>
Segment system	10 <sup>2</sup>	Minor glaciation, volcanism; earthquakes; very large landslides; alluvial or colluvial valley infilling	Migration of tributary junctions and bedrock nickpoints; channel floor downwearing; development of new first-order channels	10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup>
Reach system	10 <sup>1</sup>	Debris torrents; landslides; log input or washout; channel shifts, cutoffs; channelization, diversion, or damming by man	Aggradation/degradation associated with large sediment-storing structures; bank erosion; riparian vegetation succession	10 <sup>2</sup> –10 <sup>3</sup>
Pool/riffle system	10 <sup>0</sup>	Input or washout of wood, boulders, etc.; small bank failures; flood scour or deposition; thalweg shifts; numerous human activities	Small-scale lateral or elevational changes in bedforms; minor bedload resorting	10 <sup>1</sup> –10 <sup>2</sup>
Microhabitat system	10 <sup>-1</sup>	Annual sediment, organic matter transport; scour of stationary substrates; seasonal macrophyte growth and cropping	Seasonal depth, velocity changes; accumulation of fines; microbial breakdown of organics; periphyton growth	10 <sup>0</sup> –10 <sup>-1</sup>

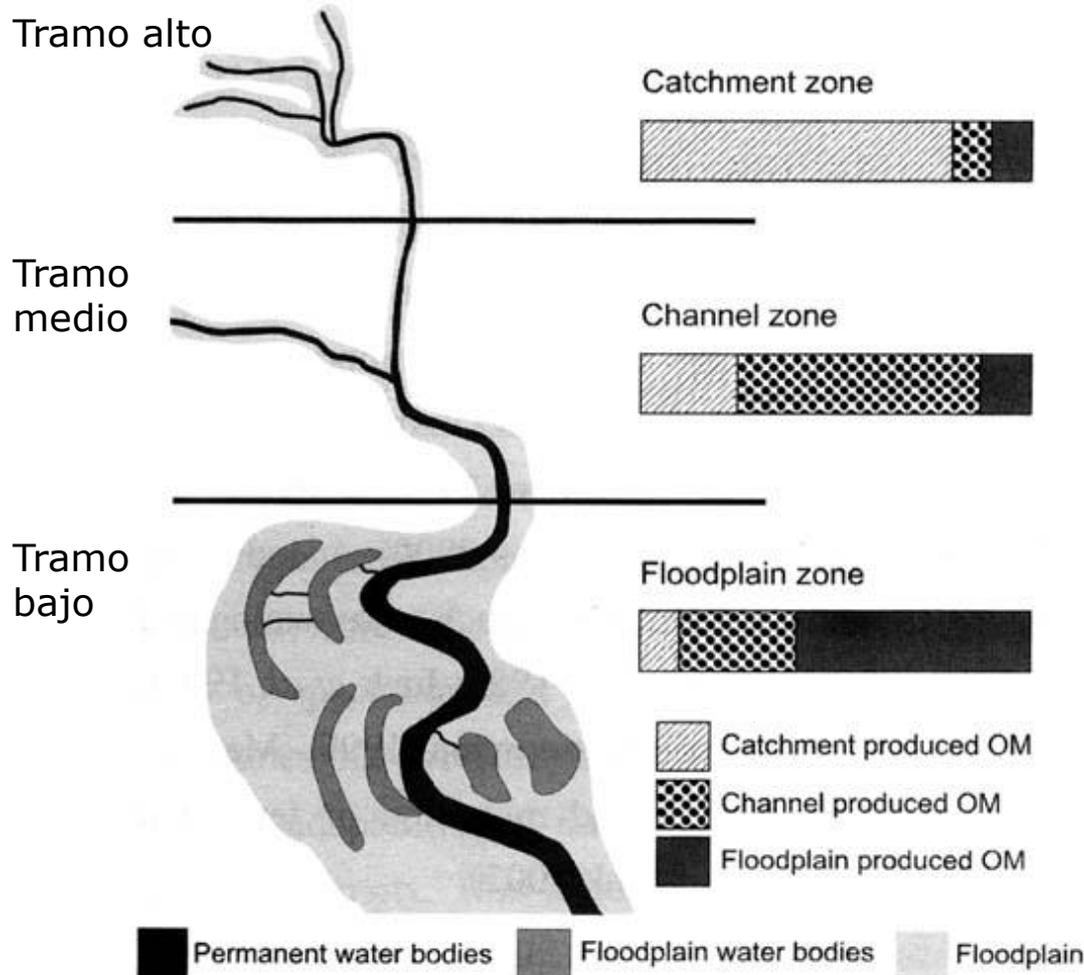
<sup>a</sup> Space and time scales indicated are appropriate for a second- or third-order mountain stream.

<sup>b</sup> Evolutionary events change potential capacity, that is, extrinsic forces that create and destroy systems at that scale.

<sup>c</sup> Developmental processes are intrinsic, progressive changes following a system's genesis in an evolutionary event.

(ver lectura complementaria Frissell et al, 1986)

4. Los sistemas fluviales: escalas (cuenca, tramo y hábitat) y procesos.



**Esquema de la aportación relativa de materia orgánica (OM) por parte de la cuenca, cauce fluvial y llanura de inundación para los distintos tramos del río: cabecera, tramo medio y bajo**

(Extraído de [www.fao.org](http://www.fao.org))

5. Principales conceptos sobre la organización de los sistemas fluviales

## The River Continuum Concept (RCC) (Vannote et al. 1980)

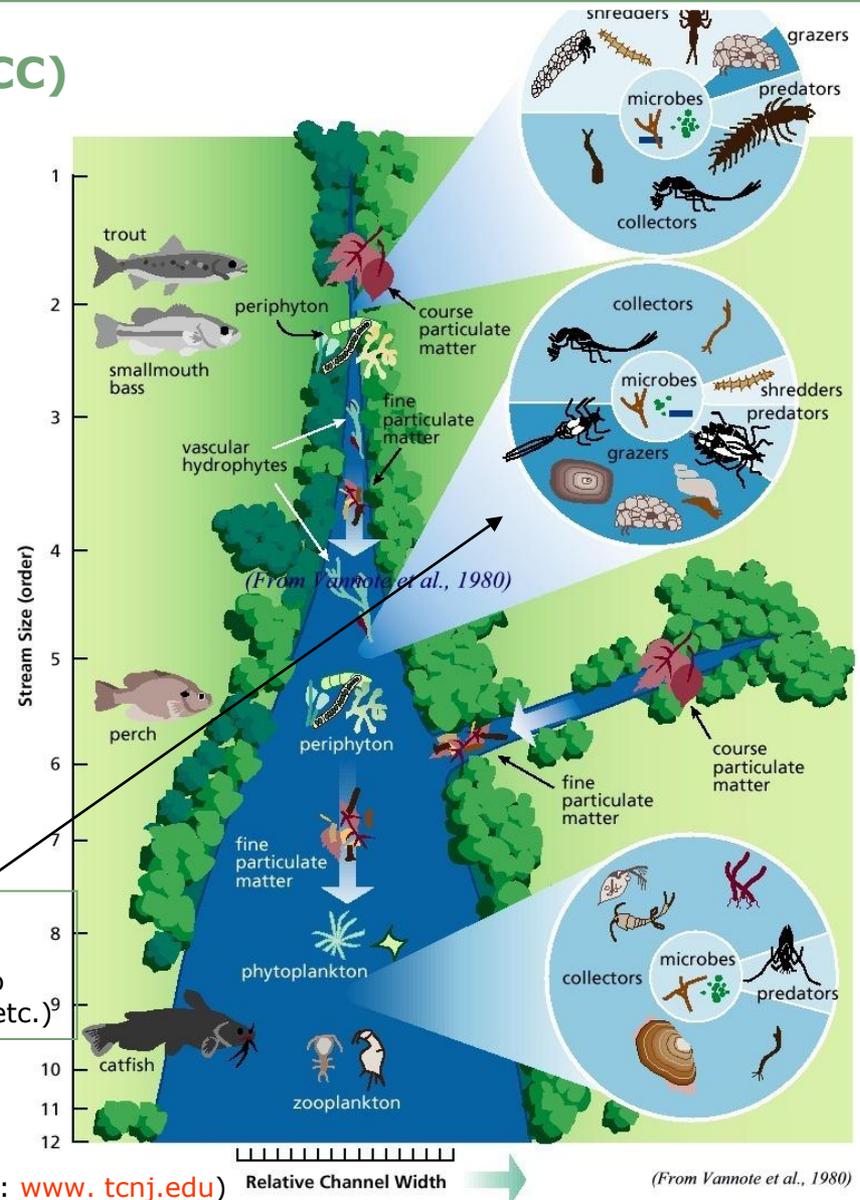
En 1980 Vannote y colaboradores publican el primer concepto teórico sobre funcionamiento de ríos "the river continuum concept" o el río como un continuo. Dicho modelo conceptual describe el gradiente de condiciones físicas y químicas, determinadas por factores geomorfológicos a escala de cuenca (pendiente, relieve, etc), y sus resultantes respuestas bióticas en los sistemas fluviales desde cabecera a desembocadura.

Bajo este concepto, los sistemas fluviales son vistos como sistemas integrados longitudinalmente, existiendo una fuerte dependencia entre el funcionamiento del río (procesado de materia orgánica, producción primaria, etc) en un tramo dado, y aquellos procesos que tienen lugar aguas arriba

La composición de las comunidades de macroinvertebrados va cambiando según el gradiente longitudinal y el sustrato energético disponible (materia particulada gruesa, fina, etc.)

Leer

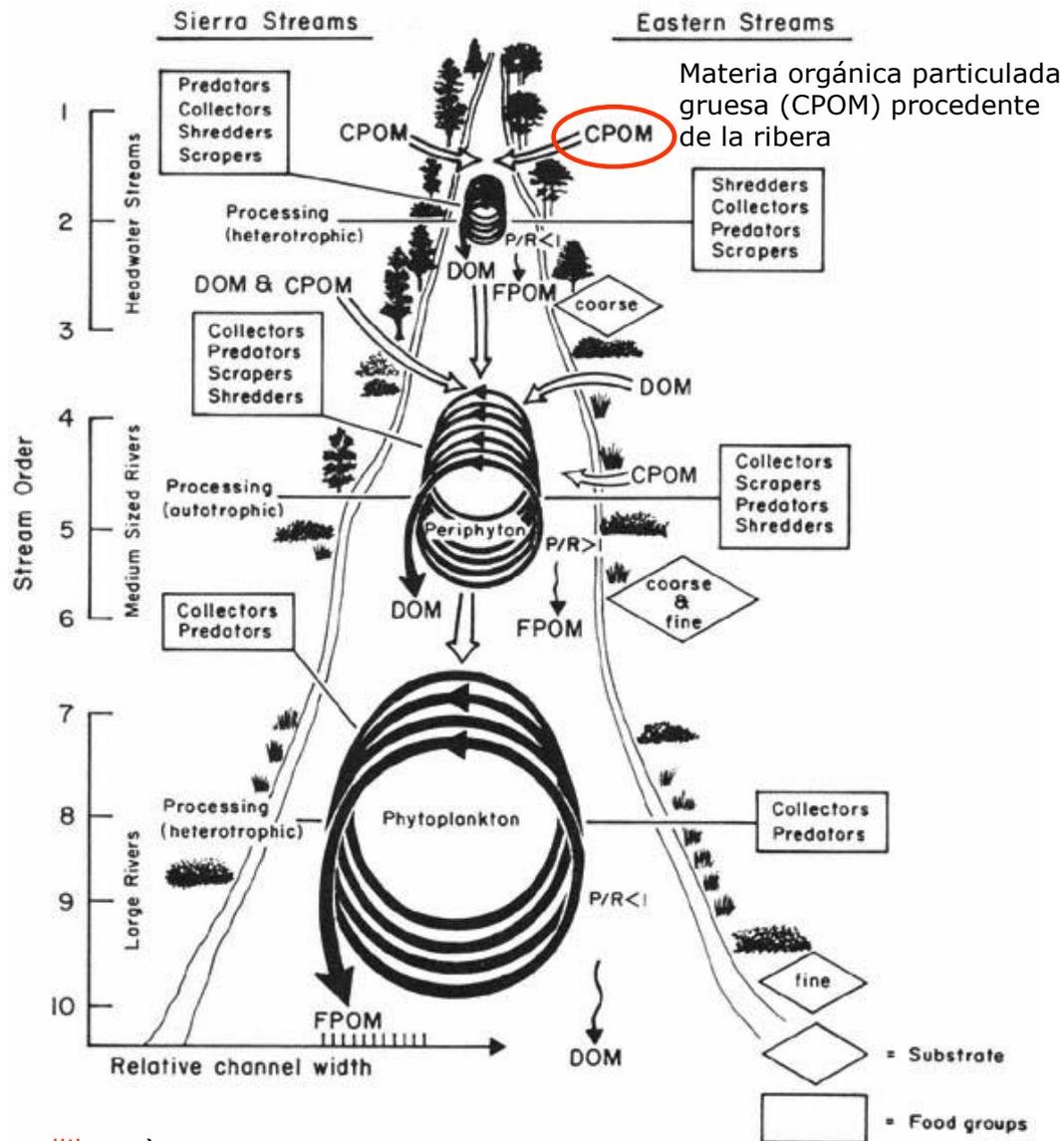
[www.cotf.edu/ete/modules/waterq/wqcontinuum.html](http://www.cotf.edu/ete/modules/waterq/wqcontinuum.html)



5. Principales conceptos sobre la organización de los sistemas fluviales

El modelo del **RCC**, por ejemplo, asume que en las cabeceras de los ríos, de cauces estrechos y abundante vegetación de ribera, la producción primaria es escasa (baja incidencia solar) y la principal entrada de energía se produce por los aportes de la zona de ribera (en forma de hojarasca). Esta materia (CPOM) tras ser parcialmente procesada por los organismos acuáticos de estos tramos (principalmente trituradores) es exportada aguas abajo y constituye el sustrato energético básico para estas comunidades. De la misma manera, al ensancharse los cauces y permitir una mayor incidencia solar la producción primaria es mayor, aparecen macrófitos y las comunidades biológicas difieren de las de cabecera.

(Ver también Lección 10)

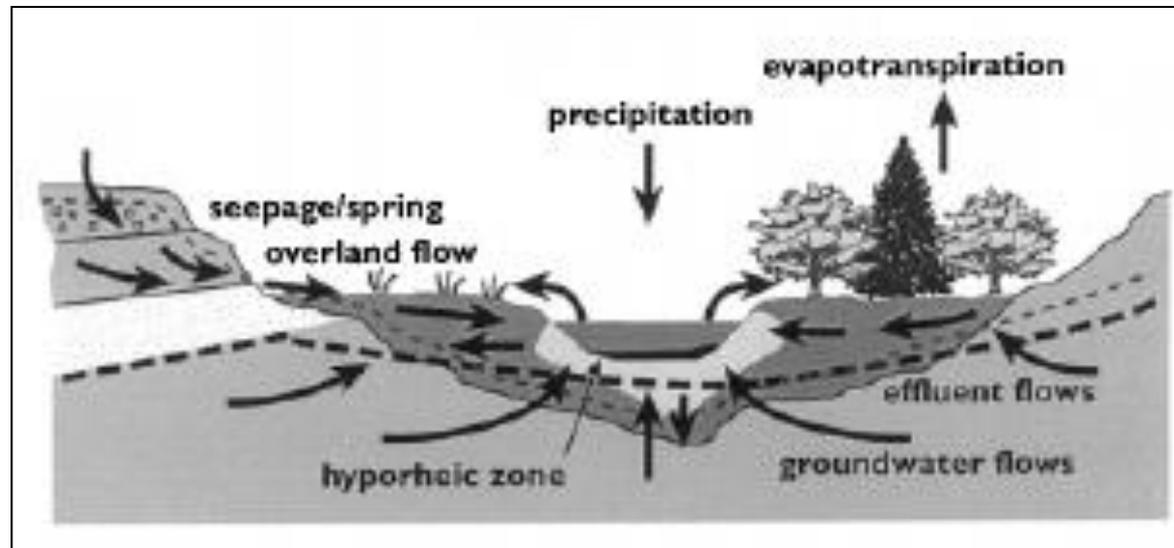


(imagen extraída de: [publishing.cdlib.org](http://publishing.cdlib.org))

5. Principales conceptos sobre la organización de los sistemas fluviales

## El concepto de los sistemas fluviales como un conjunto de subsistemas: *el ecosistema ripario-fluvial*

Un modelo de funcionamiento más avanzado que el anteriormente descrito, considera a los sistemas fluviales como un conjunto de subsistemas entre los que se produce un intercambio de materia y energía: “**el ecosistema ripario-fluvial**”. Este nuevo concepto, a diferencia del **RCC** reconoce la importancia de las conexiones laterales y verticales (interconexión con sedimentos y zona riparia) en la estructura y funcionamiento de los sistemas lóticos



( Extraído de Grimm et al., 1991. Contribution of the hyporheic zone to stability of an arid-land stream. *Verh. Internat.Verein. Limnol* 24:1595-1599)

5. Principales conceptos sobre la organización de los sistemas fluviales

**The flood pulse concept (Junk et al., 1989)**

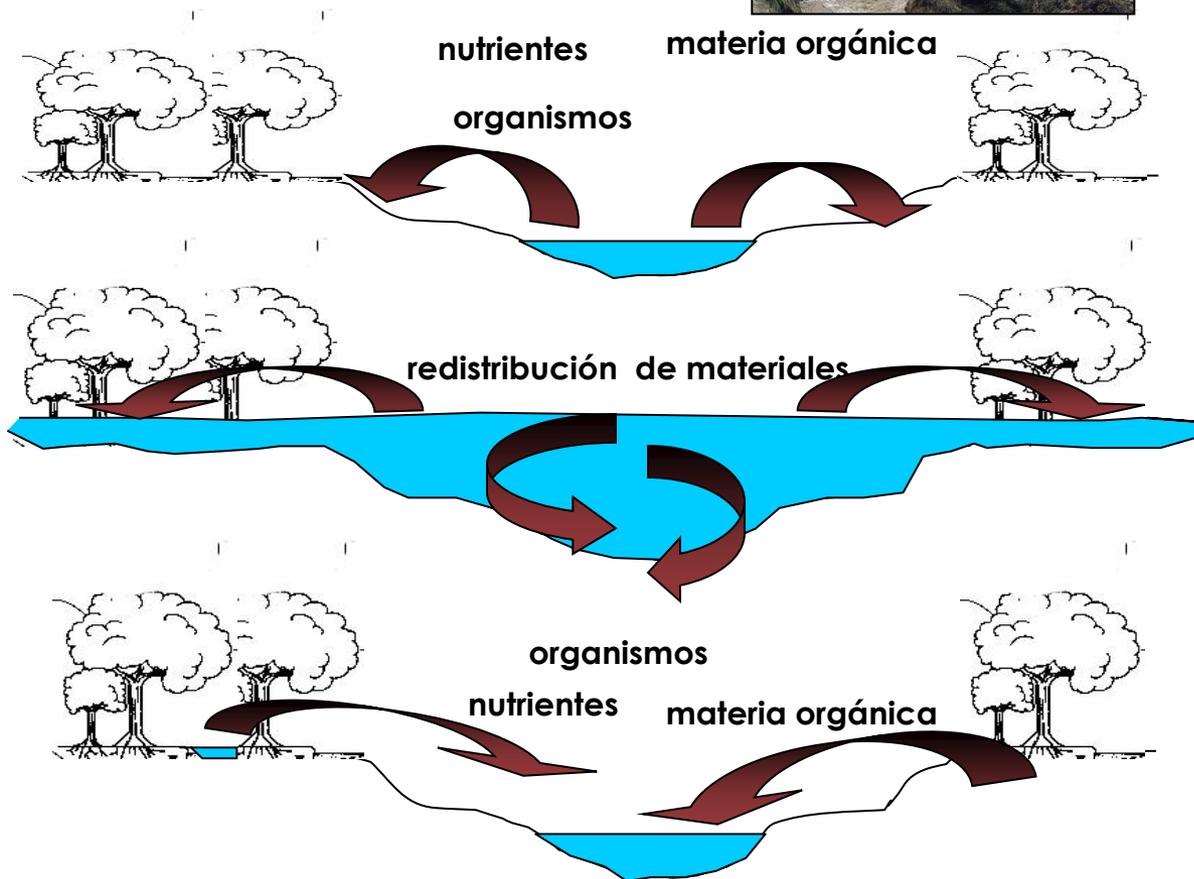


Este concepto de funcionamiento surge para explicar como funcionan los ríos y arroyos sometidos a riadas o crecidas. Este concepto postula que:

- Las avenidas de agua constituyen el elemento fundamental del funcionamiento del río
- Conforme incrementa el grado de interacción entre el río y su llanura de inundación aumenta la productividad del río

Durante la crecida de agua la interacción del agua del cauce con la llanura de inundación es muy intensa.

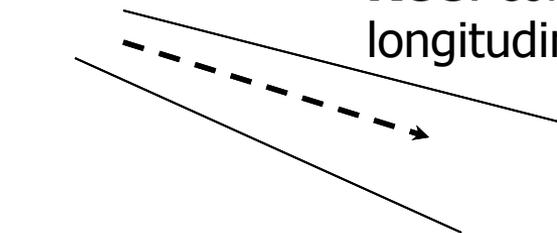
Se produce una redistribución de materiales (detritus, solutos, etc.) por la llanura aluvial. Tras la crecida y conforme el sistema vuelve a su condición previa a la perturbación, la llanura aluvial exporta una importante cantidad de materia al cauce, que será procesada en él.



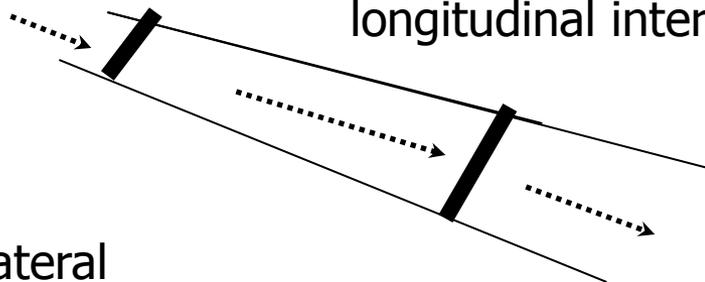
5. Principales conceptos sobre la organización de los sistemas fluviales

## Resumen diferentes modelos funcionamiento de ríos

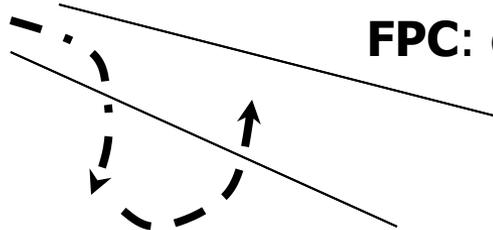
**RCC:** conectividad longitudinal



**SDC:** conectividad longitudinal interrumpida



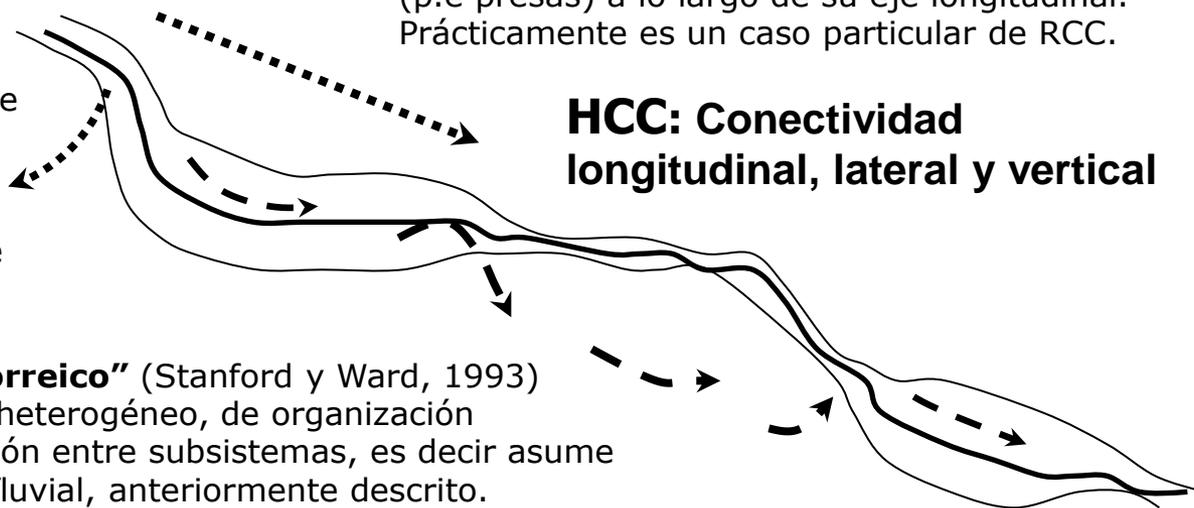
**FPC:** conectividad lateral



Este modelo **"the serial discontinuity concept"**, (**SDC**), establece el funcionamiento de un río o arroyo que presenta continuas discontinuidades (p.e presas) a lo largo de su eje longitudinal. Prácticamente es un caso particular de RCC.

El **"flood pulse concept"**, (**FPC**), incorpora el concepto de la importancia de la conexión entre el río y su llanura de inundación, introduce, en relación al RCC, el concepto de la conectividad lateral.

**"concepto del corredor hiporreico"** (Stanford y Ward, 1993) (**HCC**) El río como un sistema heterogéneo, de organización jerárquica. Considera la conexión entre subsistemas, es decir asume la idea del ecosistema ripario-fluvial, anteriormente descrito.



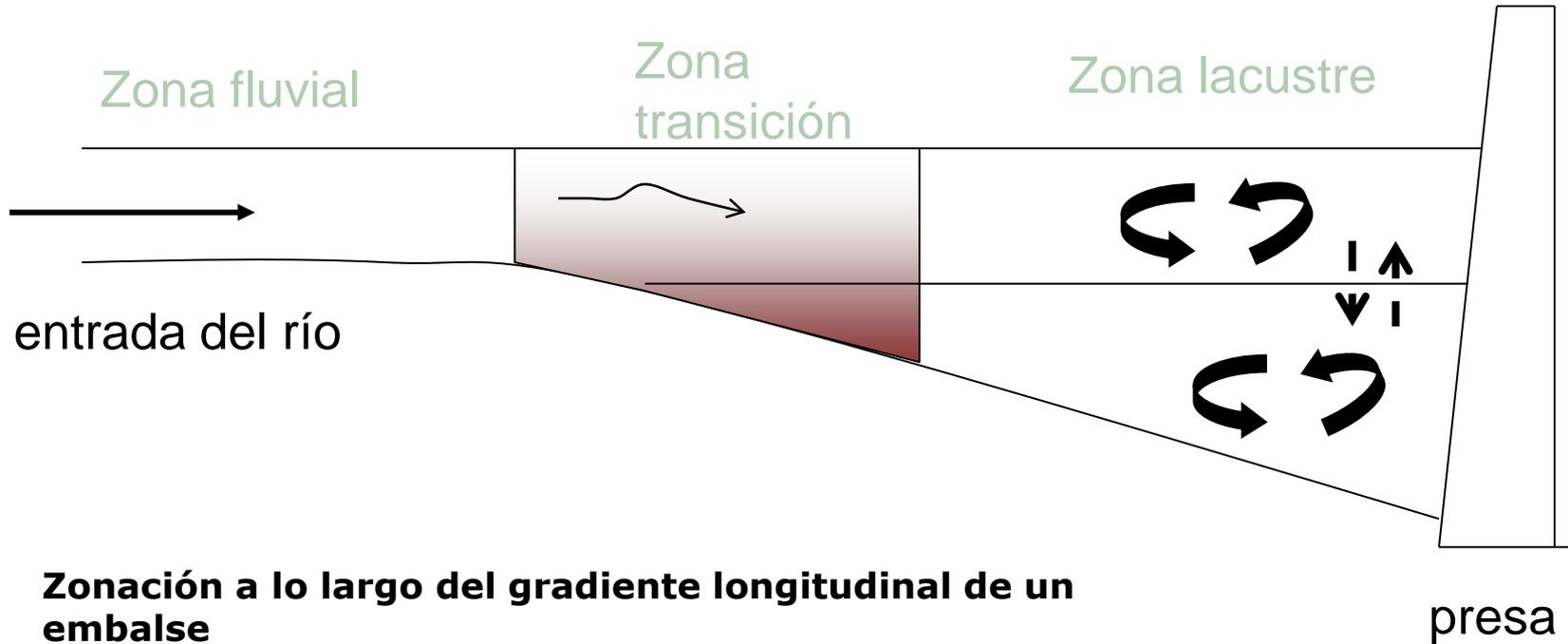
**HCC: Conectividad longitudinal, lateral y vertical**

(mas información en <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/13691/1/Gomez-03.pdf>, lectura obligatoria

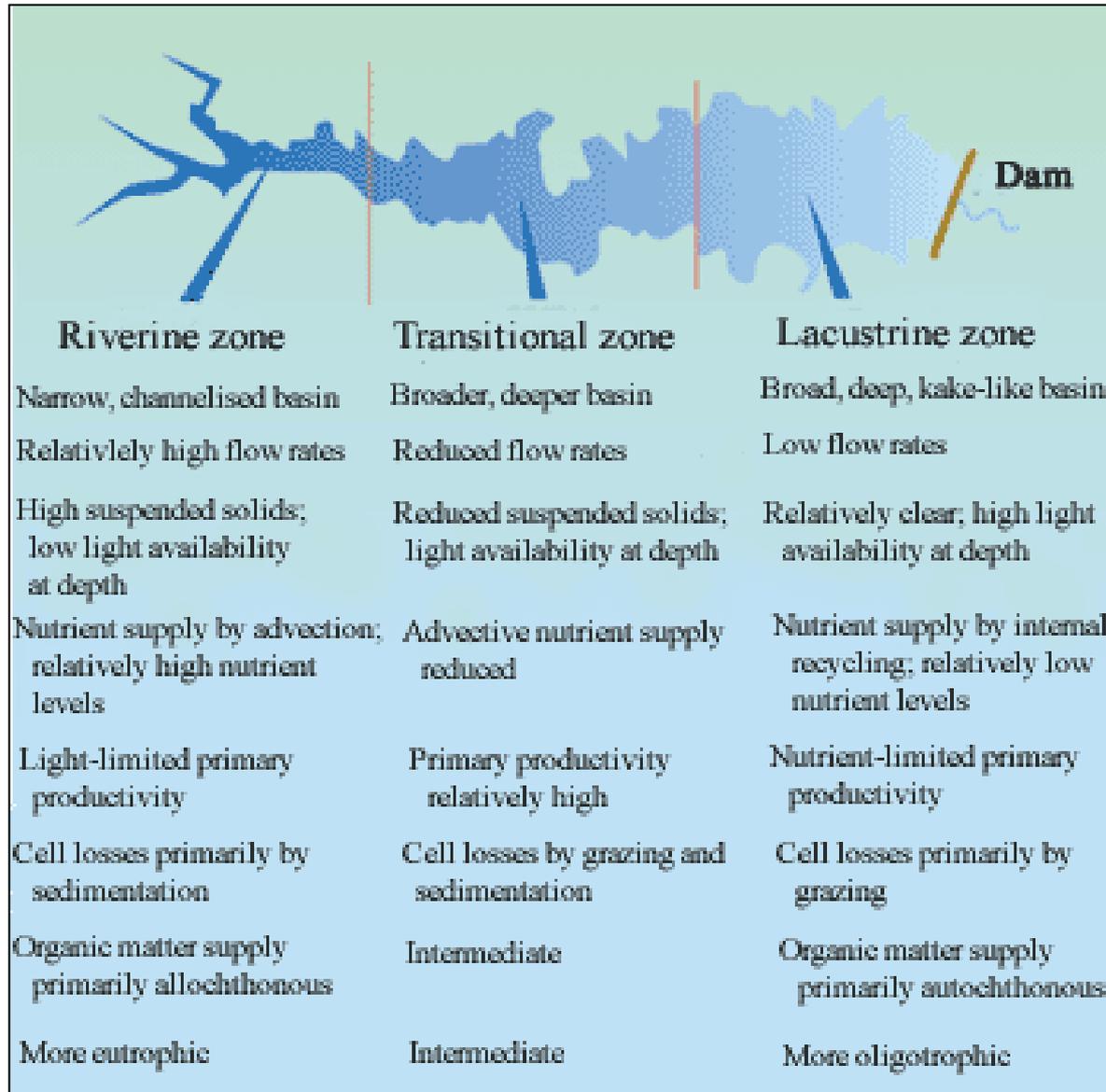
6. Otros ecosistemas acuáticos: embalses y humedales

## Los Embalses

Los embalses, sistemas artificiales ampliamente distribuidos en el planeta, representa un sistema mixto entre los sistemas fluviales y lacustres. Todas las consideraciones realizadas para sistemas lóticos y leníticos puede así ser aplicadas al funcionamiento de los embalses. Sin embargo hay que tener en cuenta que, debido al control hidrológico realizado en los embalses, las fluctuaciones del nivel de agua en estos sistemas serán fundamentalmente artificiales.



6. Otros ecosistemas acuáticos: embalses y humedales



## Zonación a lo largo del gradiente longitudinal de un embalse

(extraído de [www.unep.or.jp](http://www.unep.or.jp))

Características de las distintas zonas que podemos distinguir en un embalse. La diferenciación de éstas será mayor cuanto mayor sea la superficie del embalse.

## 6. Otros ecosistemas acuáticos: embalses y humedales

Vista de la zona de transición o "colas" del Embalse de Puentes. Esta zona de transición o "ecotono" presenta una elevada diversidad de condiciones y por tanto de organismos. Desde el punto de vista ecológico son zonas de elevado valor.



Embalse de Puentes (Lorca, Murcia)

6. Otros ecosistemas acuáticos: embalses y humedales

**Zona  
lacustre  
del  
Embalse  
del Argos**

Se aprecian  
las orillas  
desprovistas  
de  
vegetación  
propias de  
los  
embalses



6. Otros ecosistemas acuáticos: embalses y humedales

## Los Humedales

Los humedales se definen como sistemas ecotono entre los estrictamente acuáticos y terrestres. Se encuentran entre los sistemas más diversos del planeta y engloban a una elevada variedad de sistemas diferentes: bosques de ribera, fuentes y manantiales, turberas, marismas, deltas y estuarios, sotos y prados húmedos y criptohumedales (en las fotos).

Además de una importante diversidad biológica, los humedales son altamente heterogéneos entre tipos. Aunque la presencia de una descarga de agua subterránea es una propiedad común a todos ellos, la presencia o no de un flujo de agua superficial, su carácter permanente o temporal y el tipo de vegetación, son algunas de las características que los diferencian. Su estudio es complejo y no es fácil hablar de una estructura común a todos ellos.

**Rambla de Ajauque, (Fortuna, Murcia)**

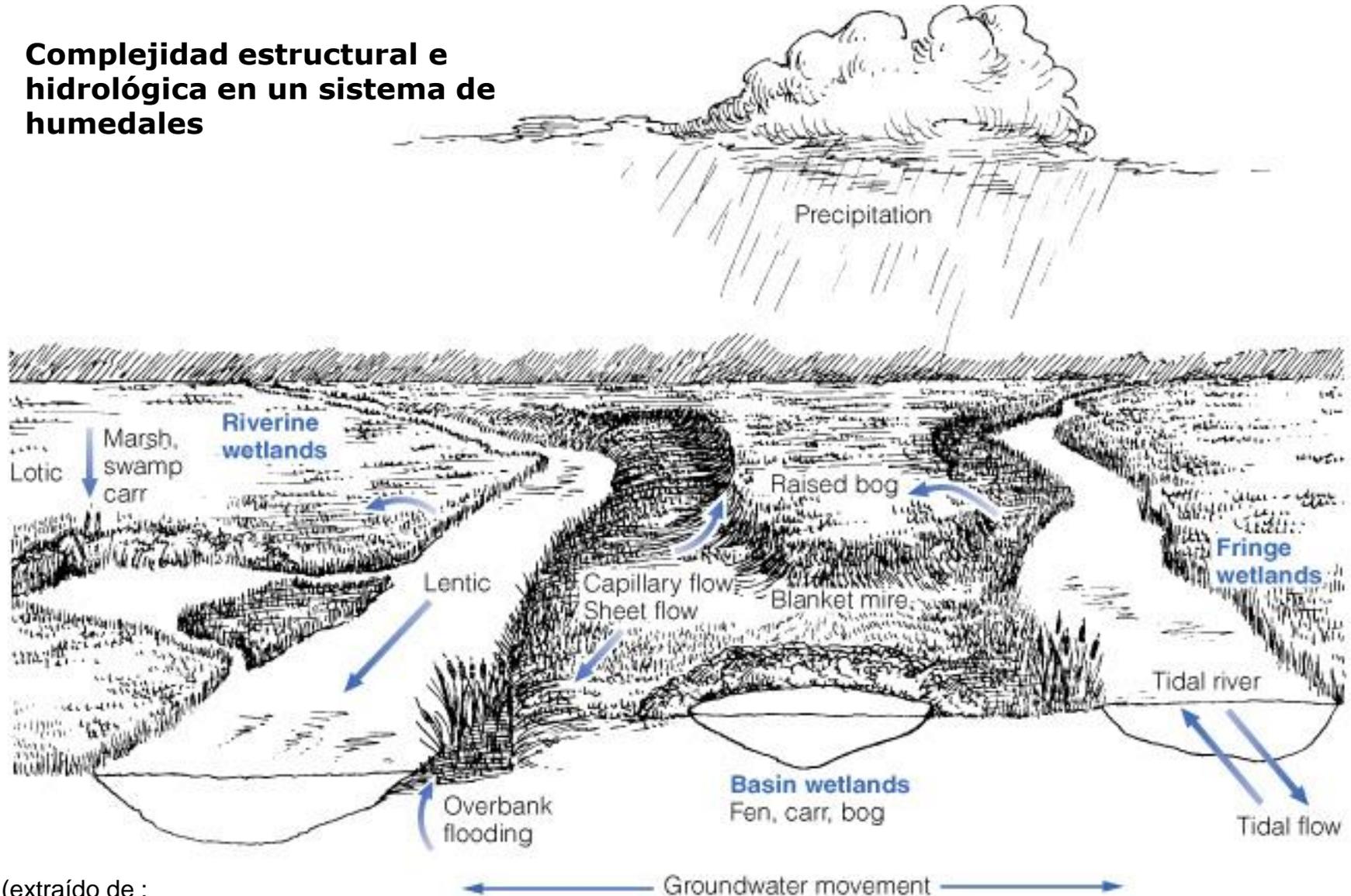


**Humedal de Ajauque (Fortuna, Murcia)**



6. Otros ecosistemas acuáticos: embalses y humedales

### Complejidad estructural e hidrológica en un sistema de humedales



(extraído de :

<http://www.uam.es/departamentos/ciencias/ecologia/CARPETAS%20ASIG/limnologia/limnologia.pdf>

## 7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

Sistemas lóticos y leníticos están sometidos a una variabilidad temporal marcada por los cambios, fundamentalmente hidrológicos, que se producen como consecuencia de la propia variabilidad climática (régimen de precipitaciones) entre años (**variabilidad inter-anual**) o a lo largo de un mismo año (**variabilidad intra-anual**).

Los cambios hidrológicos **estacionales** (variabilidad estacional) quedarían dentro de lo que sería la variabilidad intra-anual, pero a diferencia de otras fuentes de variación intra-anual, **los cambios estacionales son cíclicos**. En la primavera es típico esperar un incremento de los caudales y en general, del volumen de agua en los sistemas acuáticos a causa del deshielo. En las zonas más áridas conforme nos aproximamos al verano (estiaje) cabe esperar una disminución de los caudales y del volumen de agua en lagos y embalses. En otoño-invierno, las mayores precipitaciones también incrementan los caudales superficiales.



Incremento de caudales en la Rambla de la Rogativa, Nerpio, durante el deshielo.

## 7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

Ligado a las estaciones climáticas del año, se producen además de las fluctuaciones hidrológicas, otros cambios (variación de la temperatura, horas de luz) que afectan de forma decisiva al ciclo de vida y desarrollo de los organismos. Estos cambios biológicos (incrementos de biomasa, eclosión de huevos, germinación de semillas, presencia de nuevos organismos) afectarán de forma clara a la estructura y función de los sistemas acuáticos.

En este contexto de variabilidad temporal las riadas y sequías constituyen los extremos de un gradiente de variabilidad hidrológica a los que están sometidos, de forma natural (perturbaciones naturales) un elevado número de sistemas acuáticos.

Dada la importancia de estas perturbaciones en la estructura y funcionamiento de los sistemas acuáticos a continuación nos centraremos en las mismas como objeto de análisis de la variabilidad temporal



Riada en el Río Chicamo, Abanilla, Murcia



Desecación de un humedal durante el estiaje en Abanilla, Murcia

7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

## El efecto de las riadas en los ecosistemas acuáticos

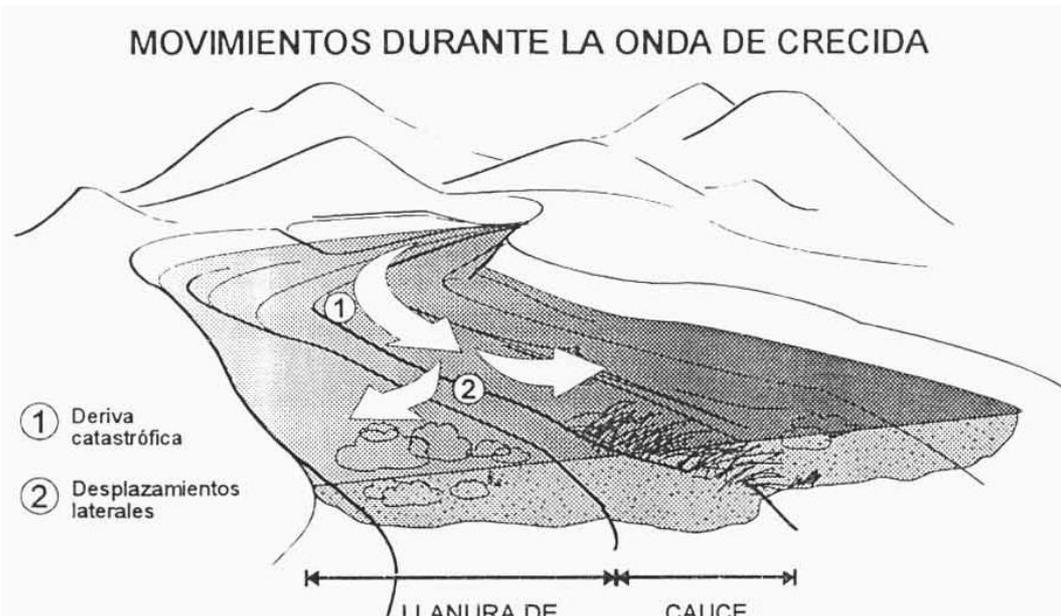
Todos los sistemas acuáticos (lagos, lagunas, humedales, ríos y arroyos) pueden verse afectados por el incremento del volumen de agua que albergan o que transportan, sin embargo las riadas o crecidas afectan de forma exclusiva a los sistemas lóticos.

Podemos definir una riada como una crecida impetuosa del nivel de las aguas de un río o arroyo ocasionada por precipitaciones intensas o por una rápida fusión de las nieves de las montañas. En la propia definición queda implícito que las riadas son fenómenos imprevisibles cuya ocurrencia no se puede predecir. Durante una riada el agua desbordada del cauce fluye por la llanura de inundación.

Las riadas producen un lavado intenso de los cauces y la eliminación del mismo de un elevado número de organismos (plantas y animales).

Durante la onda de crecida, los organismos pueden ser arrastrados violentamente aguas abajo (deriva catastrófica) o bien sufrir un desplazamiento lateral hacia la llanura aluvial.

Otros organismos, con capacidad de vuelo, pueden escapar de la onda de crecida dirigiéndose hacia zonas de flujo más estable.



Mecanismos de recolonización de un cauce tras una riada (Ortega et al, 1991)

7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

Tras el paso de la onda de crecida los organismos desplazados tienen mecanismos (**mecanismos de resiliencia**) para recolonizar de nuevo sus hábitats.

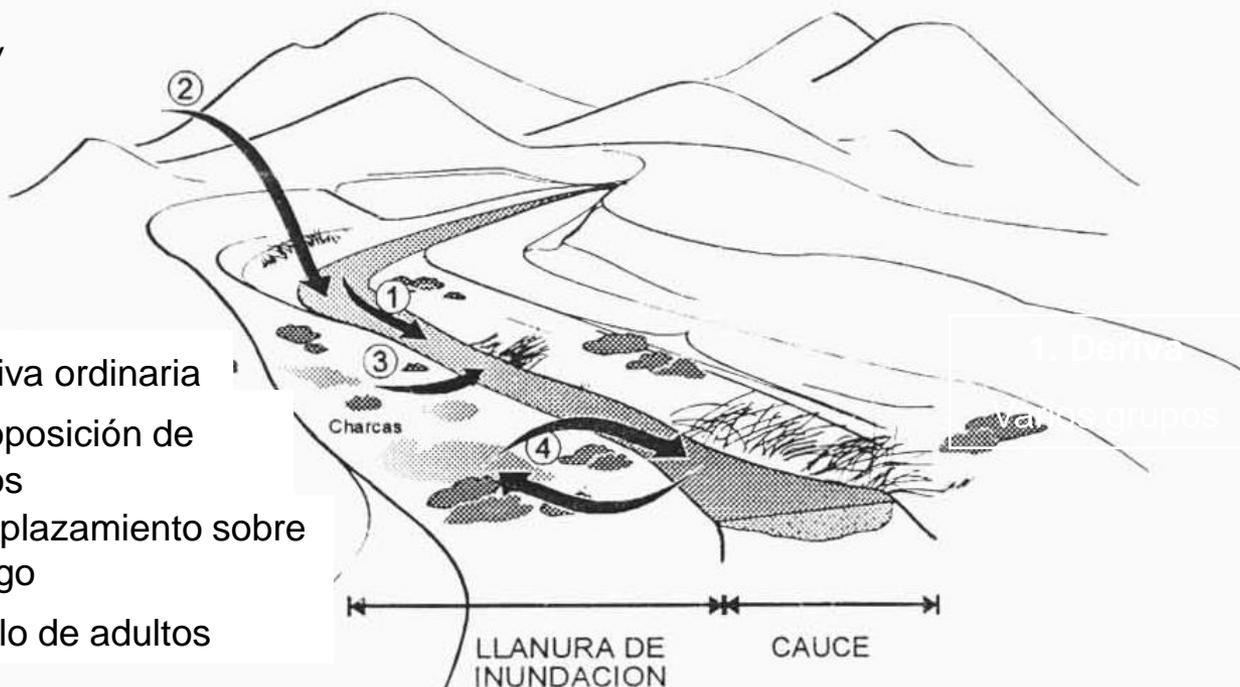
Otros sin embargo, presentan estrategias para "aguantar" la perturbación (**mecanismos de resistencia**). Algunos ejemplos serían la capacidad de ciertos macroinvertebrados de enterrarse en el lecho del cauce, la flexibilidad de la vegetación de ribera (juncos, cañas....) para soportar la onda de crecida, etc.

Además de su efecto sobre la comunidad de organismos, las crecidas afectan: a la **geomorfología** del cauce (aporte de sedimentos, socavamiento del lecho, etc) y **condiciones físico-químicas** del agua (turbidez, concentración de solutos, etc).

Lógicamente todos estos cambios afectarán al funcionamiento del sistema (producción primaria, descomposición de la materia orgánica, respiración de la comunidad, etc).

MOVIMIENTOS DESPUES DE LA ONDA DE CRECIDA

- 1 Deriva ordinaria
- 2 Ovoposición de adultos
- 3 Desplazamiento sobre el fango
- 4 Vuelo de adultos



Mecanismos de recolonización de un cauce tras una riada (Ortega et al, 1991)

7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

## El efecto de la sequía en los ecosistemas acuáticos

A diferencia de las crecidas, la sequía, al menos en los sistemas acuáticos temporales, es una perturbación predecible, ya que ésta tiende a ocurrir durante los meses de estiaje (final primavera-verano), cuando el volumen y caudal de agua se reduce notablemente. Lo que es menos predecible y puede cambiar inter-anualmente, es la duración del estiaje. El momento en que comienza y cuando termina. De forma diferente nos referimos a la sequía que ocurre por una sobreexplotación del recurso o la derivación de caudales, ésta no es predecible y está condicionada a la actividad humana.

De igual manera a las crecidas, los organismos presentan mecanismos (de resistencia o resiliencia) para enfrentarse a esta perturbación. El estiaje también influye en la estructura y funcionamiento del ecosistema ya que altera, reduciéndola, la actividad de los organismos (macro y micro) y las condiciones físicas y químicas ( $T^a$ , conductividad, nutrientes, condiciones redox de los sedimentos, etc) del agua.

El estudio de los procesos bióticos y abióticos, que tienen lugar durante los periodos de estiaje es en la actualidad particularmente interesante en el contexto del cambio climático global, cuyas perspectivas auguran un incremento de los sistemas acuáticos temporales (aquellos que dejan de presentar agua en algún/os periodos del año)



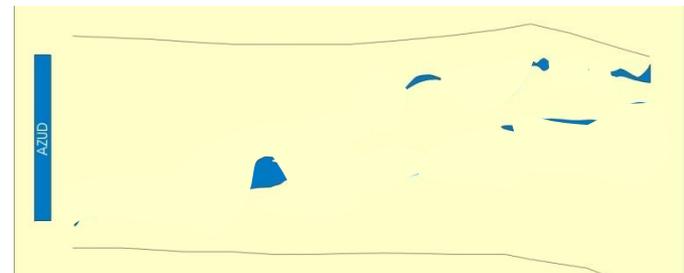
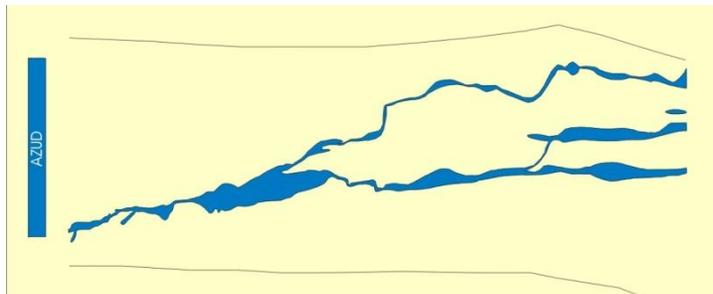
## 7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

La sequía puede afectar tanto a los sistemas fluviales (lóticos) como a lagos, lagunas o humedales. De hecho, la presencia de **charcas o lagunas temporales** es una característica del área mediterránea

Imágenes de un humedal y de una charca temporal en la Región de Murcia



Mientras que en los sistemas leníticos la sequía ocasiona una disminución o pérdida total de la superficie y volumen de la lámina de agua, en los sistemas lóticos además, de produce una fragmentación de la lámina de agua. Es común que los sistemas fluviales temporales durante el estiaje, queden constituidos por un rosario de charcas aisladas que pueden terminar o no, de secarse.



Las pozas, reservorio de especies recolonizadoras tras el estiaje

7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)



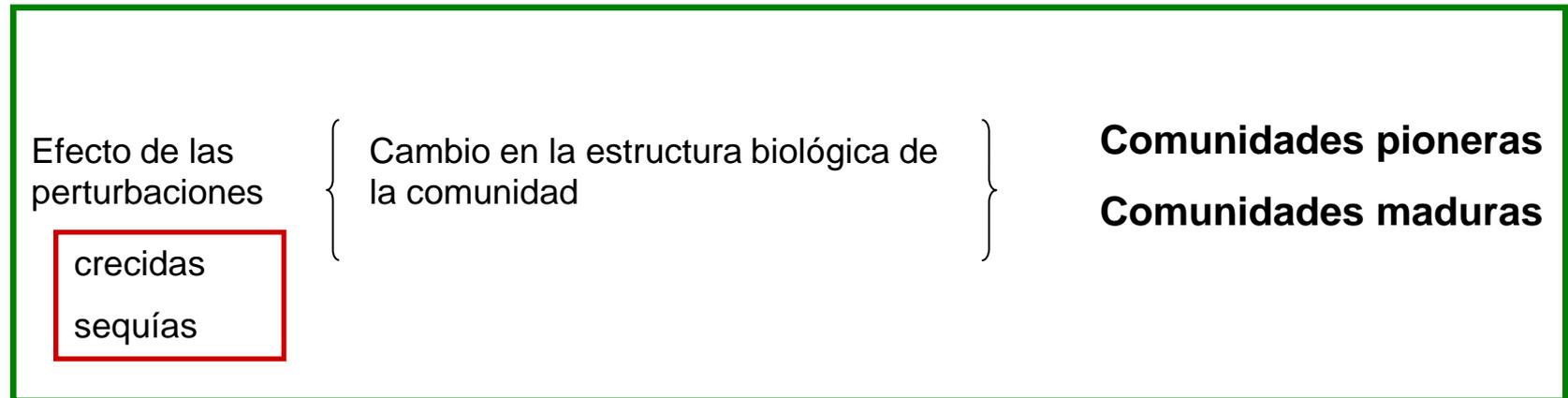
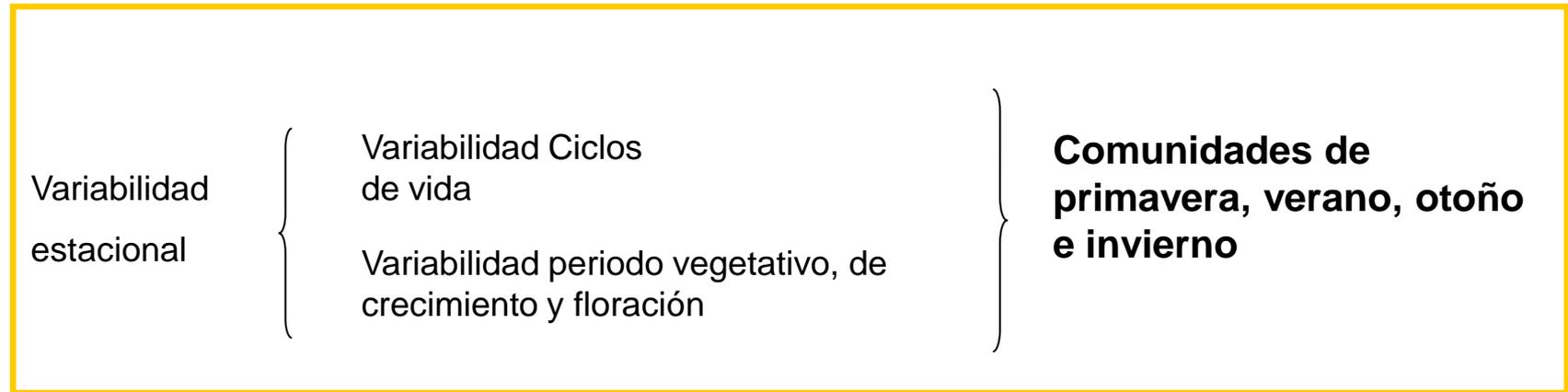
estiaje

### El dinamismo temporal de los ecosistemas acuáticos

Aspecto del mismo tramo fluvial al comienzo del estiaje y tras un periodo prolongado del mismo. La vegetación de ribera coloniza los sedimentos del lecho del cauce (zona parafluvial), que han quedado expuestos al descender el nivel del agua. Si se produce una crecida de agua importante la situación podría volver a su estado inicial sino, la nueva vegetación bien desarrollada será capaz de resistir las crecidas del agua y el lecho del cauce cambiará definitivamente.

7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

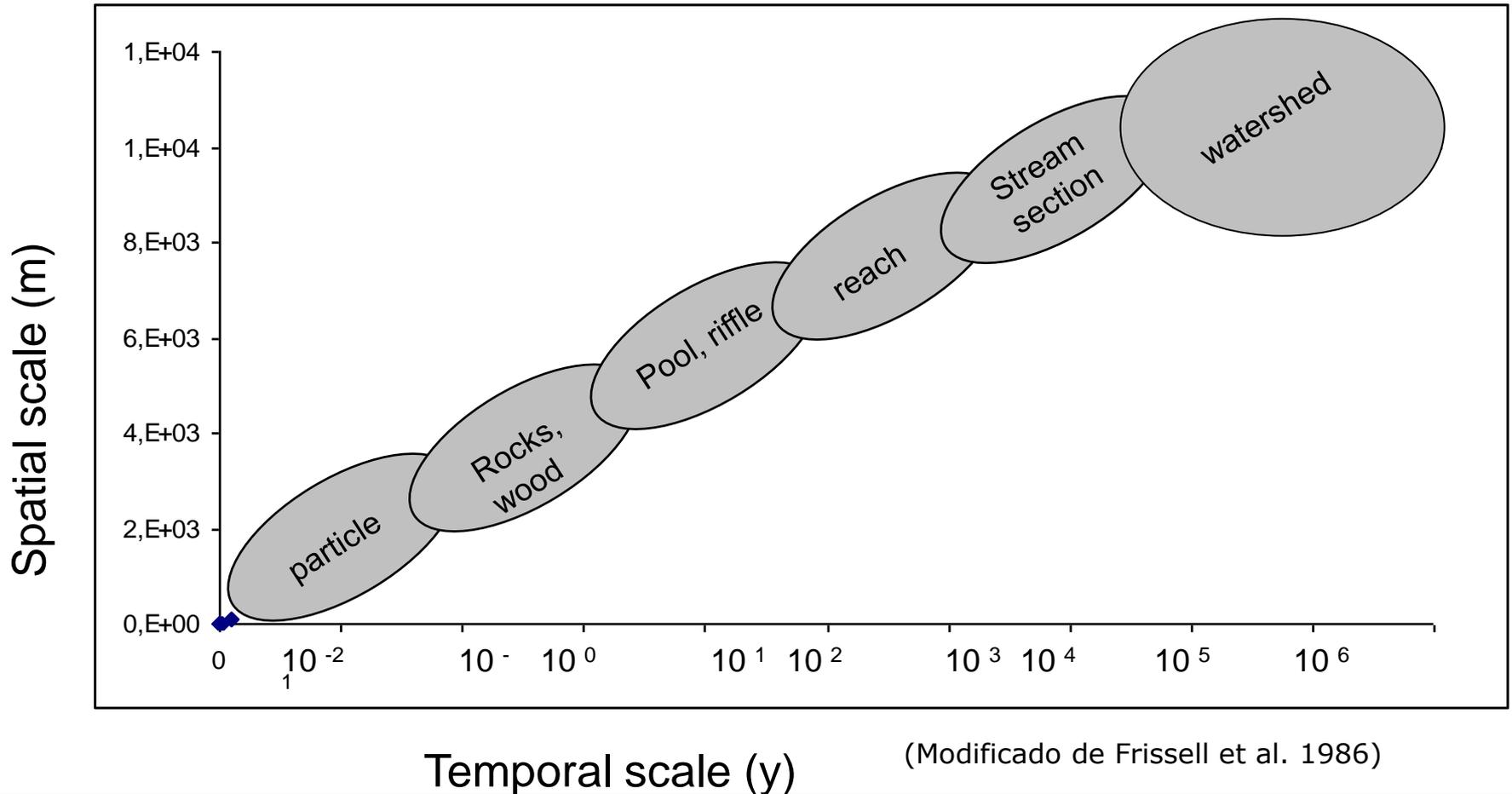
La **heterogeneidad temporal** en los sistemas acuáticos



7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

### Representación jerárquica de los cambios geomorfológicos en sistemas fluviales

Conforme incrementa la escala espacial considerada, la escala de tiempo necesaria para que se produzca un cambio a dicha escala incrementa de forma lineal. Extrapolable a los sistemas leníticos igualmente.



7. La heterogeneidad temporal: variabilidad del régimen hidrológico. Principales perturbaciones (riadas y sequías)

### Representación jerárquica de los cambios bióticos en sistemas fluviales

Para distintos tipos de organismos, la escala de tiempo necesaria para que se produzca un cambio en la estructura de sus comunidades o procesos que llevan a cabo, varía. Extrapolable a los sistemas leníticos igualmente.

