Seminario Taller

"Gestión del riesgo y Restauración de ecosistemas acuáticos continentales"

LA RESTAURACION FLUVIAL DESDE UNA PERSPECTIVA FUNCIONAL DEL ECOSISTEMA

Dr. Joserra Díez

Universidad de Cauca. Popayán (Cauca, Colombia) 22 abril 2015

Restauración fluvial. Qué es?

- Conjunto de actividades encaminadas a devolver al río su estructura y funcionamiento como ecosistema,

- Es decir, maximizar los servicios del ecosistema y minimizar los riesgos derivados de su transformación

- De acuerdo a unos procesos y una dinámica equivalentes a las condiciones naturales, o de "referencia del buen estado ecológico"

Teoría de la restauración

Conocer bien las características que hemos perdido

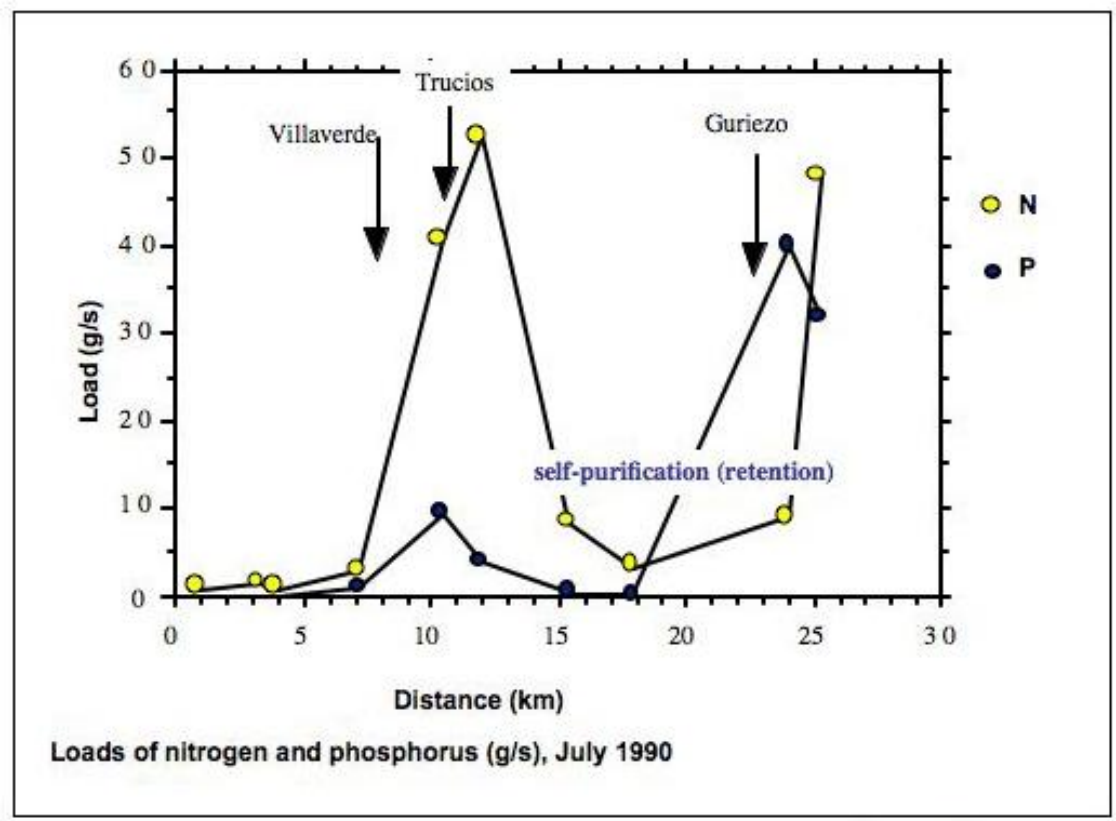
Atender tanto a la estructura como al funcionamiento del ecosistema

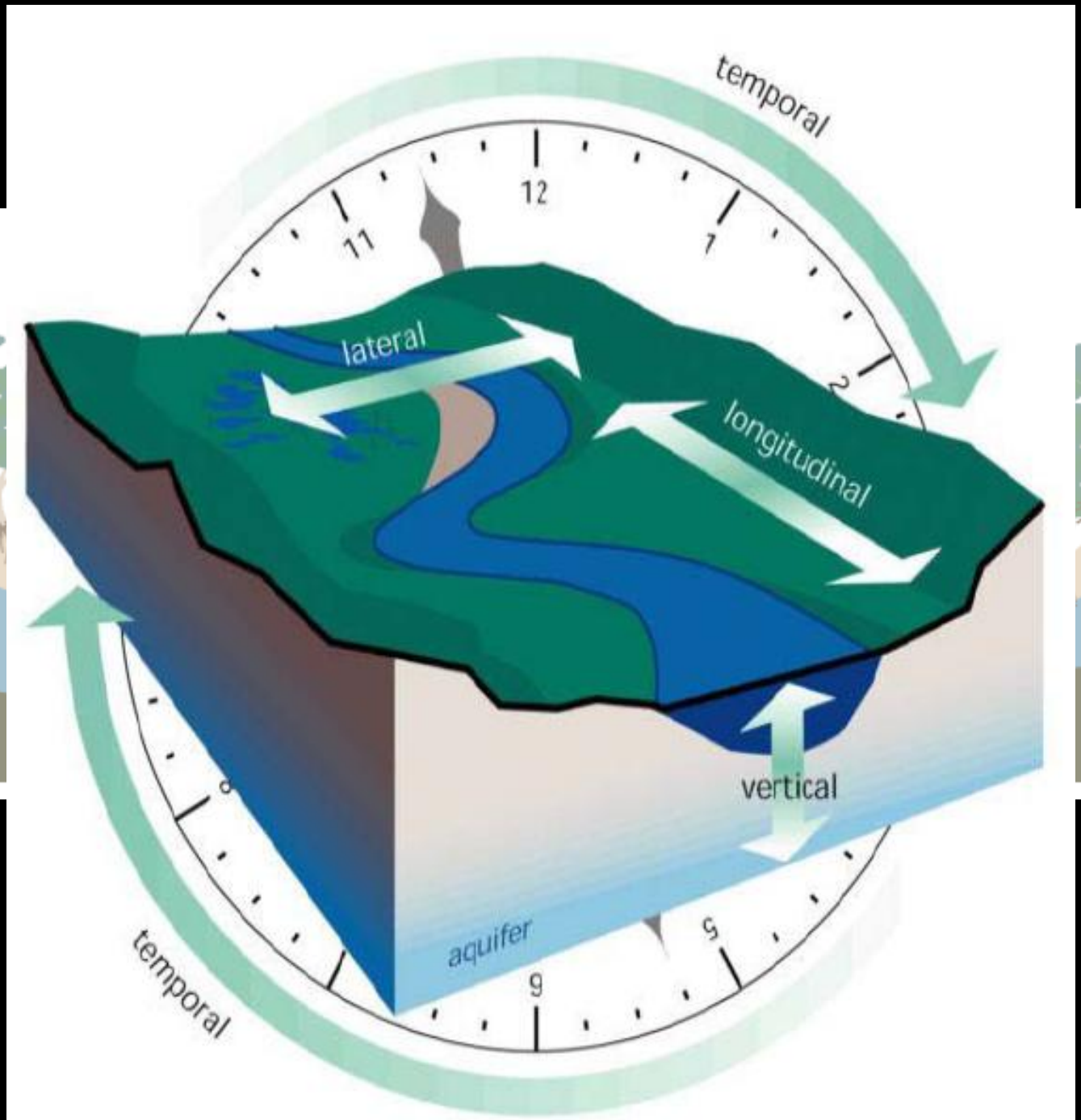
Aplicar la filosofía del médico de urgencias: *centrarse en lo importante*

Modified from Bradshaw, 1983. *J. Appl. Ecol.*

¿Por qué preocuparse por el funcionamiento?

- ✓ Porque es un componente esencial de la salud de fluvial
- ✓ Porque puede afectar a la estructura
- ✓ Porque de él dependen los servicios ecosistémicos




temporal
lateral
longitudinal
vertical
aquifer
temporal

Estrategias de restauración

1º. **Conservar** los tramos en muy buen estado ecológico

2º. **Proteger** los tramos en buen estado ecológico, eliminando amenazas de degradación

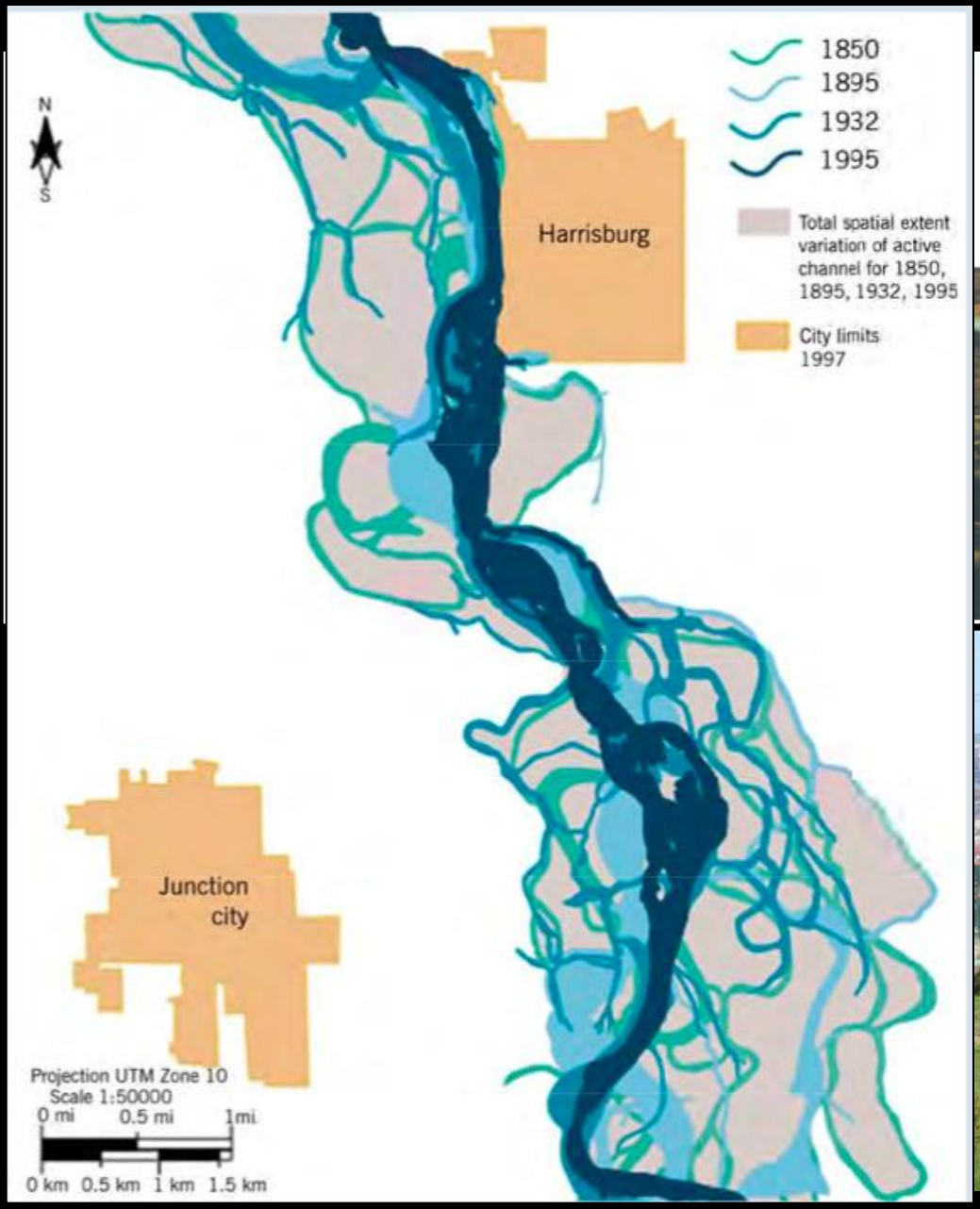
3º. **Restaurar** los tramos alterados, evitando todo deterioro adicional

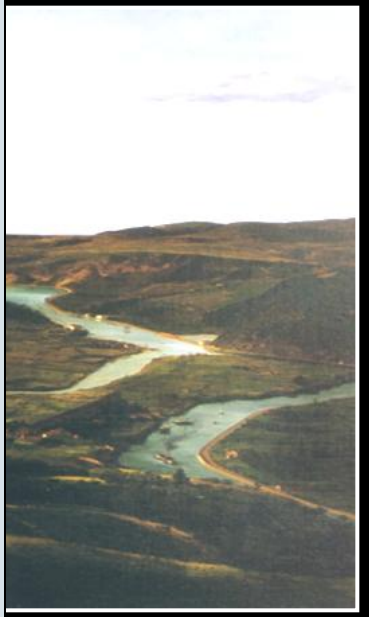
4º. **Rehabilitar** los tramos degradados

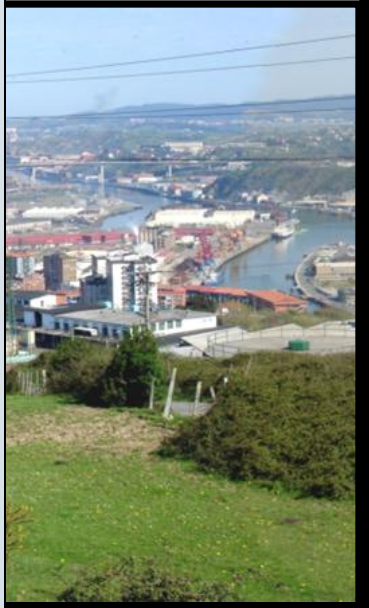
5º. **Mejorar y renaturalizar** los tramos muy modificados

¿Qué estado debemos recuperar?

Hace 100 años?
Hace 500 años?
Hace 5000 años?





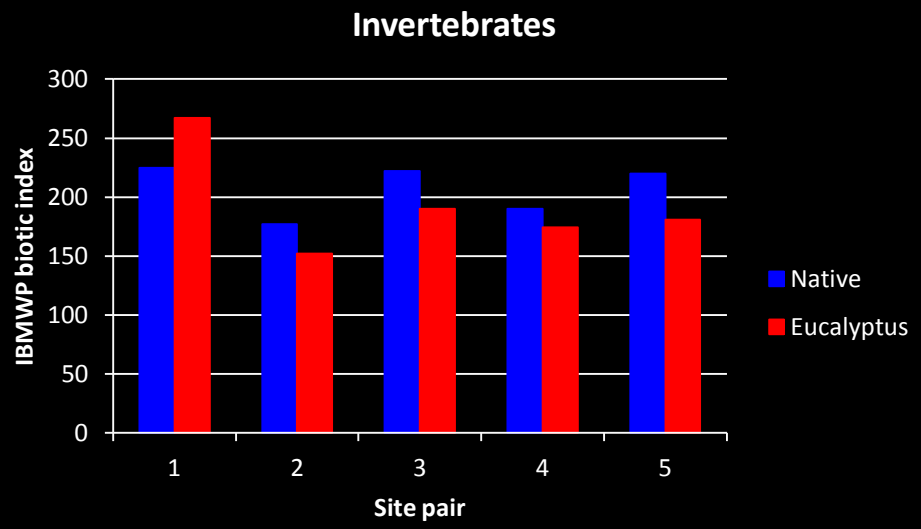


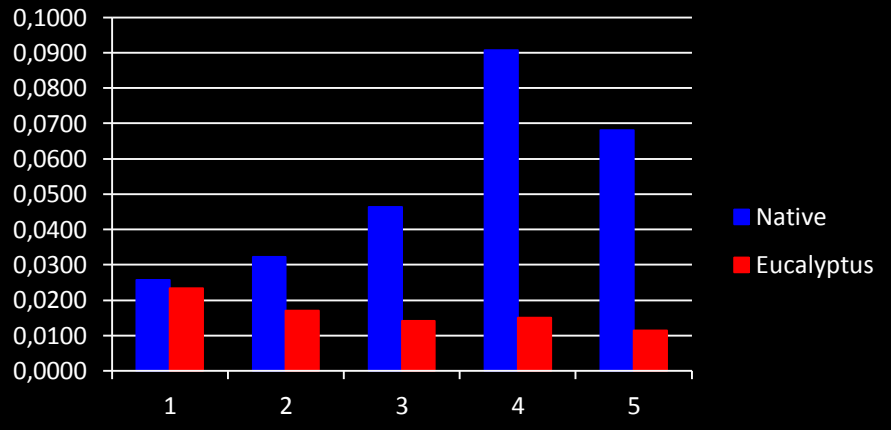
¿No basta con mirar la estructura?

No siempre

Los métodos funcionales detectan impactos

Impacto de las plantaciones de eucaliptos





Los invertebrados apenas cambian

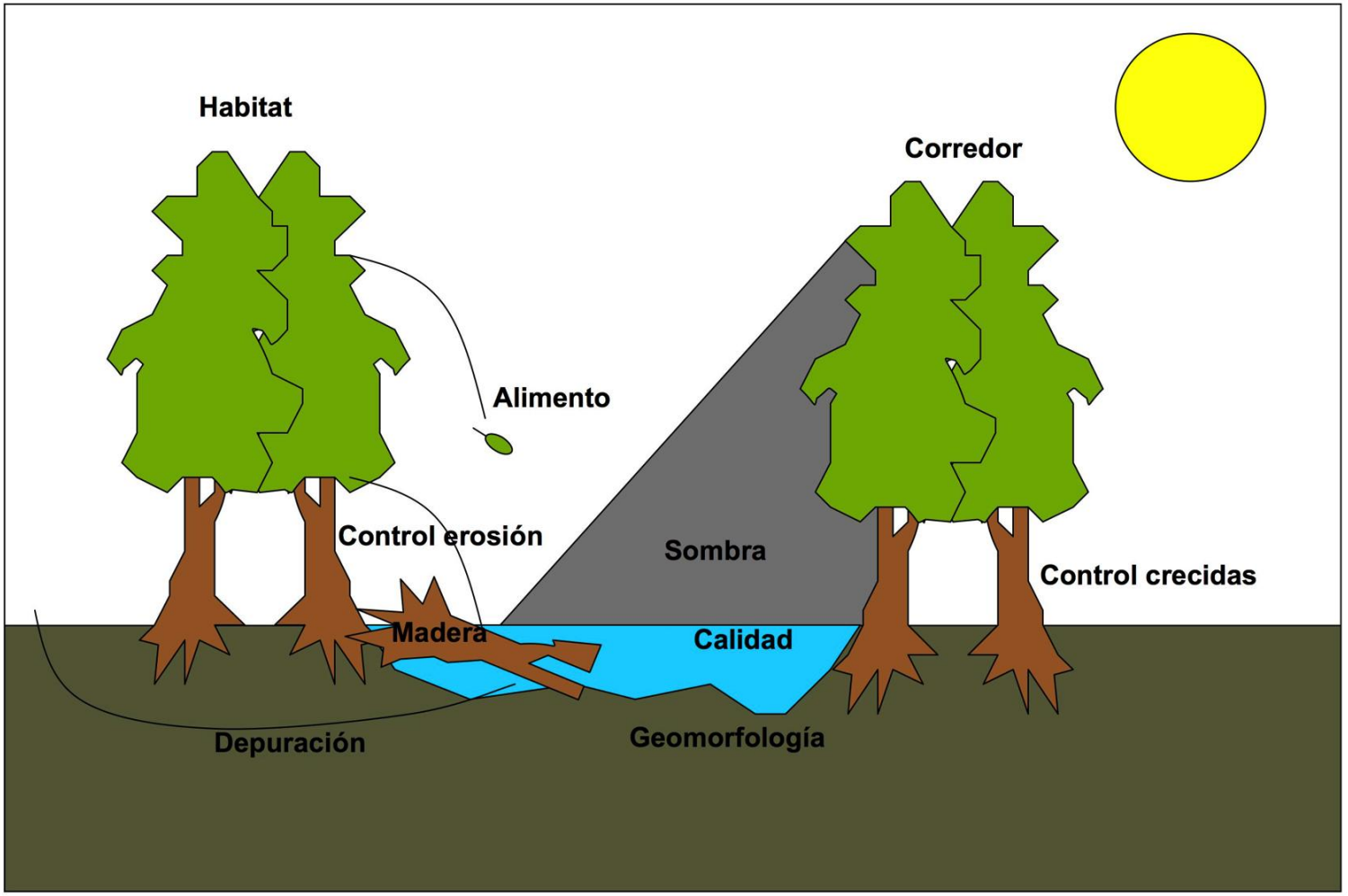
Pero la descomposición de hojas de aliso está muy retardada

⇒**Funcionamiento del ecosistema seriamente afectado**

Una perspectiva funcional para mejorar las técnicas de evaluación

¿Es buena la calidad del bosque de ribera?

¿Qué funciones debe tener el bosque?



Elosegi & Sabater. 2009. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial.* FBBVA

¿Qué funciones debe tener el bosque?

Función	Atributo
✓Forma cauce=>	Cobertura, composición
✓Sombra=>	Altura, cobertura
✓Hábitat =>	Composición, complejidad arquitectura
✓Alimento=>	Composición, madurez
✓Retención=>	Madurez, madera muerta en pie
✓Control crecidas=>	Conectividad lateral, anchura
✓Corredor =>	Complejidad, anchura
✓Depuración=>	Madurez, anchura

La perspectiva médica en gestión fluvial

Objetivo: conservar la salud del medio ambiente…

…y recuperar la salud de los ecosistemas degradados

Procedimiento:

- ✓Evaluar el estado (diagnóstico)
- ✓Identificar causa de los problemas
- ✓Plantear soluciones
- ✓Realizar seguimiento

Esencial:

Saber cómo son los ríos naturales

Evaluando el estado de salud

•Restaurar un río es devolverlo a un estado saludable

•Esto exige evaluar el estado actual y los efectos de la restauración

•Funcionamiento del ecosistema es uno de los objetivos de la gestión fluvial...

...pero apenas se tiene en cuenta en los protocolos de seguimiento (aspectos de la estructura)

La aproximación del médico de urgencias

- Busca daños obvios
- Resuelvelos de forma que el paciente sobreviva... ...hasta el siguiente tratamiento
- Mide algunas variables básicas...

...para tener una idea general del estado del paciente

- Tras resolver los problemas más urgentes...

...haz análisis más detallados

- Detecta y soluciona problemas menores
- Sigue la recuperación del paciente a medio plazo
- Asegurate de que haya futuros chequeos médicos para seguir la evolución

NO CAUSES DAÑOS (Hipocrates)

Recuerde, la evaluación no es un fin, es una herramienta para lograr la salud

De acuerdo, pero ¿qué medir?

- ✓Retención de hojarasca?
- ✓Comunidad invertebrados?
- ✓Calidad agua?
- ✓Retención de nutrientes?
- ✓Metabolismo?
- ✓Producción secundaria?
- ✓Producción de peces?
- ✓Descomposición de la materia orgánica?
- ✓Actividades exoenzimáticas?
- ✓Conexiones tróficas?
- ✓Balances de materia orgánica?
- ✓Balances de sedimento?
- ✓….?

Criterio de selección de variables

- ✓ Relevancia: ¿es significativo en nuestro tipo de río?
- ✓ Escala: ¿a qué escala espacial/temporal informa?
- ✓ Sensibilidad: ¿detecta cambios sutiles?
- ✓ ...

- ✓ Importancia: ¿nos indica algún uso importante del ecosistema?

Perspectiva funcional en restauración

¿Es esto restauración?
Ojo con la bioingeniería

A menudo los problemas son evidentes

basura

color

espuma, aceite

¡más espuma!

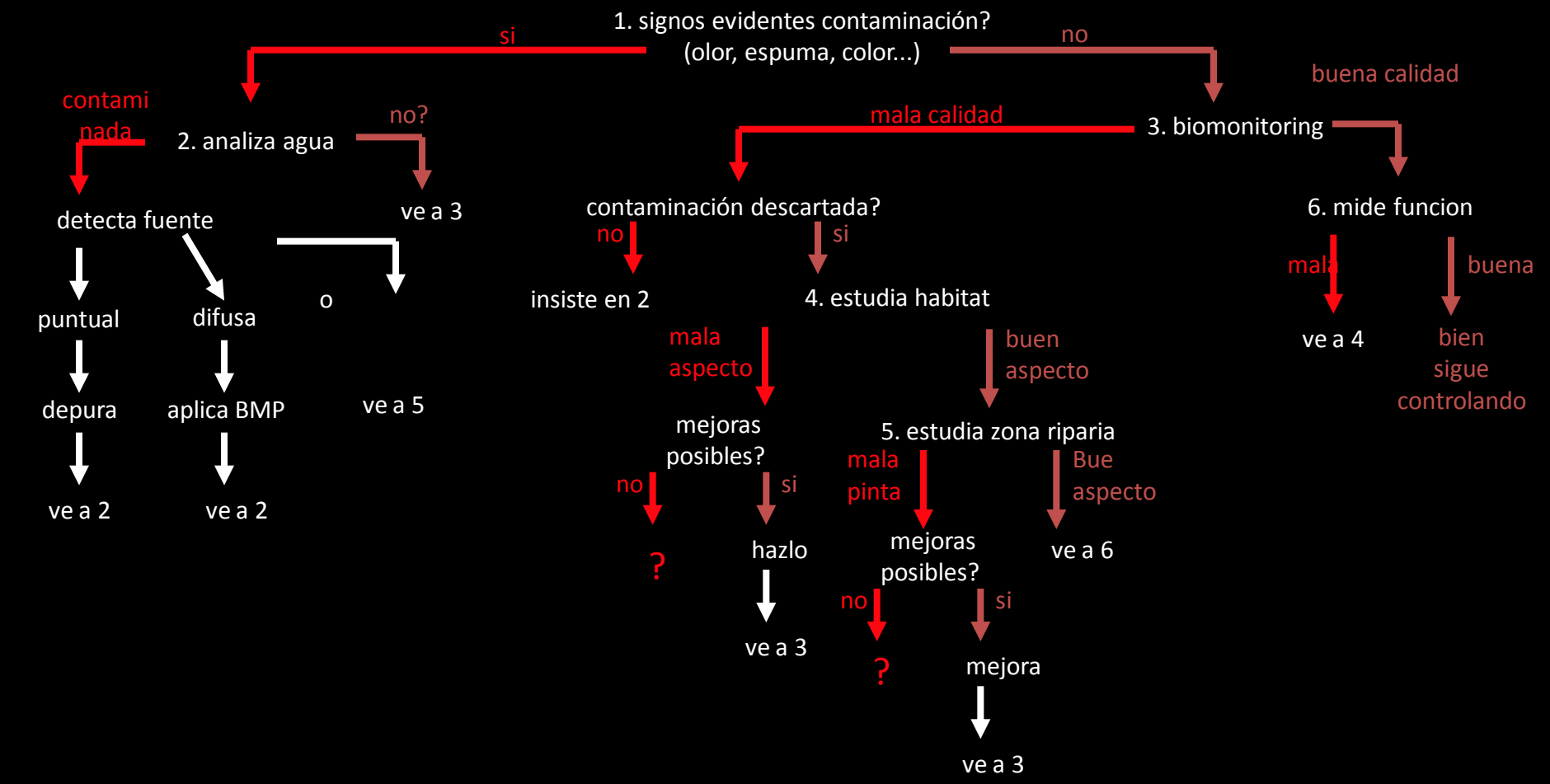
alteraciones cauce

No hacen falta indicadores finos
sabes por donde empezar

A veces el río no tiene tan mala pinta

Entonces necesitas herramientas de evaluación potentes

Protocolo provisional de urgencia médica para ríos



¿Cómo son los ríos naturales?

- ✓Depende de clima, topografía…
- ✓Necesitamos **sistemas de referencia**

Sistemas de referencia

Ríos todavía no alterados, que sirvan de modelo para saber qué hemos perdido...
... y cómo restaurarlos

En Europa no quedan ríos sin alterar.

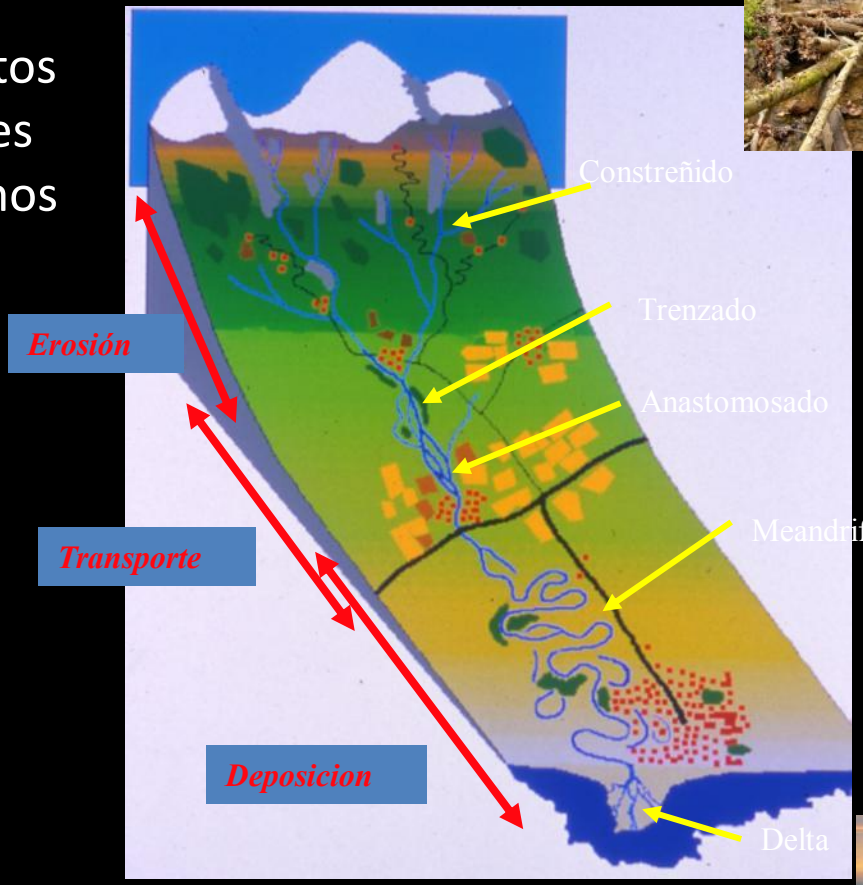
Alternativa: estudiar los mejores ríos que nos quedan, conocer sus patrones de funcionamiento, y aplicar este conocimiento para evaluar y restaurar otros ríos

Características principales de los ríos

1. Transporte y retención

   Los ríos, sistemas que transportan y retienen:

   - Agua
   - Sedimentos
   - Nutrientes
   - Organismos



Zonación en comunidades y funcionamiento

Características principales de los ríos

1. Transporte y retención
   Importancia desde el punto de vista geomorfológico…

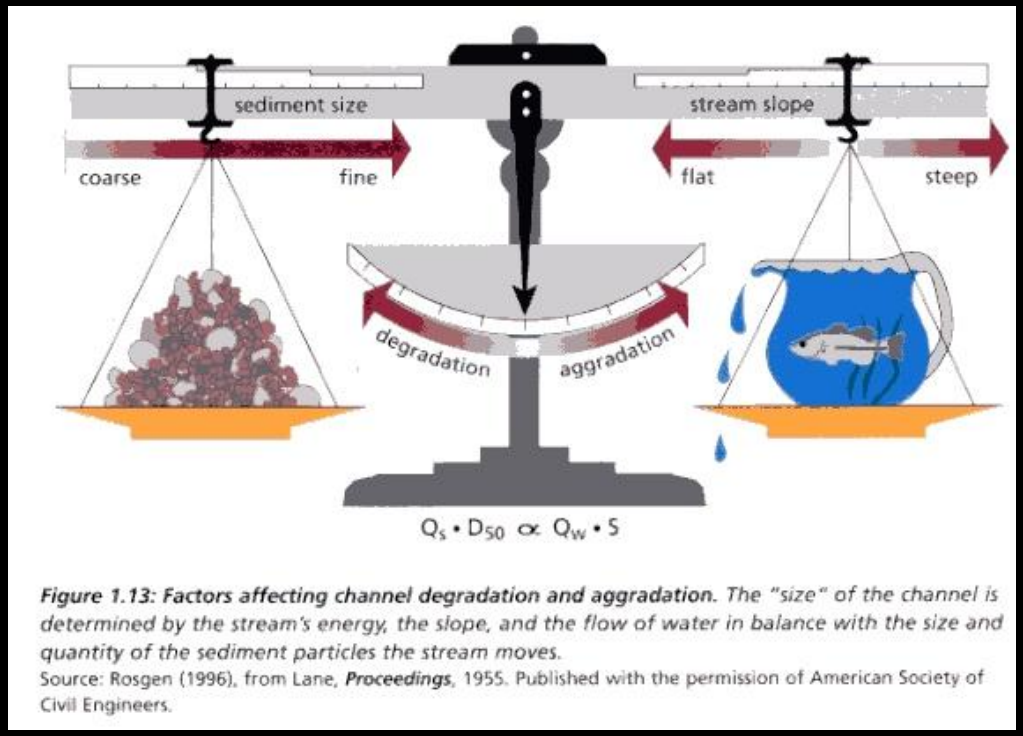


Figure 1.13: Factors affecting channel degradation and aggradation. *The "size" of the channel is determined by the stream's energy, the slope, and the flow of water in balance with the size and quantity of the sediment particles the stream moves.*
Source: Rosgen (1996), from Lane, ***Proceedings***, 1955. Published with the permission of American Society of Civil Engineers.

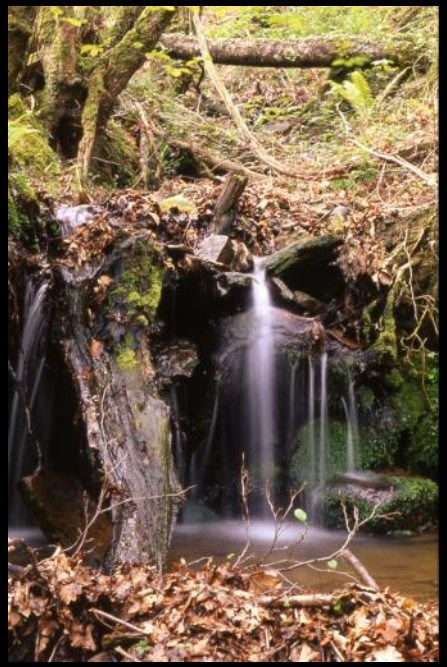
Agradación: exceso de sedimentos, el cauce se llena

Degradación: el cauce se encaja

Características principales de los ríos

1. Transporte y retención
   Importancia desde el punto de vista geomorfológico…
   … y trófico

Río Irati, Octubre 1996



Características principales de los ríos

1. Transporte y retención
2. Reflejo de la cuenca
   Todo lo que ocurre en la cuenca afecta al río

Características principales de los ríos

1. Transporte y retención
2. Reflejo de la cuenca
   Todo lo que ocurre en la cuenca afecta al río…

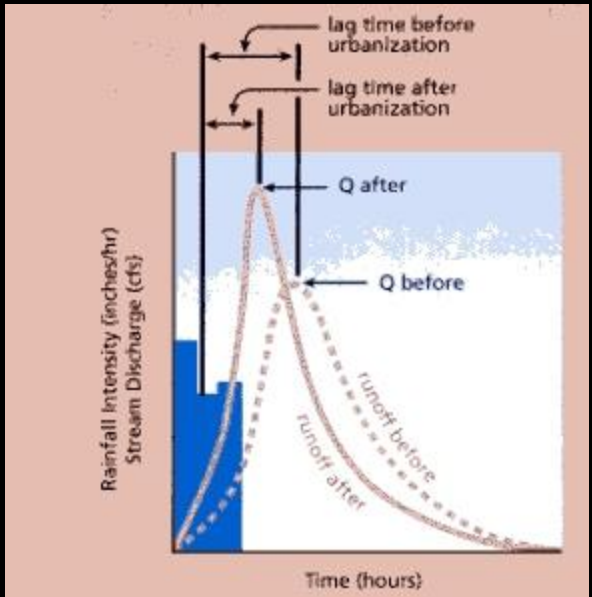


Figure 1.15: A comparison of hydrographs before and after urbanization. *The discharge curve is higher and steeper for urban streams than for natural streams.*

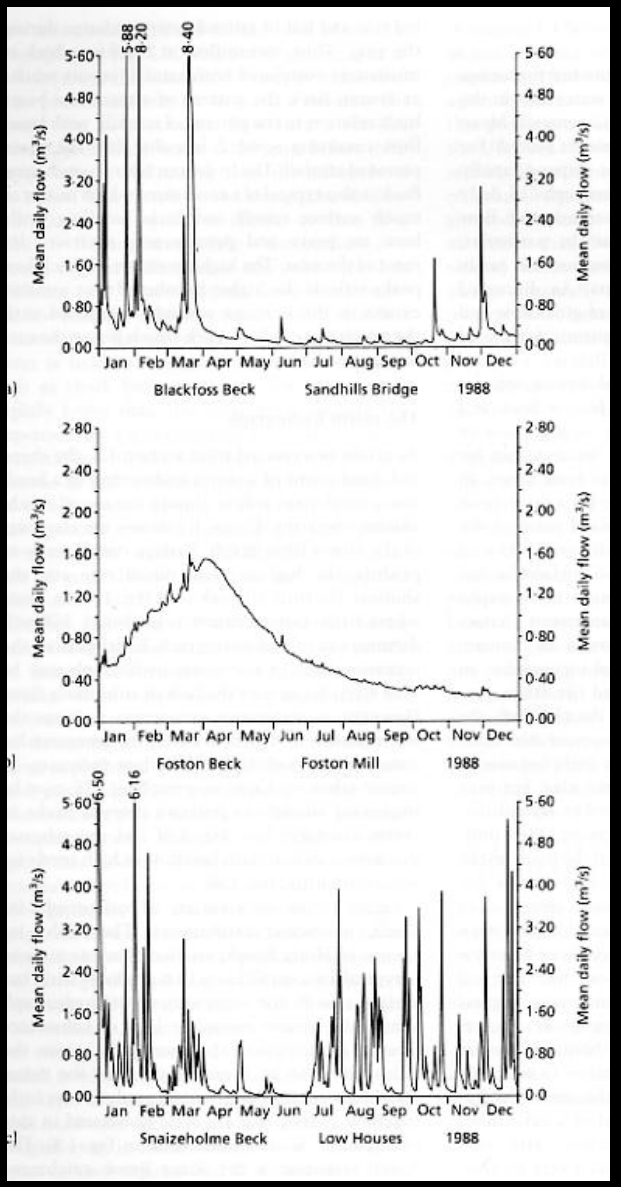
Características principales de los ríos

1. Transporte y retención
2. Reflejo de la cuenca
3. Variabilidad
   Las crecidas modelan el cauce

Petts & Calow. 1996.
River flows and channel form

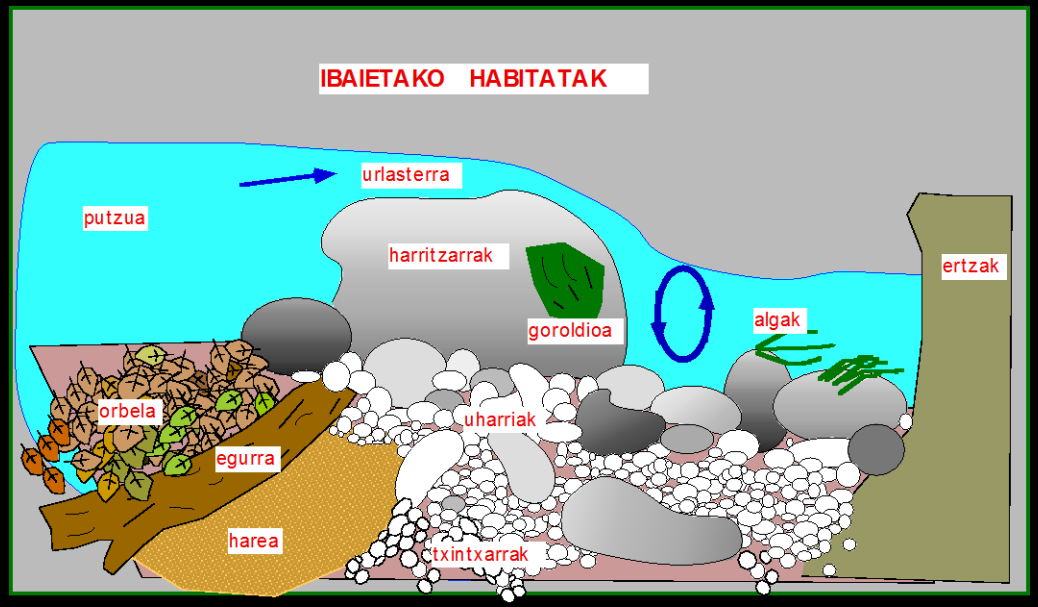
Características principales de los ríos

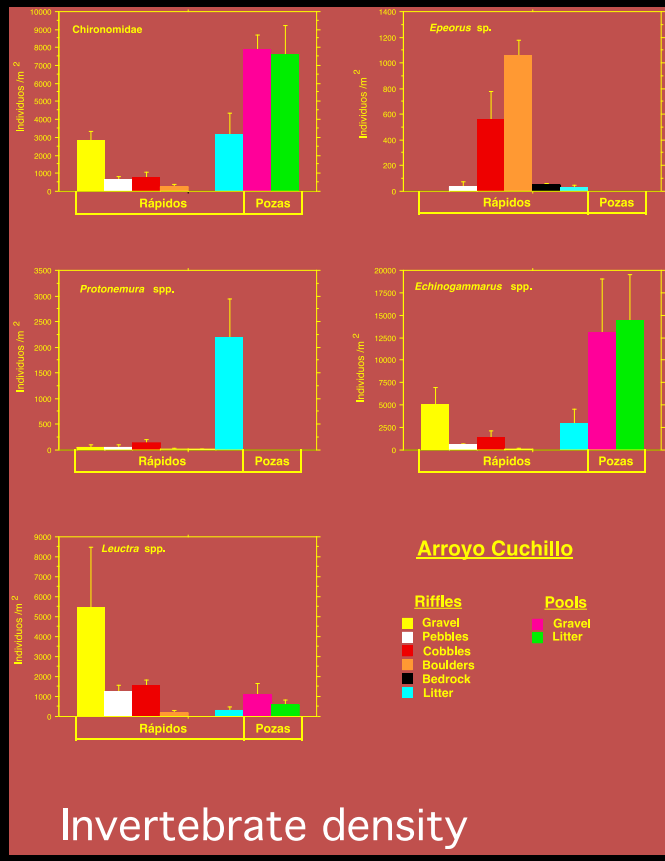
1. Transporte y retención
2. Reflejo de la cuenca
3. Variabilidad
   Las crecidas modelan el cauce
   Importancia biológica del régimen hidrológico



Características principales de los ríos

1. Transporte y retención
2. Reflejo de la cuenca
3. Variabilidad
4. Mosaicismo

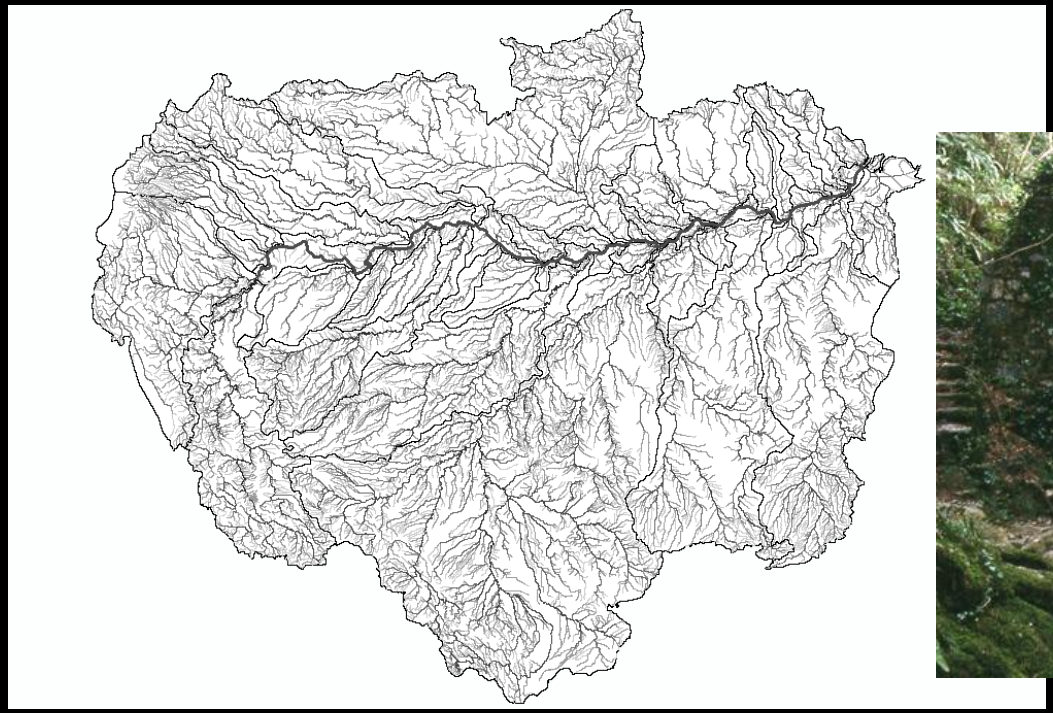




Elosegi *et al.* 2002. *Munibe*

Características principales de los ríos

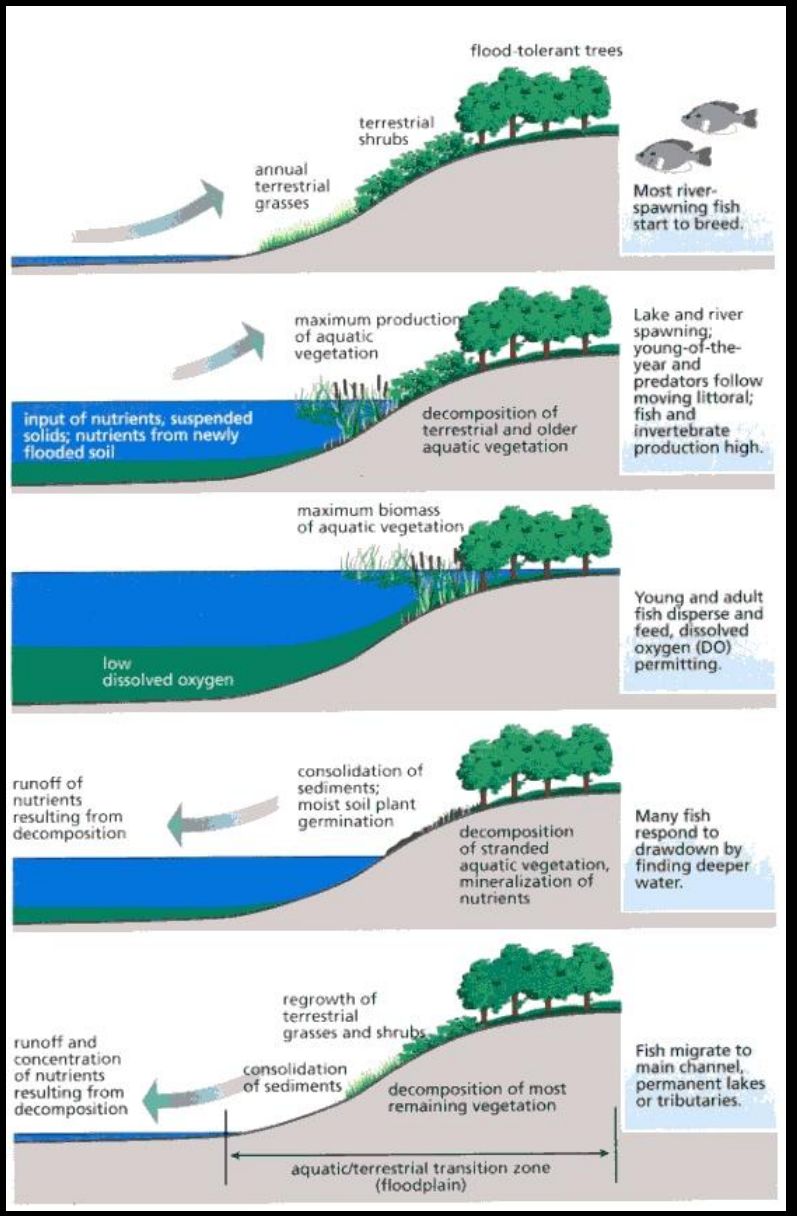
1. Transporte y retención
2. Reflejo de la cuenca
3. Variabilidad
4. Mosaicismo
5. Capacidad de recuperación
   Depende de mosaicismo, conectividad, y disponibilidad de refugios



Características principales de los ríos

1. Transporte y retención
2. Reflejo de la cuenca
3. Variabilidad
4. Mosaicismo
5. Capacidad de recuperación
6. Conexiones laterales

Flood Pulse Concept,
Junk et al. 1989



Recapitulando

- ✓ Los ríos son sistemas dinámicos...
  ...afectados por todo lo que ocurre en la cuenca

- ✓ Para restaurarlos hay que analizar estructuras y funciones perdidas...
  ...y posibilidades de recuperación de las mismas

- ✓ Hay que hacer un análisis a nivel de cuenca...
  ...aunque a menudo la restauración se limite a algún tramo

- ✓ Identificar:
  1. Tramos sin modificar, que hay que conservar
  2. Tramos modificados pero fáciles de restaurar
  3. Tramos caros de restaurar
  4. Tramos imposibles de restaurar

Tramos restaurables

- ✓ Se puede restaurar por sí mismo? Restauración pasiva
- ✓ No se puede restaurar por sí mismo? Restauración activa

- ✓ Buscar factor clave: problema que más limita
  la calidad ecológica del tramo

- ✓ Comenzar a solucionar ese factor...
  ....lo demás es cosmética

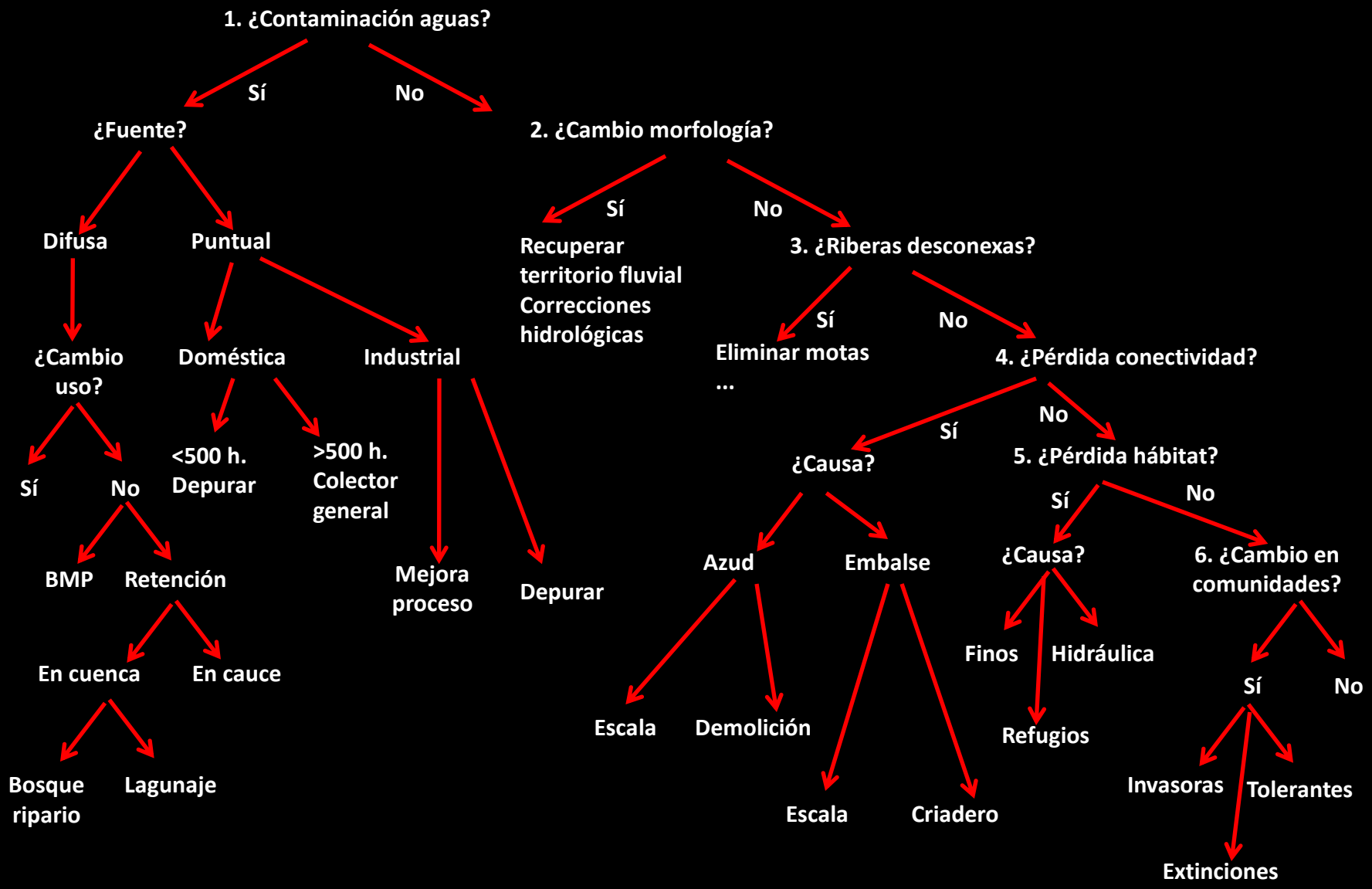
- ✓ Todavía es un campo muy nuevo...
  ...con pocas normas sólidas

Problemas y soluciones

Problemas

- ✓Contaminación
- ✓Eutrofización
- ✓Cambios hidromorfológicos
- ✓Destrucción de zonas riparias
- ✓Especies exóticas invasoras
- ✓Pérdida de biodiversidad
- ✓…

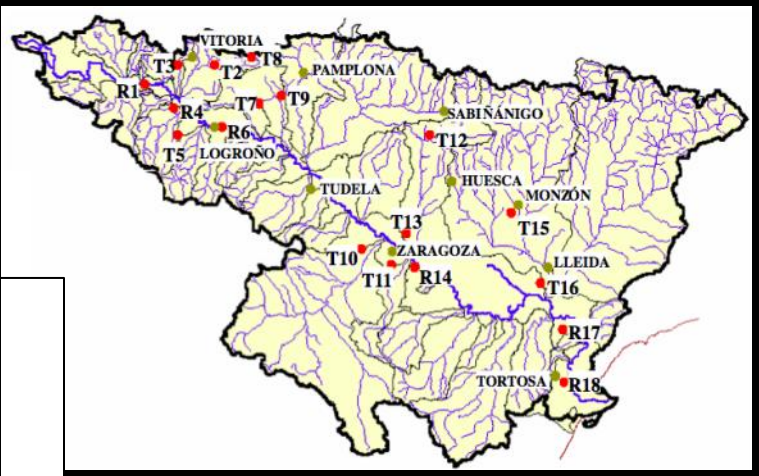
Chequeo de problemas y soluciones

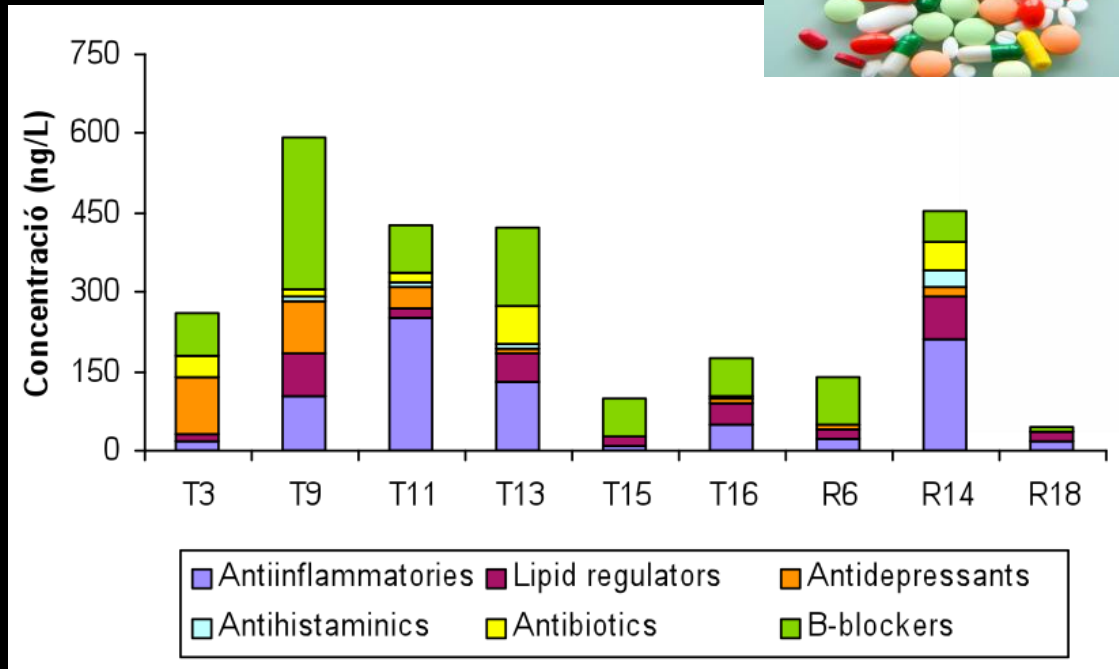


Contaminación

Tipos de contaminantes:

- ✓Nutrientes
- ✓Sustancias inorgánicas (sales, metales…)
- ✓Contaminantes orgánicos (pesticidas, pinturas…)
- ✓Microbios (virus, bacterias, enfermedades infecciosas…)
- ✓Partículas en suspensión
- ✓Sustancias radioactivas
- ✓Contaminación térmica, pH, nanopartículas…





Contaminación

Soluciones a la contaminación:

- ✓Saneamientno
- ✓Depuración
- ✓Mejora de procesos productivos
- ✓Ordenación territorial

Eutrofización

Los nutrientes, esenciales para el mantenimiento de la vida, pero en exceso uno de los principales problemas en los ríos

COMMENT

ENVIRONMENT Worse than Deepwater would be an Arctic oil spill p.162

BIOTECHNOLOGY Biohackers take biology into the garage p.167

ECOLOGY Libyan revolution might protect bluefin tuna, with trawlers grounded p.169

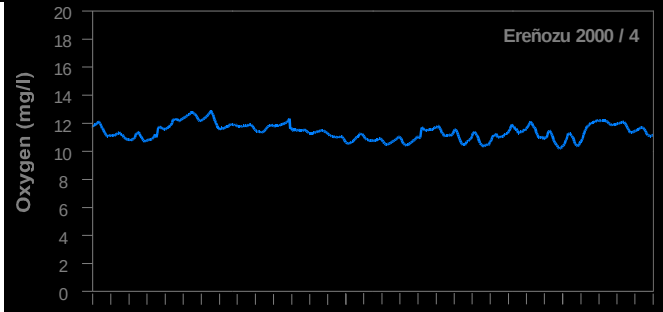
OBITUARY Simon van der Meer, who enabled the discovery of W and Z particles p.170

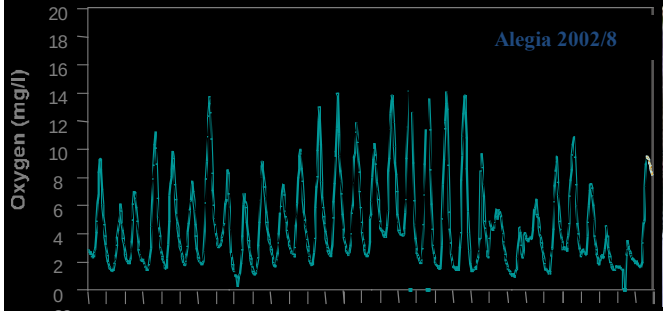
Applying liquid manure more precisely than this would be cleaner, reduce odour and emit less ammonia.

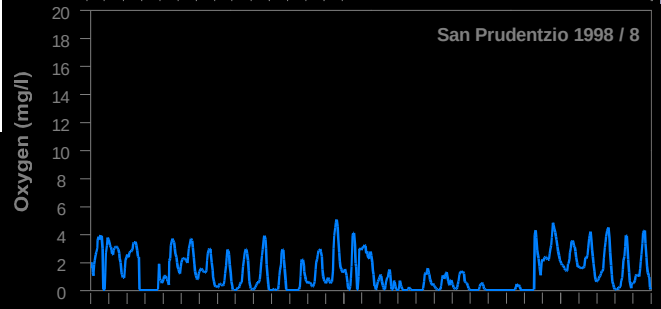
Too much of a good thing

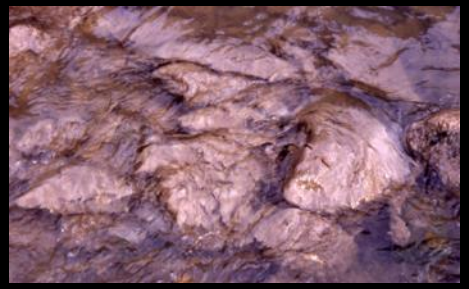
Curbing nitrogen emissions is a central environmental challenge for the twenty-first century, argue **Mark Sutton** and his colleagues.

Sutton *et al.*, 2012. *Nature*









Eutrofización

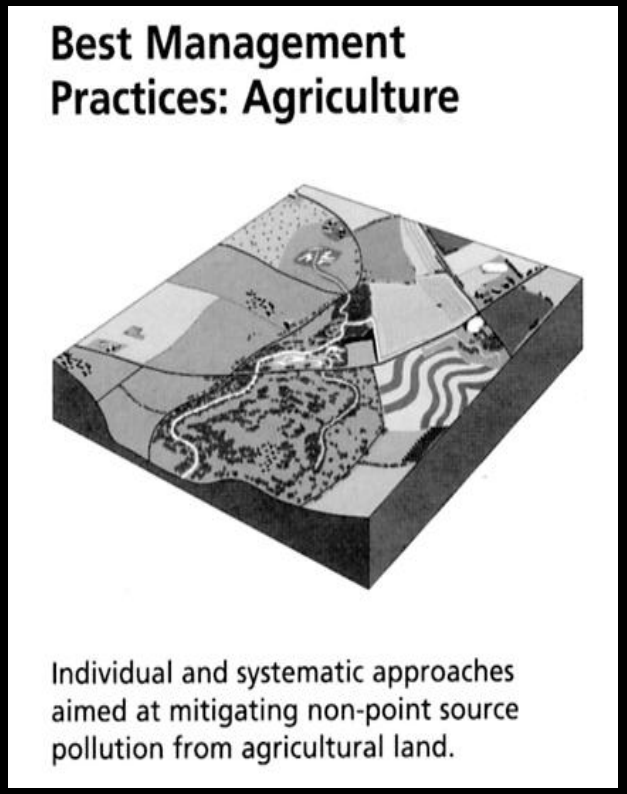
Soluciones a la eutrofización:

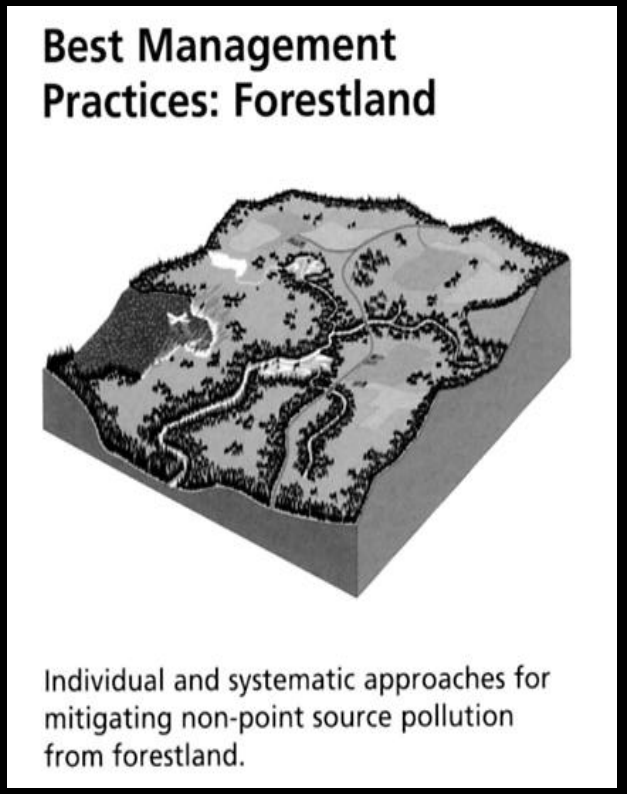
A nivel de cuenca:

prácticas agrícolas/forestales/ganaderas/industria (BMP)

zonación/ordenación territorial

…





Eutrofización

Soluciones a la eutrofización:

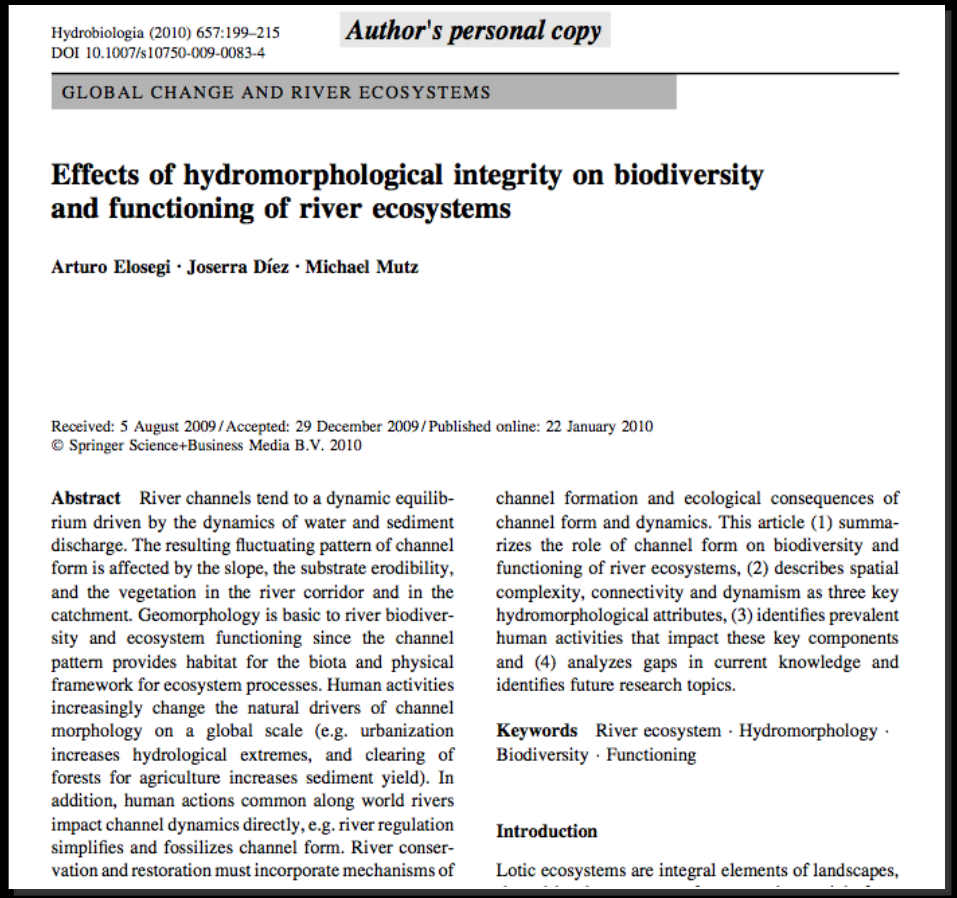
- A nivel de cuenca:
  - prácticas agrícolas/forestales/ganaderas/industria (BMP)
  - zonación/ordenación territorial
  - ...
- A nivel de tramo:
  - Zonas buffer
  - Gestión para aumentar retención nutrientes
  - ...

Cambios hidromorfológicos

Hidromorfología: interacciones entre caudal y forma del cauce

3 atributos importantes:

- ✓Complejidad espacial
- ✓Conectividad (longitudinal, lateral y vertical)
- ✓Dinamismo



Hydrobiologia (2010) 657:199–215
DOI 10.1007/s10750-009-0083-4

Author's personal copy

GLOBAL CHANGE AND RIVER ECOSYSTEMS

Effects of hydromorphological integrity on biodiversity and functioning of river ecosystems

Arturo Elosegi · Joserra Díez · Michael Mutz

Received: 5 August 2009 / Accepted: 29 December 2009 / Published online: 22 January 2010
© Springer Science+Business Media B.V. 2010

Abstract River channels tend to a dynamic equilibrium driven by the dynamics of water and sediment discharge. The resulting fluctuating pattern of channel form is affected by the slope, the substrate erodibility, and the vegetation in the river corridor and in the catchment. Geomorphology is basic to river biodiversity and ecosystem functioning since the channel pattern provides habitat for the biota and physical framework for ecosystem processes. Human activities increasingly change the natural drivers of channel morphology on a global scale (e.g. urbanization increases hydrological extremes, and clearing of forests for agriculture increases sediment yield). In addition, human actions common along world rivers impact channel dynamics directly, e.g. river regulation simplifies and fossilizes channel form. River conservation and restoration must incorporate mechanisms of channel formation and ecological consequences of channel form and dynamics. This article (1) summarizes the role of channel form on biodiversity and functioning of river ecosystems, (2) describes spatial complexity, connectivity and dynamism as three key hydromorphological attributes, (3) identifies prevalent human activities that impact these key components and (4) analyzes gaps in current knowledge and identifies future research topics.

Keywords River ecosystem · Hydromorphology · Biodiversity · Functioning

Introduction

Lotic ecosystems are integral elements of landscapes,

Pérdida de complejidad

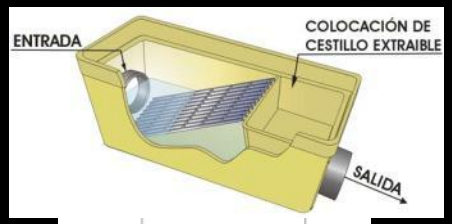
Impactos directos sobre la morfología del cauce:

- ✓Rectificación
- ✓Protección de márgenes
- ✓Extracción de gravas
- ✓Desecación de zonas de ribera
- ✓Zonas embalsadas
- ✓…

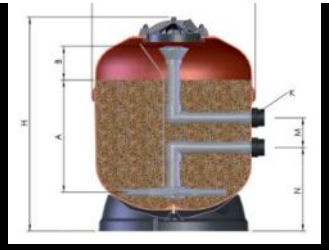
Importancia de la complejidad física

Determina el funcionamiento y los servicios ecosistémicos

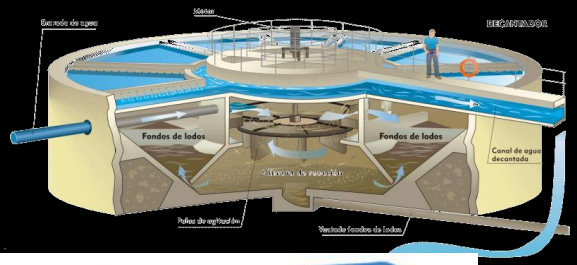
Depuradora urbana



Cribado



Filtro activo



Reactor biológico

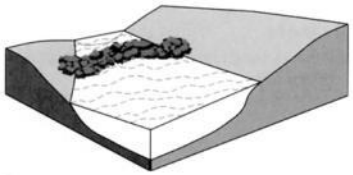
Tanque desnitrificación

Depuradora fluvial

Restaurando la complejidad física

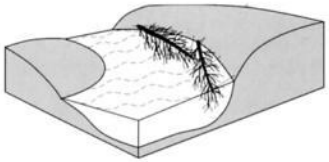
Actuaciones locales

Weirs or Sills



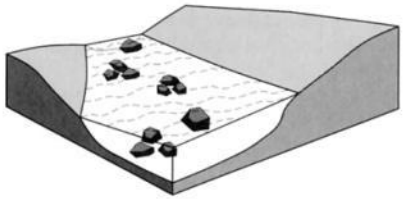
Log, boulder, or quarrystone structures placed across the channel and anchored to the streambank and/or bed to create pool habitat, control bed erosion, or collect and retain gravel.

Tree Cover



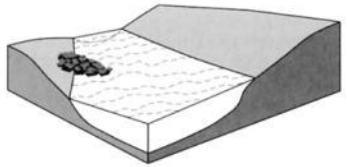
Felled trees placed along the streambank to provide overhead cover, aquatic organism substrate and habitat, stream current deflection, scouring, deposition, and drift catchment.

Boulder Clusters



Groups of boulders placed in the base flow channel to provide cover, create scour holes, or areas of reduced velocity.

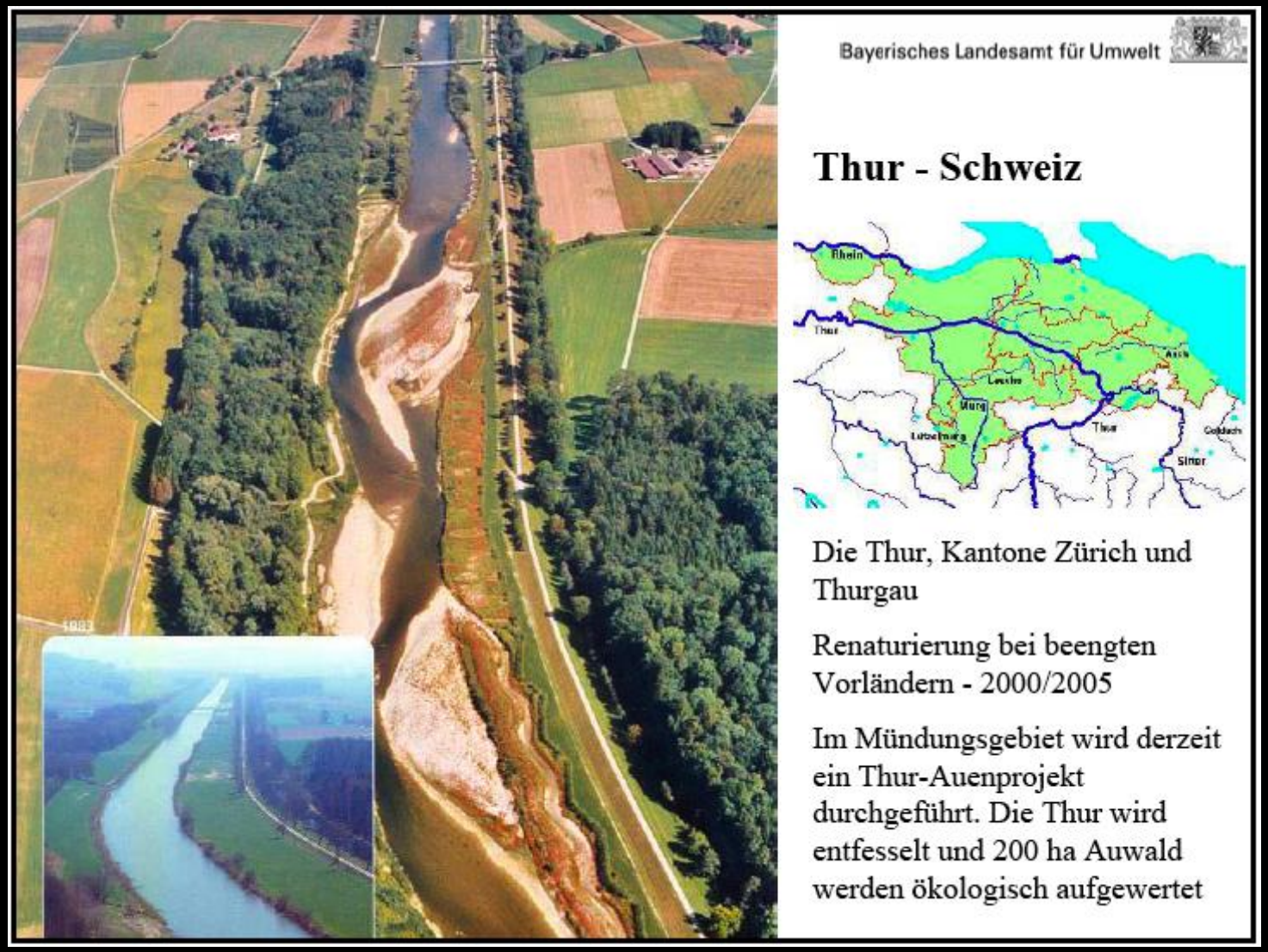
Wing Deflectors



Structures that protrude from either streambank but do not extend entirely across a channel. They deflect flows away from the bank, and scour pools by constricting the channel and accelerating flow.

Restaurando la complejidad física

Reconfiguración de tramos



Reducción de la conectividad

Los ríos, ecosistemas dendríticos
Migraciones a través de la red hidrográfica
Importancia de la conectividad:

- ✓Longitudinal: con la red hidrográfica

- ✓Lateral: con las márgenes y llanura de inundación

- ✓Vertical: con el hiporreos

Restaurando la conectividad

Conectividad de organismos: permeabilización de barreras

Problemas de las escalas.

- ✓Eficiencia depende de especies
- ✓Movimientos río abajo

Restaurando la conectividad

Conectividad de sedimentos:

- ✓Gestión activa de sedimentos

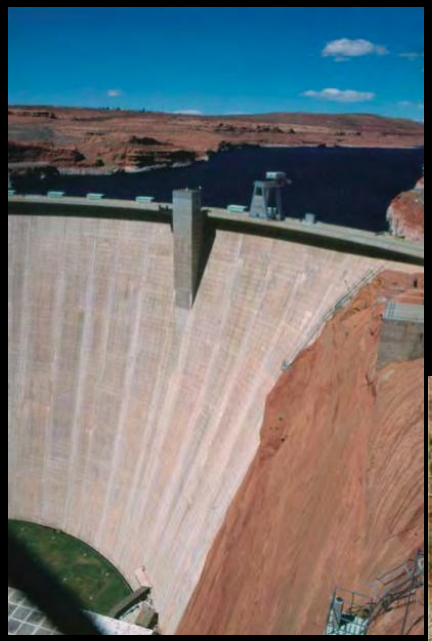
- ✓Eliminación de barreras

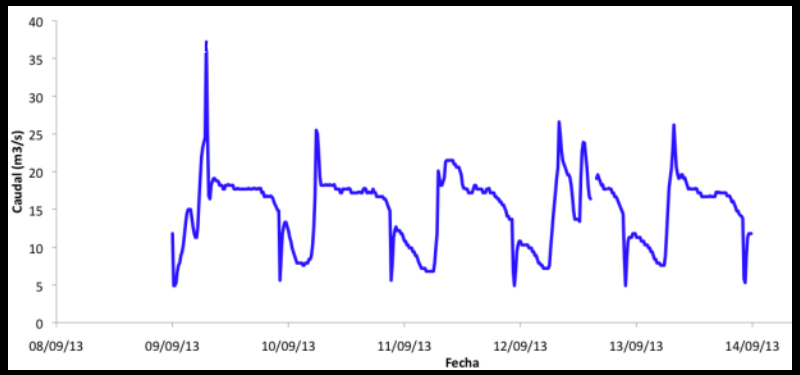
Dinamismo: modificaciones de hidrología

Causadas por:

✓Cambios en usos del suelo
✓Regulación/embalses
✓Detracciones de agua
✓Cambio climático
✓…

Afectan al tamaño del ecosistema
Al tansporte de sedimentos
Y a los ciclos biológicos





Restaurando el régimen de caudales

Caudales ecológicos: definición legal ambigua

Normalmente se utilizan fórmulas hidráulicas...

.

Hay métodos basados en el hábitat generado...

...pero casi siempre se fijan en unas pocas especies de peces

Tan importante como la cantidad es la temporalidad

No hay métodos universales...

...sino que habría que delimitar el caudal a dejar en cada tramo en función de los usos que se quieran proteger (baño, producción de peces, conservación desmán, autodepuración...)

Restaurando el régimen de caudales

Importancia de las crecidas => crecidas de mantenimiento

RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS
River. Res. Applic. **25**: 297–314 (2009)
Published online 9 May 2008 in Wiley InterScience
(www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/rra.1160

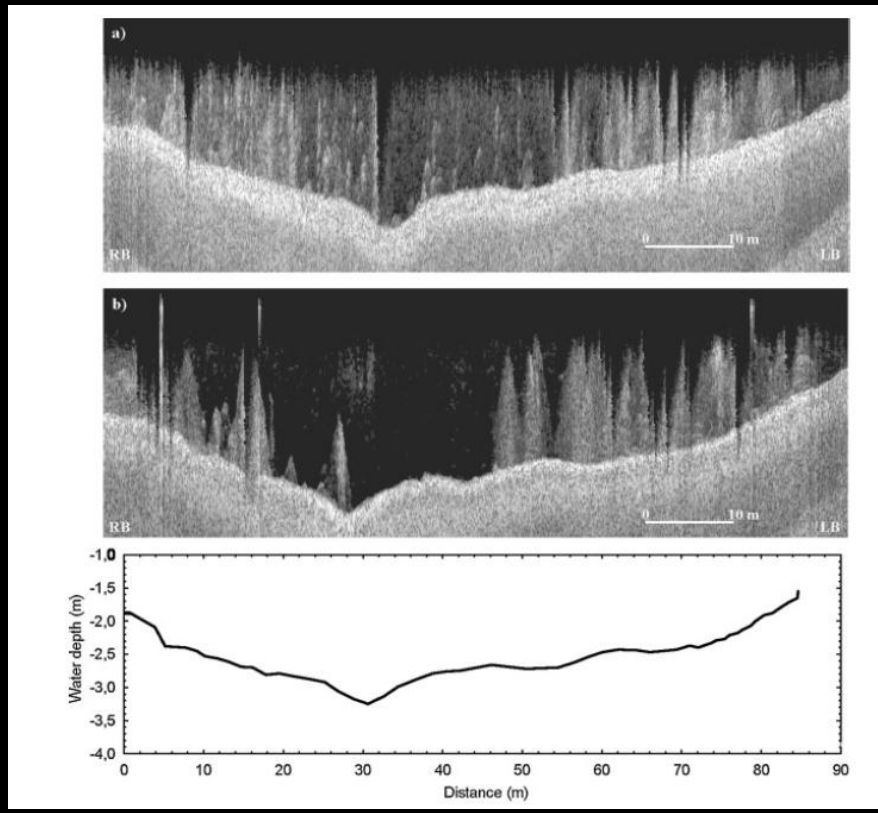
HYDROLOGICAL AND SEDIMENT TRANSPORT DYNAMICS OF FLUSHING FLOWS: IMPLICATIONS FOR MANAGEMENT IN LARGE MEDITERRANEAN RIVERS

RAMON J. BATALLA[a,b]* and DAMIÀ VERICAT[c]

[a] *Department of Environment and Soil Sciences, University of Lleida, E-25198 Lleida, Catalonia, Spain*
[b] *Forestry and Technology Center of Catalonia, E-25280 Solsona, Catalonia, Spain*
[c] *Centre for Catchment and Coastal Research, Institute of Geography and Earth Sciences, Aberystwyth University, Wales, Ceredigion SY23 3DB, UK*

ABSTRACT

Flushing flows have been implemented in the lower Ebro River since 2003, with the principle objective of removing excess macrophytes. This paper describes the hydrology and sediment transport of these flushing flows in comparison with natural floods and discusses their effects in terms of riverbed adjustments. During flushing flows suspended sediment, concentration is more constant and double that of natural floods, although discharge is lower. Flashiness, measured as the rate of discharge increase per unit time, is an order of magnitude higher during flushing flows than during natural events. Consequently, flushing flows exhibit higher transport capacity than their natural counterparts despite their considerably lower magnitude and duration. Flushing flows remove up to 95% of macrophytes close to the dam, but their effectiveness reduces with distance downstream. Despite several constraints, flushing flows have significant potential to entrain and transport sediment and careful management of these releases may, therefore, play an important role in enhancing physical habitat in the river and supply sediment to the delta. The River Ebro case study shows that flushing flows are not incompatible with HEP production, and may actually result in a positive trade-off due to reduced clogging of water intakes. Nevertheless, it remains important to reassess their effectiveness regularly and monitor adverse geomorphic effects such as riverbed degradation. In summary, flushing flows are an important instrument of river management, but one which must be employed as part of a spectrum of approaches to enhance physical habitat conditions. Copyright © 2008 John Wiley & Sons, Ltd.



Macrophytes before and after a flushing flow
Batalla & Vericat 2009. *River Res. Applic*.

Destrucción de zonas riparias

Las riberas, parte integral del ecosistema fluvial
Biodiversidad enorme, funcionamiento muy activo
Las zonas más amenazadas a nivel mundial
Problemas de inundabilidad...

Astigarraga 1954

Astigarraga 2011

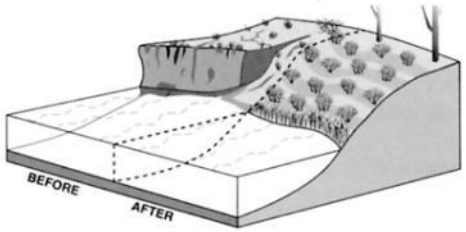
Restaurando zonas riparias

Plantaciones, protección de infraestructuras...

Restaurando zonas riparias

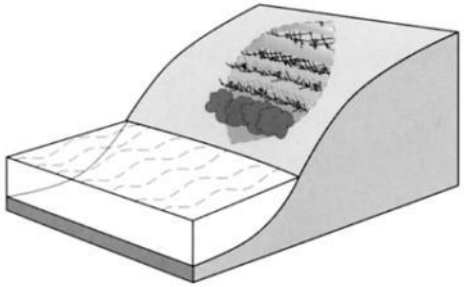
Plantaciones, protección de infraestructuras...

Bank Shaping and Planting



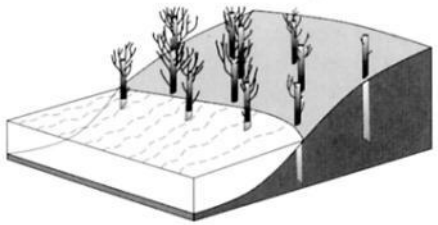
Regrading streambanks to a stable slope, placing topsoil and other materials needed for sustaining plant growth, and selecting, installing and establishing appropriate plant species.

Branch Packing



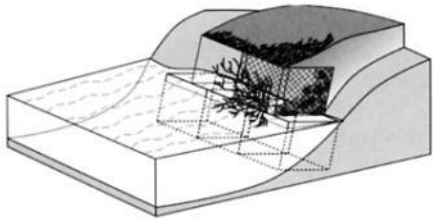
Alternate layers of live branches and compacted backfill which stabilize and revegetate slumps and holes in streambanks.

Dormant Post Plantings



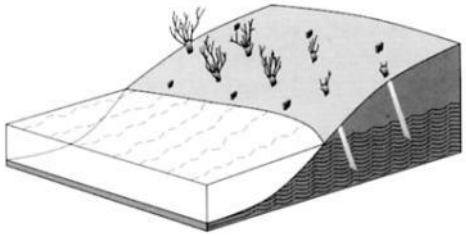
Plantings of cottonwood, willow, poplar, or other species embedded vertically into streambanks to increase channel roughness, reduce flow velocities near the slope face, and trap sediment.

Vegetated Gabions



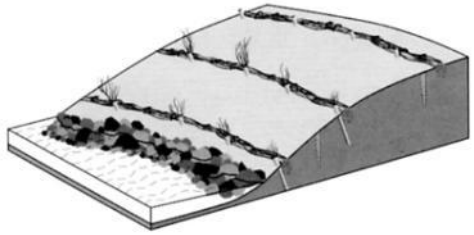
Wire-mesh, rectangular baskets filled with small to medium size rock and soil and laced together to form a structural toe or sidewall. Live branch cuttings are placed on each consecutive layer between the rock filled baskets to take root, consolidate the structure, and bind it to the slope.

Live Stakes



Live, woody cuttings which are tamped into the soil to root, grow and create a living root mat that stabilizes the soil by reinforcing and binding soil particles together, and by extracting excess soil moisture.

Live Fascines



Dormant branch cuttings bound together into long sausage-like, cylindrical bundles and placed in shallow trenches on slopes to reduce erosion and shallow sliding.

Restaurando zonas riparias

Plantaciones, protección de infraestructuras...
Recuperación del espacio de libertad fluvial

1950

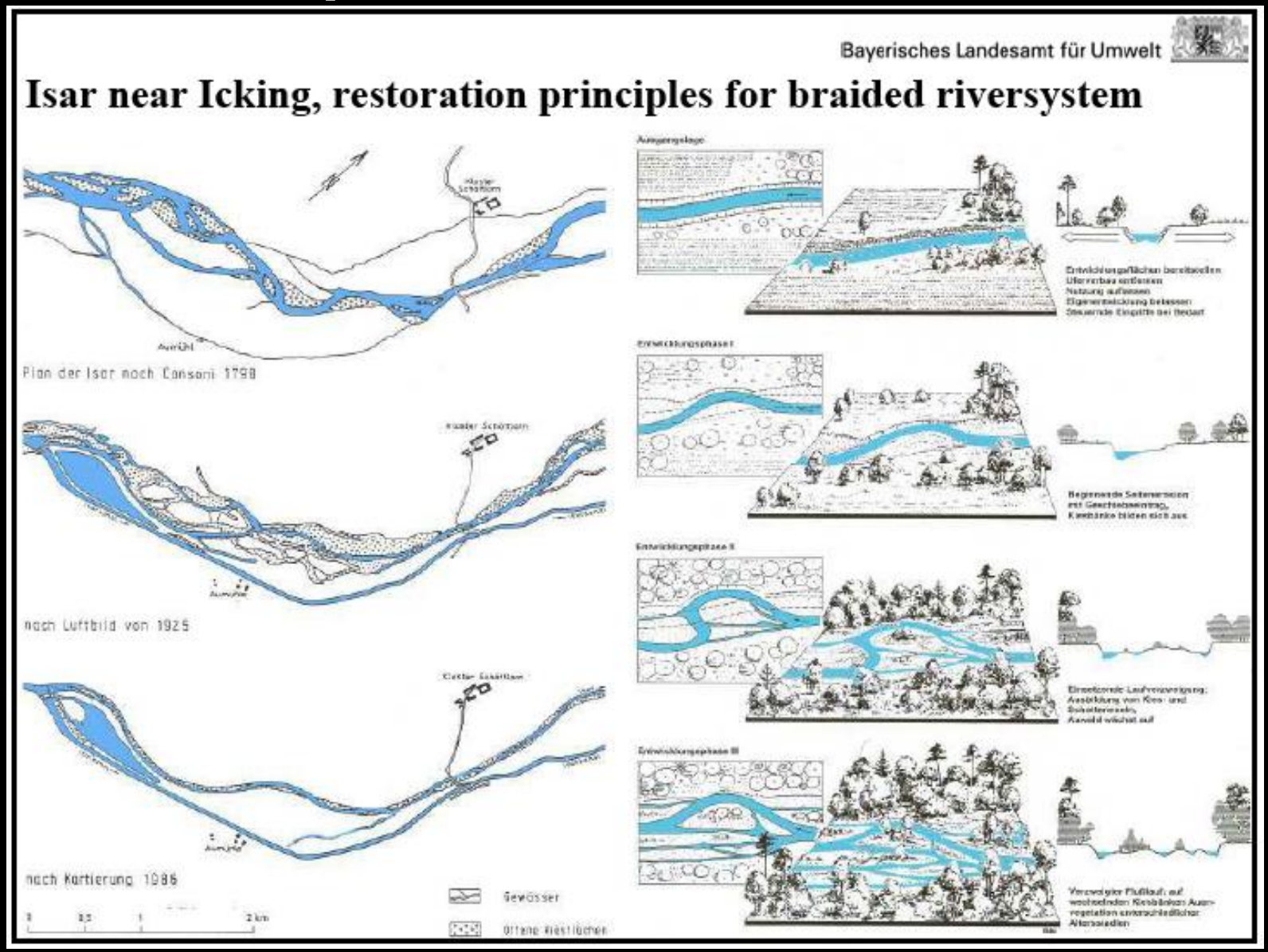
Río Kissimmee (Florida)

1990

2001

Boulton *et al*. 2013. In Sabater & Elosegi. *River conservation: challenges and opportunities*. Fundación BBV.

El espacio de libertad fluvial



Exóticas invasoras

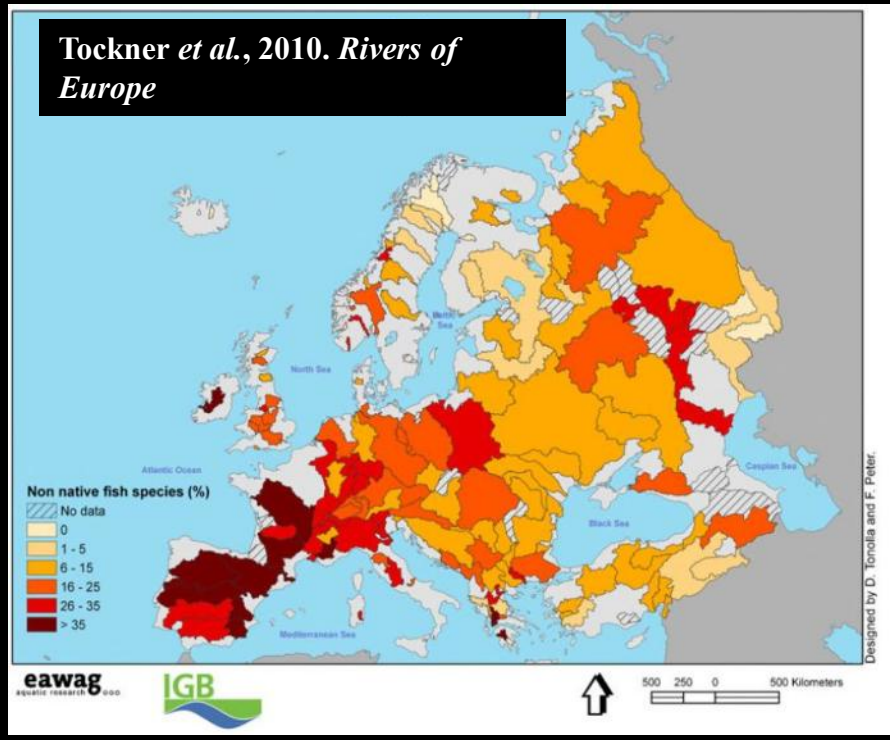
Los ríos, afectados por muchas especies invasoras
Un problema ecológico y económico

Fallopia japonica

Lucio

Mejillón cebra

Visón americano



Exóticas y restauración

El régimen natural de caudales frena la expansión de muchas exóticas
También la restauración de los bosques de ribera
Otras actuaciones: descastes, cortas selectivas...

Pero muchas de las exóticas han venido para quedarse

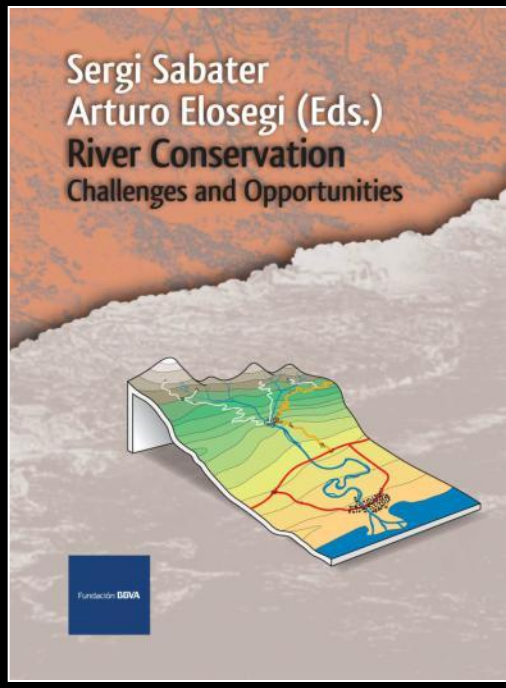
Pérdida de biodiversidad

Los ríos, los ecosistemas más amenazados del mundo

1% de la superficie, 10-30% de las especies del planeta
Tasa de extinción 38% mayor que especies terrestres,
85% mayor que especies marinas

	Peces	Reptiles	Mamíferos	Bivalvos
Amenazados (%)	30	37	40	38
Sin datos (%)	26	11	13	17

Dudgeon. 2013. In. Sabater & Elosegi. *River Conservation*. FBBVA.



La biodiversidad cae como consecuencia de los impactos mencionados, incluso donde mejora la calidad del agua

Problema complejo, situaciones específicas de cada caso

httpp://www.fbbva.es

Restauración de la biodiversidad

Proyectos a medida del tramo y de las especies que se quieren recuperar

Actuaciones a dos niveles:

- ✓Población
  - •Protección, prohibición de pesca
  - •Cría en cautividad y refuerzo (sueltas)
  - •Relocación de individuos
  - •...
- ✓Hábitat
  - ▪Mejora calidad agua...
  - ▪Eliminación de barreras
  - ▪Creación de refugios/frezaderos
  - ▪Descaste de exóticas
  - ▪...

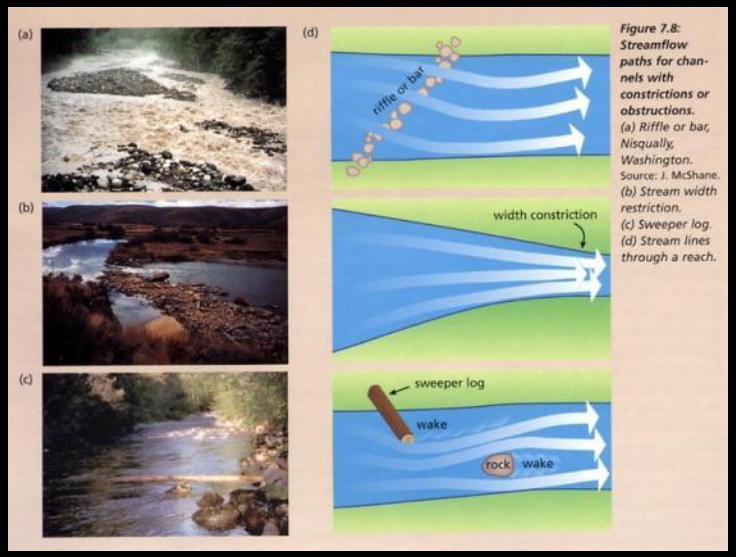
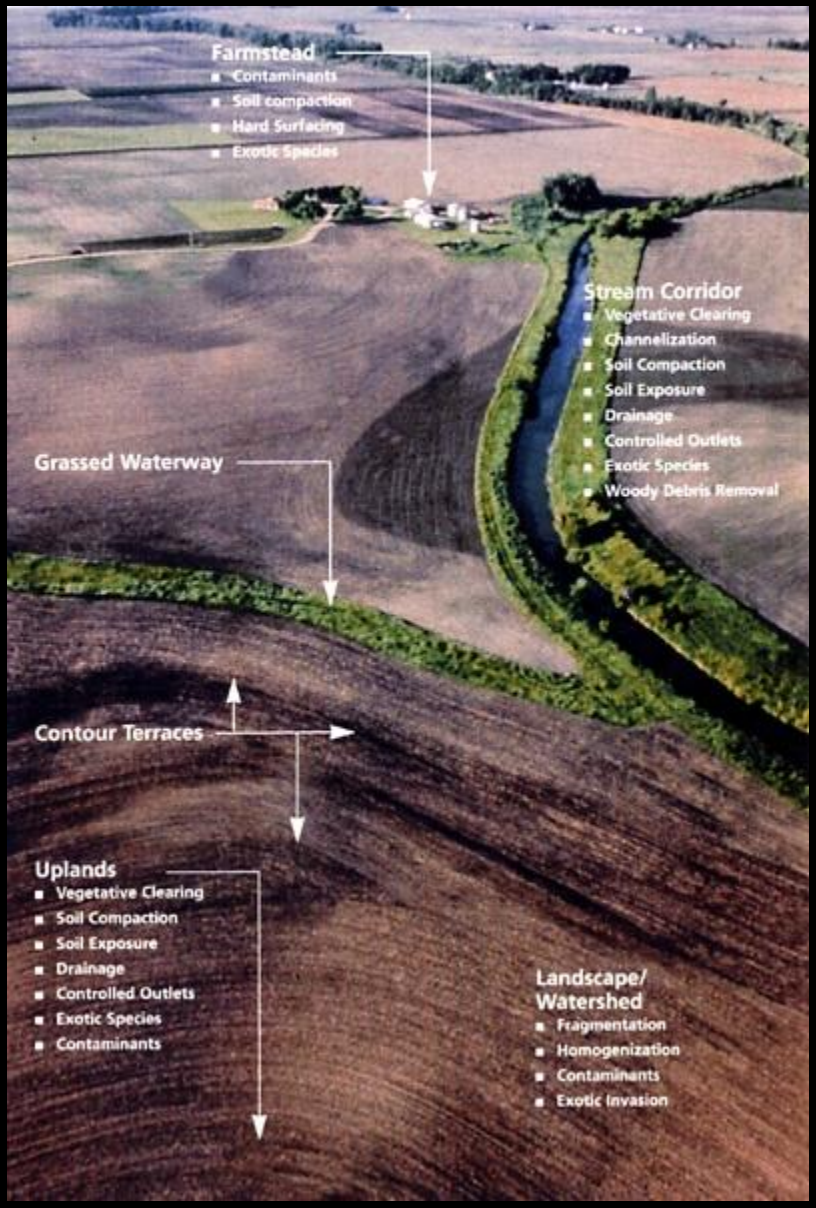
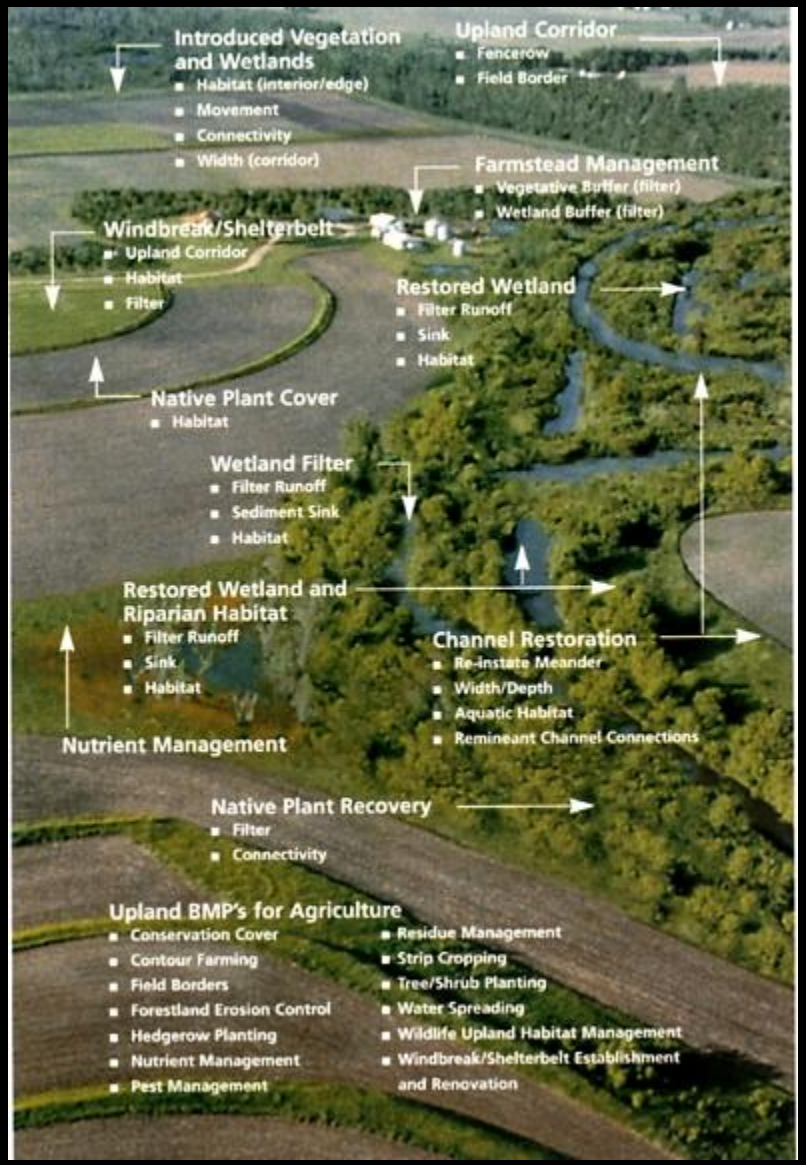


Figure 7.8: Streamflow paths for channels with constrictions or obstructions. (a) Riffle or bar, Nisqually, Washington. Source: J. McShane. (b) Stream width restriction. (c) Sweeper log. (d) Stream lines through a reach.

Un mundo de posibilidades





¡Muchas gracias!
Eskerrik asko!