

Foro Técnico y Ciudadano sobre  
EL PLAN HIDROLÓGICO DE LA  
CUENCA DEL EBRO.

## . Caudales ambientales y estado de las masas de agua



**Domingo Baeza Sanz**  
**Departamento de Ecología**  
**de la UAM**  
**socio de la FNCA**



# Aspectos a tratar

- Aspectos críticos de los métodos de determinación de caudales ecológicos.
- Los trabajos sobre caudales ecológicos realizados en la cuenca. Otros trabajos intereses y objetivos distintos.
- Revisión de la determinación del estado ecológico de las masas de agua de la cuenca del Ebro.
- La adecuación de los indicadores utilizados, revisión y propuesta de nuevos indicadores.

# Problemas detectados en la propuesta de caudales ecológicos

- No se ha producido un auténtico proceso de concertación.
- La propuesta de caudales de la CH Ebro, se ubica en unos puntos no coincidentes con los lugares donde se desarrollaron los trabajos.
- La selección de los caudales mínimos no es clara.
- La modelización mensual del régimen no conserva la variabilidad natural del régimen.

# Proceso de concertación: Ebro, Júcar y Segura

C2	Proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos
----	--

## 5.3 Proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos.

El proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos se desarrollará conforme a un proceso de concertación que tendrá en cuenta los usos y demandas actualmente existentes y su régimen concesional, así como las buenas prácticas.

Este proceso deberá ser previo a la inclusión del régimen de caudales en el correspondiente Plan Hidrológico y tendrá como objetivos: (1) valorar la integridad hidrológica y ambiental del régimen de caudales ecológicos, (2) analizar su viabilidad social y económica, (3) estudiar la viabilidad técnica de la implantación efectiva del régimen de caudales propuesto y (4) proponer un plan de seguimiento y gestión adaptativa del régimen de caudales ecológicos que permita conocer el grado de cumplimiento de los objetivos previstos, e introducir eventuales modificaciones del régimen definido.

El contratista, en coordinación con las Oficinas de planificación de las demarcaciones del ámbito de estudio, identificará aquellas masas de agua en las que la determinación del régimen de caudales ecológicos condicione significativamente las asignaciones y reservas de los planes hidrológicos. En el resto de casos, el proceso de implantación del régimen de caudales será

objeto de un programa de medidas específico que incluirá el esquema del proceso de concertación a realizar, y por tanto será posterior a la propia redacción del Plan.

Debe desarrollarse, en coordinación con las Oficinas de planificación, un plan de participación activa para la determinación del proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos. Dicho plan debe estar preparado previamente a la finalización de los trabajos técnicos para la determinación de caudales ecológicos. En dicho plan se establecerán las acciones más relevantes a llevar a cabo:

- Identificación de agentes implicados en los procesos de concertación
- Técnicas a seguir en cada caso y Plan de comunicación.
- Coordinación en cada demarcación con el equipo de la Oficina de planificación encargado de las tareas de participación pública.
- Cronograma de las tareas y fechas límite para la obtención de los resultados.

Deberán identificarse todas las masas de agua donde, analizada la situación actual, la implantación del régimen de caudales ecológicos puede suponer un esfuerzo importante. Para todas ellas, previamente al inicio del proceso de participación activa y, en su caso, de concertación, debe elaborar un documento donde se recoja toda la información relevante, cubriendo al menos los siguientes aspectos:

- informes y estudios técnicos que justifiquen el régimen de caudales ecológicos propuesto y los valores ambientales asociados a dichos caudales;
- información sobre la repercusión, tanto positiva como negativa, desde el punto de vista económico y social de su implantación;
- marco legal de los usos existentes que pudieran verse afectados por la implantación del régimen de caudales ecológicos, incluyendo las características técnico-administrativas de los mismos.

El contratista deberá organizar los eventos necesarios, llevar la secretaría de los procesos y generar todos los borradores y documentos de análisis y discusión necesarios para el proceso de participación activa.

Elaborará también los documentos finales para la implantación del régimen de caudales ecológicos.

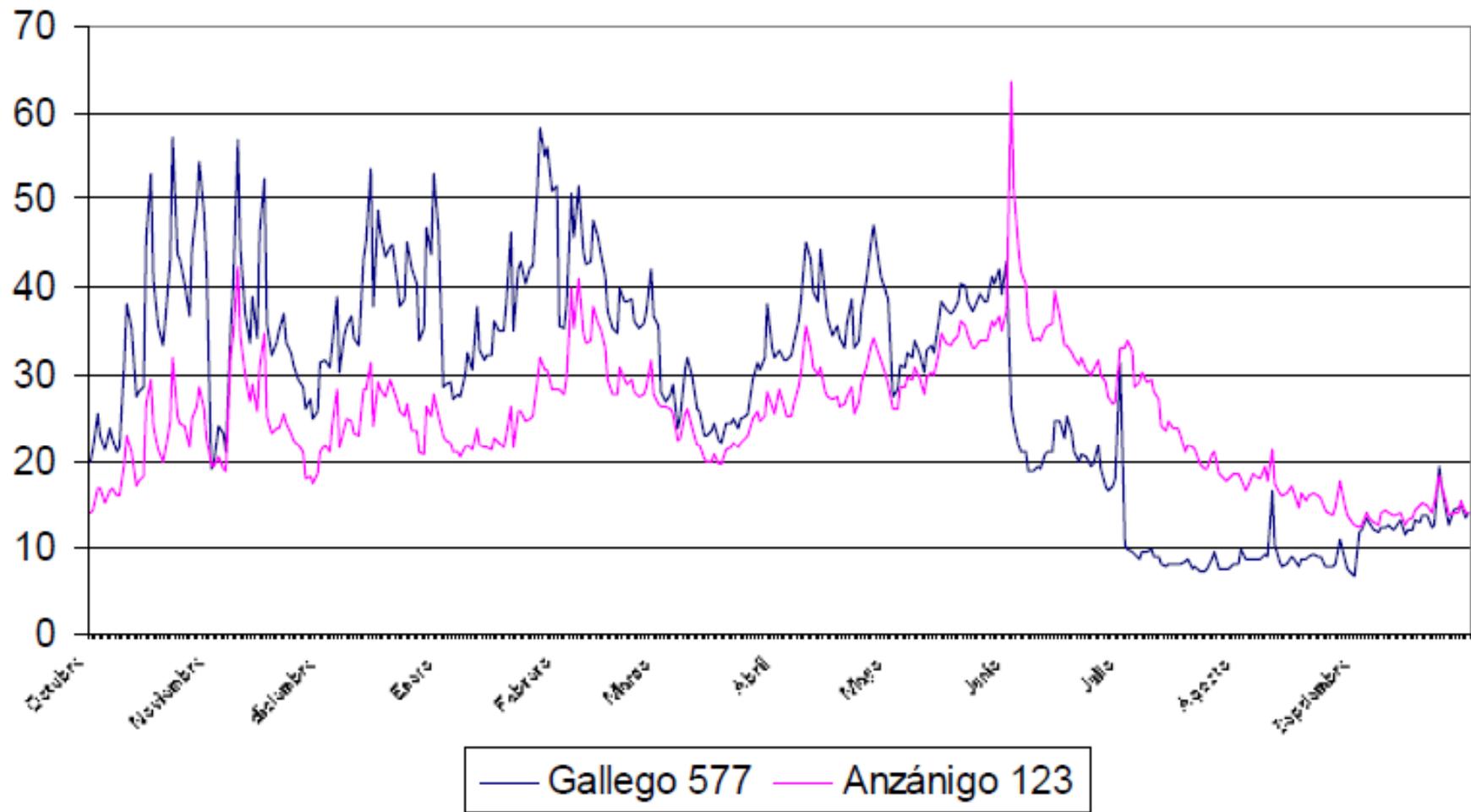
# Trabajos en el Ebro

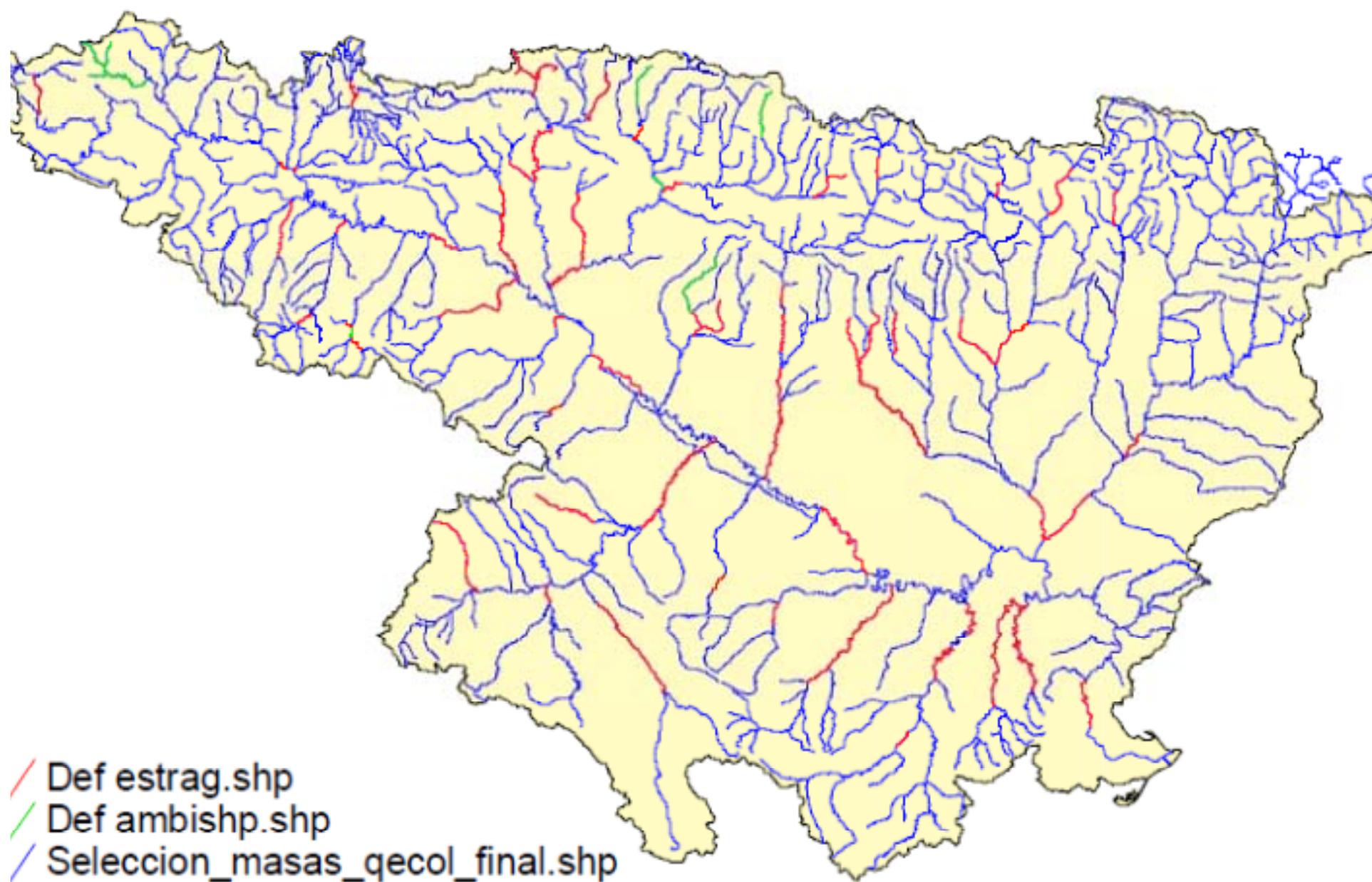
- Se iniciaron los trabajos en Junio 2008.
- Constituida por alrededor de 700 masas de agua tipo río, en el 10 % se deben aplicar métodos de simulación del hábitat.
- Problemas con los que se iniciaron los trabajos:
  - Se está redactando una guía, sobre la marcha.
  - No hay suficientes datos hidrológicos.
  - No están elaboradas todas las curvas de preferencia de las especies.

# Componentes del régimen en ríos permanentes

- Caudales mínimos.
- Caudales máximos.
- Definición del patrón mensual de cambio.
- Caudales generadores.
- Ratio de cambio diario.

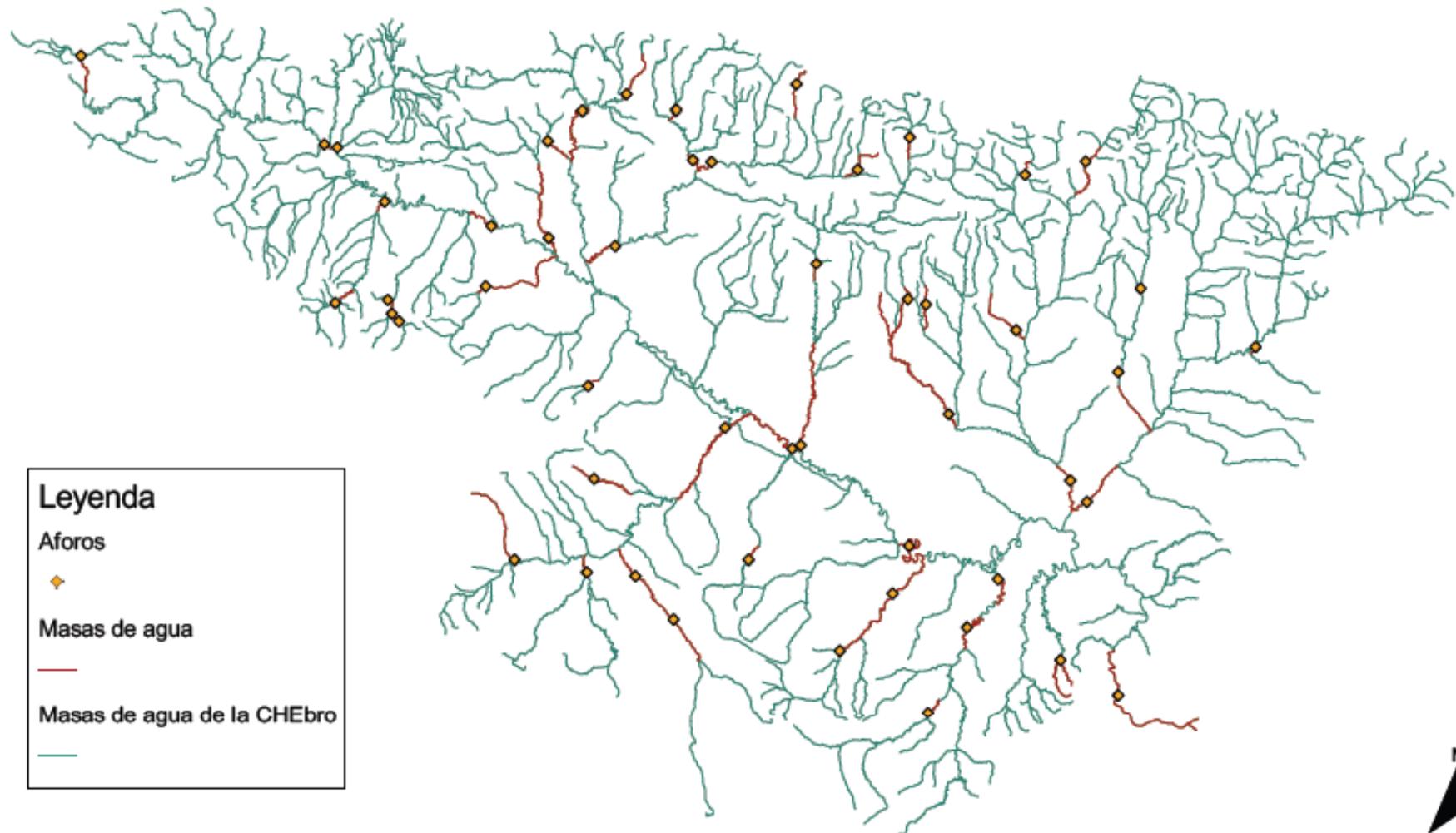
Series de caudales diarios de la masa de agua 577 Gallego y aforo de referencia 123 en Anzánigo.  
(1975-1984)





- / Def estrag.shp
- / Def ambishp.shp
- / Seleccion\_masas\_qecol\_final.shp
- Cuencaebro.shp

# Primer problema: correspondencia entre la propuesta y los trabajos técnicos



- Sólo en una masa la 694 río Veral coincide el caudal mínimo con el 50 % del APU del adulto.
- Hay siete masas con el aforo fuera de la masa. El resto se localizan en diversos puntos dentro de la masa 13 en el medio, 15 en el final y 16 al principio.

# Que comprobaciones puedo hacer para valorar el régimen propuesto

- Sobre el caudal mínimo, compararlo con:
  - El caudal medio.
  - El caudal mínimo mensual natural.
  - El rango de variación natural de los caudales mínimos.

En la propuesta del Ebro

En ninguna masas ninguno de los 12 valores del régimen ecológico supera el caudal medio natural.

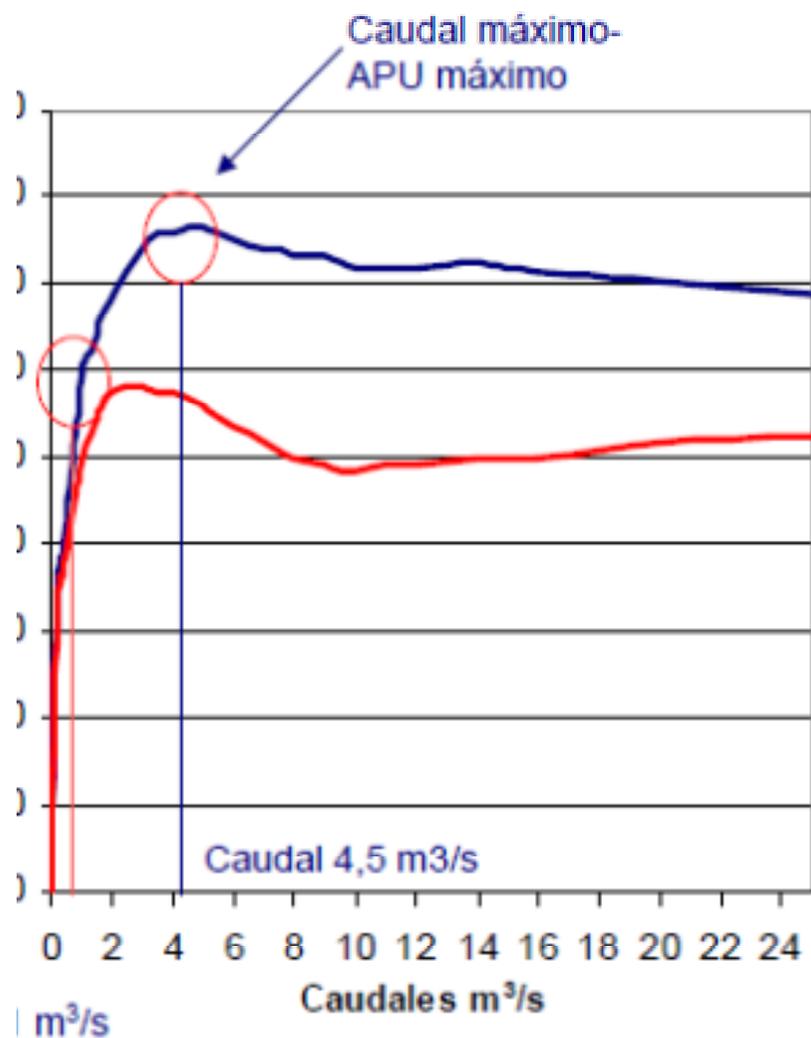
Sólo en dos masas (201 Lumbreras, y 309 Nájima) algún valor de los doce mensuales propuestos supera el caudal mensual del mes mínimo natural. (7 meses)

El caudal ecológico están entre el 19 y el 1 % del caudal medio. (28,9 % y 3,6 % en el Duero).

El caudal ecológico está entre el 63 y el 4 % del caudal mínimo mensual. (92,2 % y el 16,4 % en el duero).

Nº de masas en las que Qecol es menor del 10 % de medio es 38 de 50 (8 de 40 en el duero).

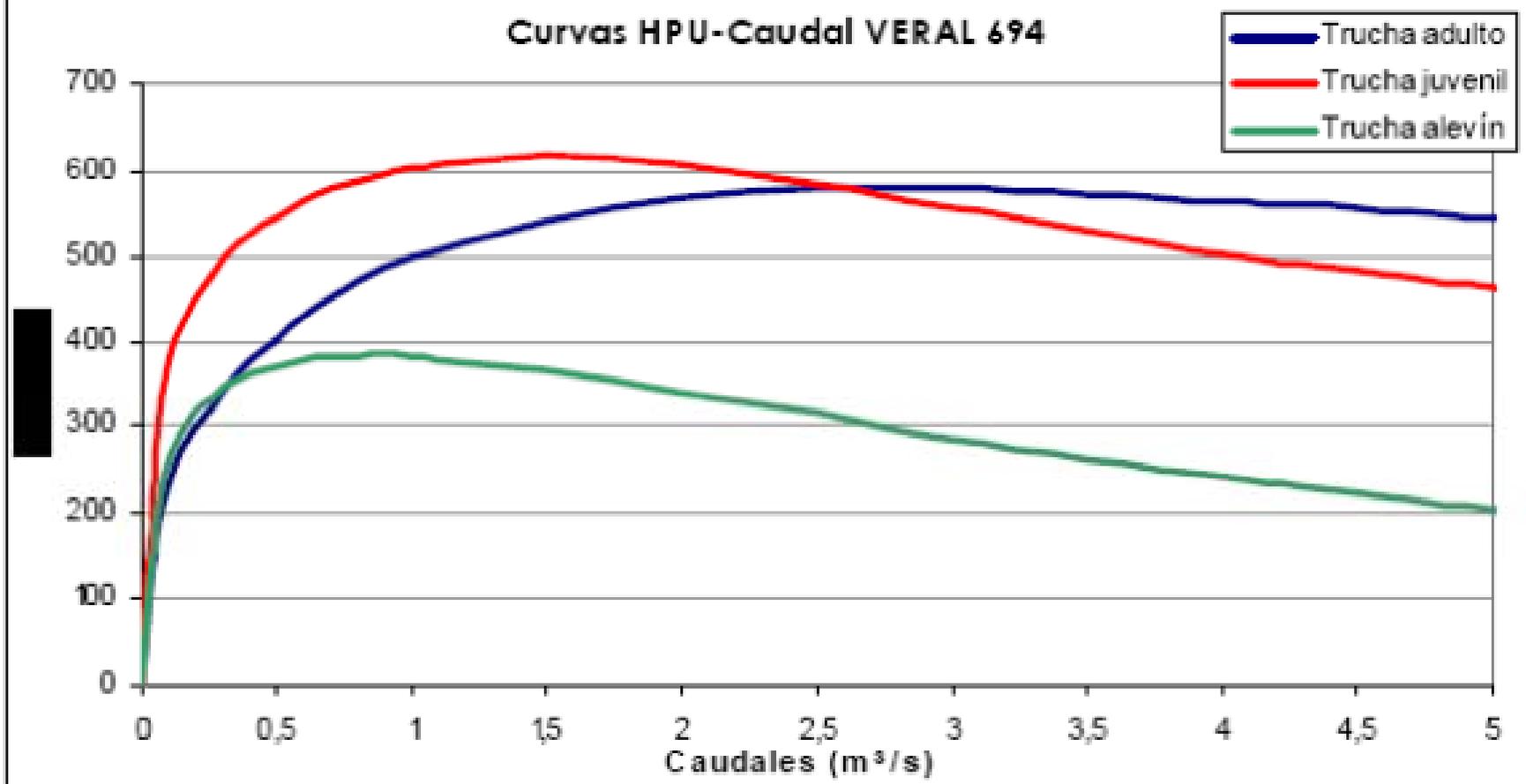
### Curvas APU-Caudal Combinada



— Periodo húmedo      — Periodo seco

	Periodo húmedo	Periodo seco
	0,8 Juveniles+0,2 Adultos	0,6 Alevines + 0,4Adultos
<b>Q por pte</b>	1.30	0.40
	<b>VALORES DE APU m/m</b>	
APU max	763.98	582.55
80% APU max	611.18	466.04
50% APU max	381.99	291.28
30% APU max	229.19	174.77
	<b>CAUDALES m³/s</b>	
Qmax	4.50	2.50
Q 80 % APU max	1.00	0.80
Q 50 % APU max	0.20	0.10
Q 30 % APU max	0.10	0.10

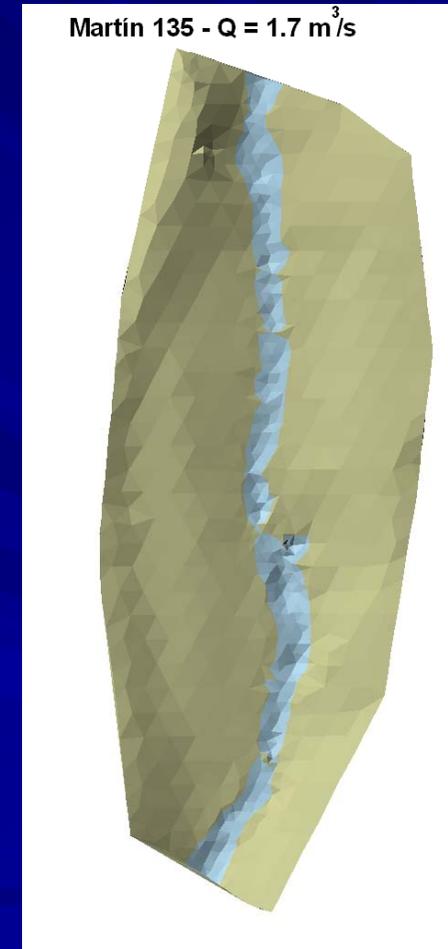
Curvas HPU-Caudal VERAL 694



# Comparar con métodos hidrológicos

- Ningún caudal mínimo propuesto está por encima de ninguno de los resultados obtenidos por métodos hidrológicos, entre 8 y 13 están por encima del 50 % del valor de algún método hidrológico.

# Criterio de continuidad de la lámina de agua



# Masas de agua en la cuenca

DH EBRO	ESTUDIO DE CAUDALES MÍNIMOS POR MÉTODOS HIDROLÓGICOS	
CÓDIGO MASA DE AGUA	<i>Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.</i>	MASA SELECCIONADA
417		Sí

CLASIFICACIÓN DE LA MASA	Permanente
GRADO DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA	Alterada

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Aportación anual (hm <sup>3</sup> /año)	% s/Qnat
QBM media (series anuales de datos diarios)	7,70	242,81	19,0%
QBM mediana (series anuales de datos diarios)	7,04	221,98	17,4%
Percentil 5 (serie de datos diarios)	10,14	319,65	25,0%
Percentil 15 (serie de datos diarios)	14,92	470,43	36,8%
Q25 (series anuales de datos diarios)	10,65	336,01	26,3%
Q pendiente (series anuales de datos diarios)	10,65	336,01	26,3%

Especie seleccionada: <i>Barbus bocagei</i> (barbo) - adulto	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Aportación anual (hm <sup>3</sup> /año)	% s/Qnat
Q 80% HPU <sub>máx</sub>	14,50	457,27	35,8%
Q 50% HPU <sub>máx</sub>	3,50	110,38	8,6%
Q 30% HPU <sub>máx</sub>	0,15	4,81	0,4%
Q 25% HPU <sub>máx</sub>	0,13	4,01	0,3%

# Generación del régimen de caudales

- Actualmente existen cuatro opciones:
- 1) Adaptarlo a las exigencias de los ritmos biológicos de las especies.
- 2) Utilizar índices mensuales del régimen natural
- 3) Identificar parámetros hidrológicos de interés ecológico y mantenerlos dentro de unos intervalos admisibles
- 4) Elaborar un régimen por bloques según las necesidades de funcionamiento de los elementos del ecosistema.

El índice mensual:

$$I_i = Q_i / Q_{\min}$$

Factor de variación

$$F \text{ var } 1 = \sqrt{\frac{Q_i}{Q_{\min}}}$$

$$F \text{ var } 2 = \sqrt[3]{\frac{Q_i}{Q_{\min}}}$$

$$F \text{ var } 3 = 1 + \sqrt{\frac{Q_i - Q_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}}}$$

$$F \text{ var } 4 = \sqrt{\frac{\text{Perc } 15_i}{\text{Perc } 15_{\min}}}$$

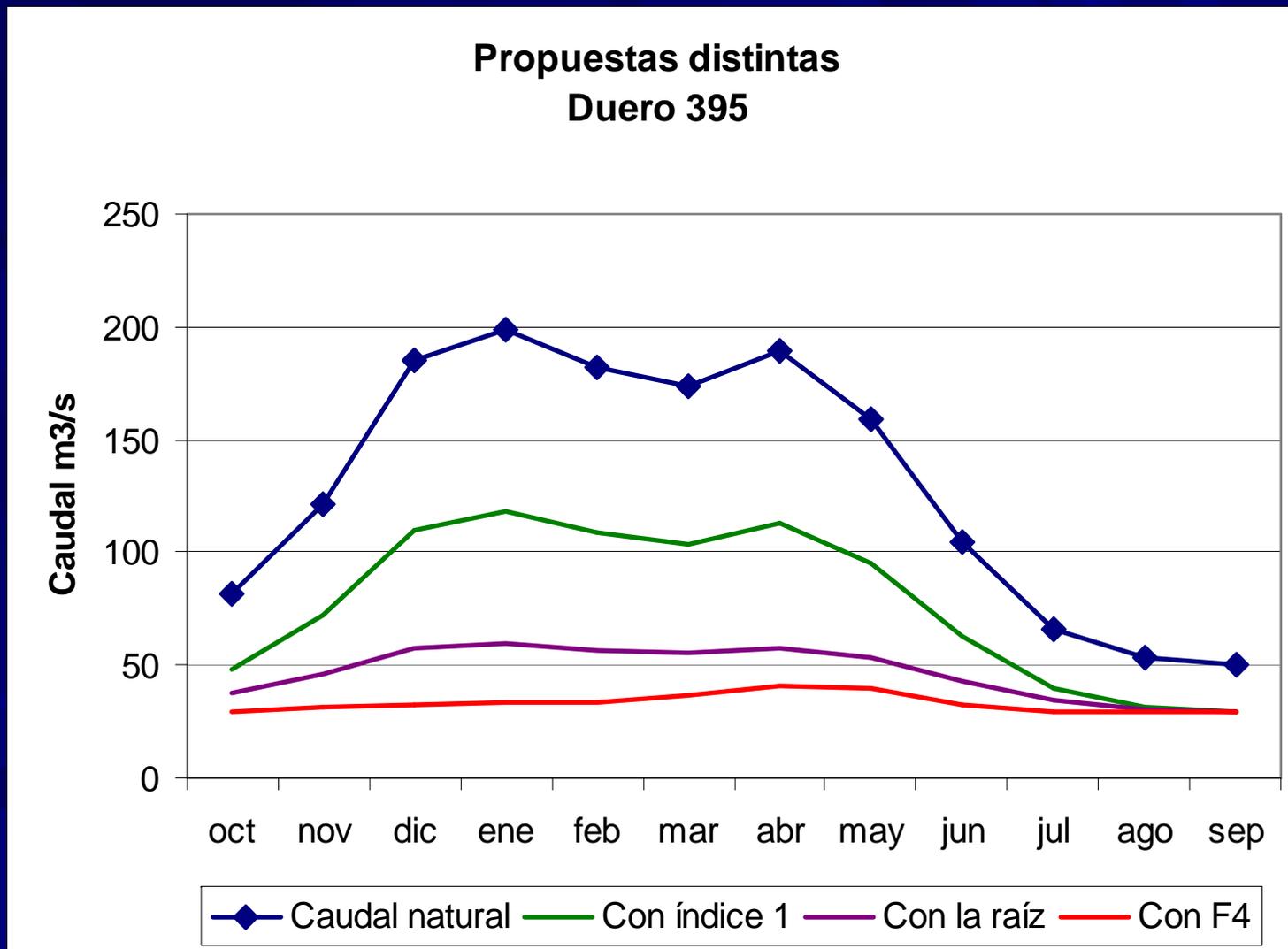
# Propuesta de variación mensual del régimen

- Se propone utilizar como factor de variación

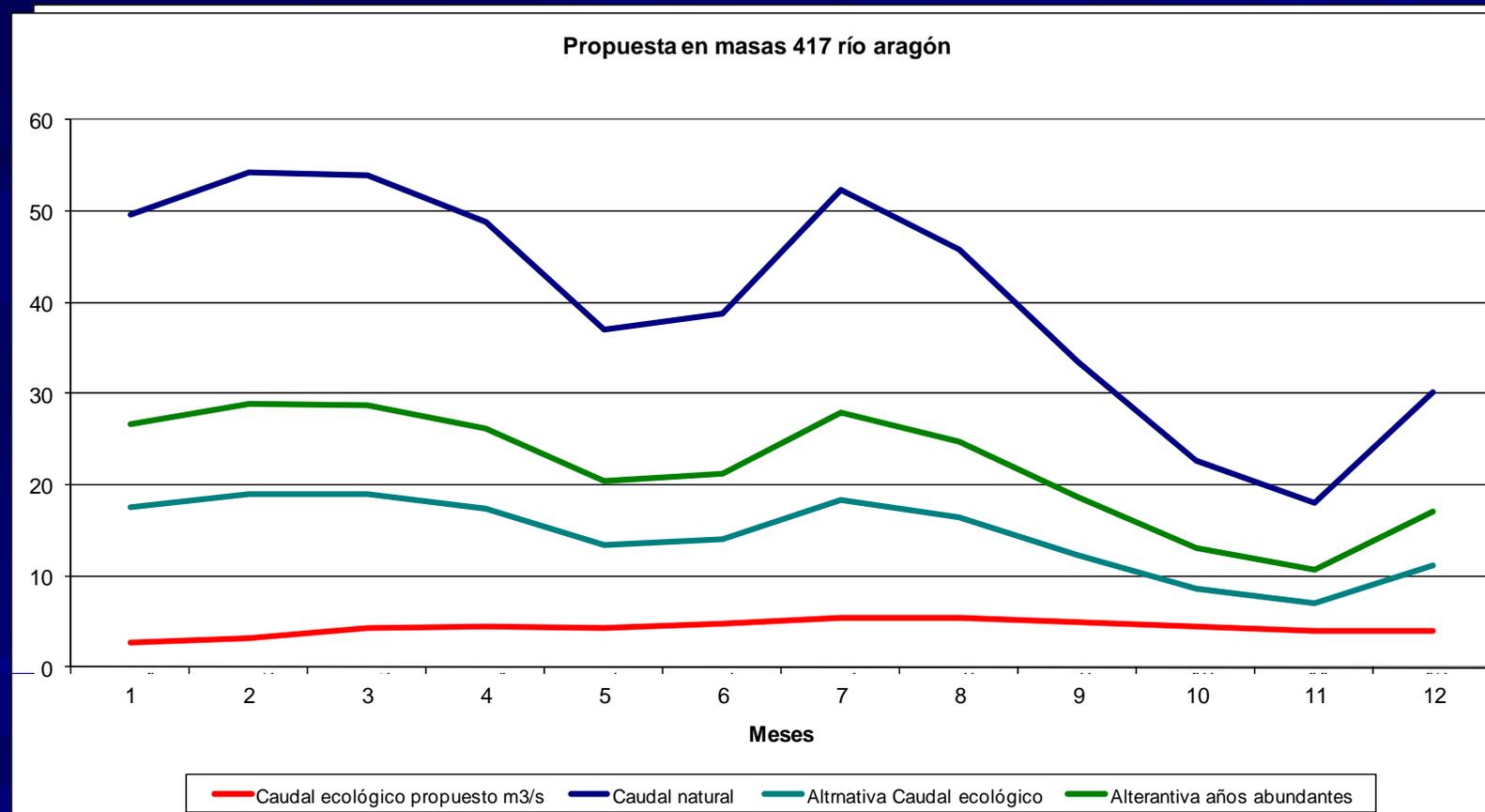
$$\sqrt[3]{\frac{Q_i}{Q_{\min}}}$$

	Natural	Ecológico
CV Máximo	0,74	0,48
CV Mínimo	0,13	0,04

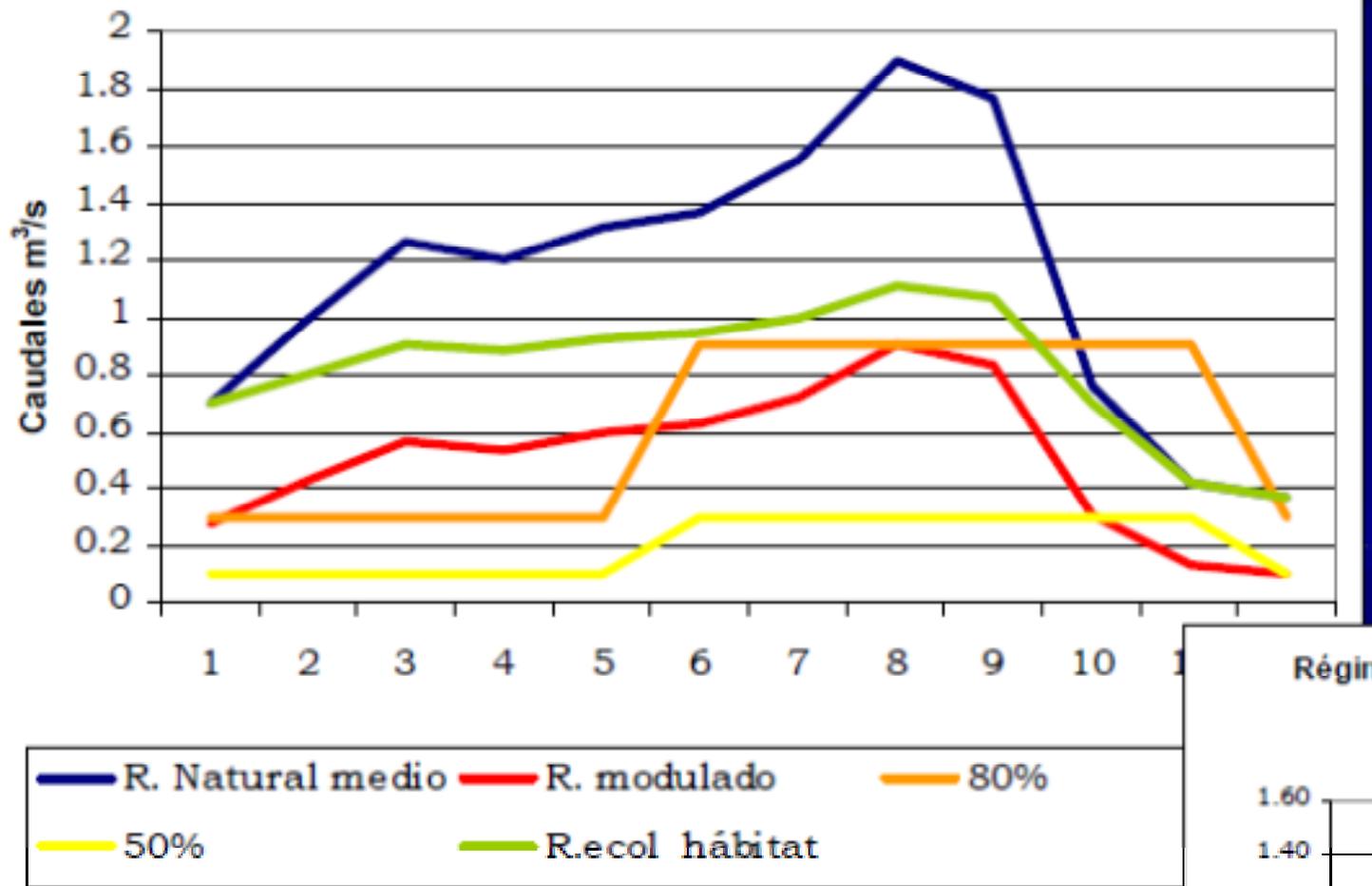
# Ejemplo en el Duero 395



# Resultados río aragón



## Régimen ecológico propuesto. Evaluación frente a régimen modulado 80/50.



# La prueba de la piedra

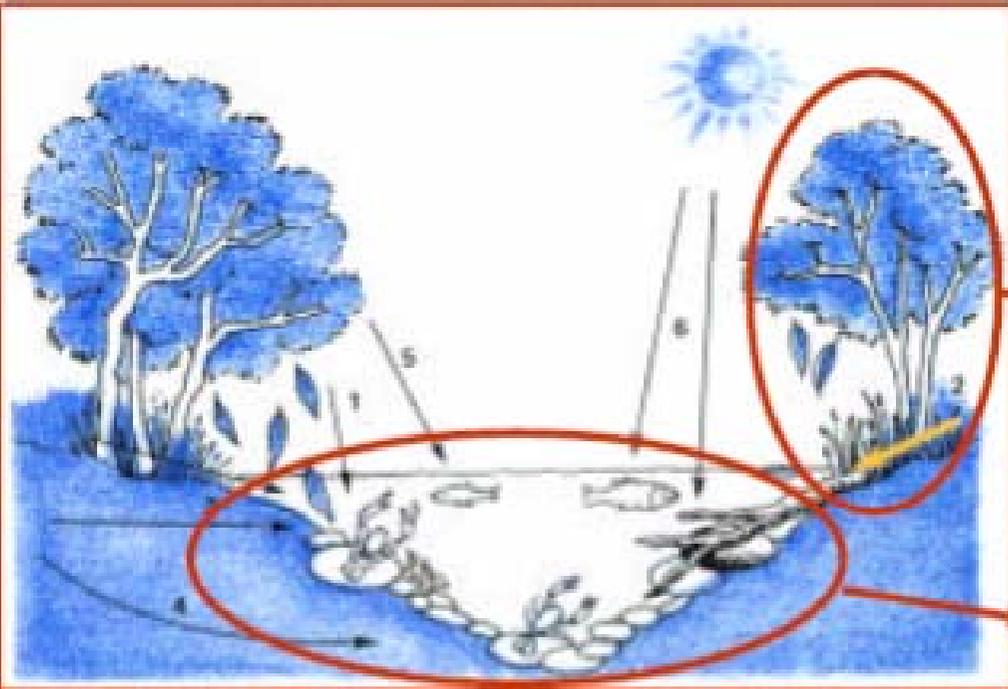


0,62
0,67
0,65
0,73
0,81
0,78
0,79
0,83
0,66
0,62
0,62
0,62

# La determinación del estado ecológico

## Aspectos polémicos:

- Sobre la idoneidad de los indicadores.
- Sobre la ausencia de algunos indicadores.
- Sobre la estrategia para determinar el estado Ecológico.
- Sobre el peso que tienen los indicadores hidromorfológicos



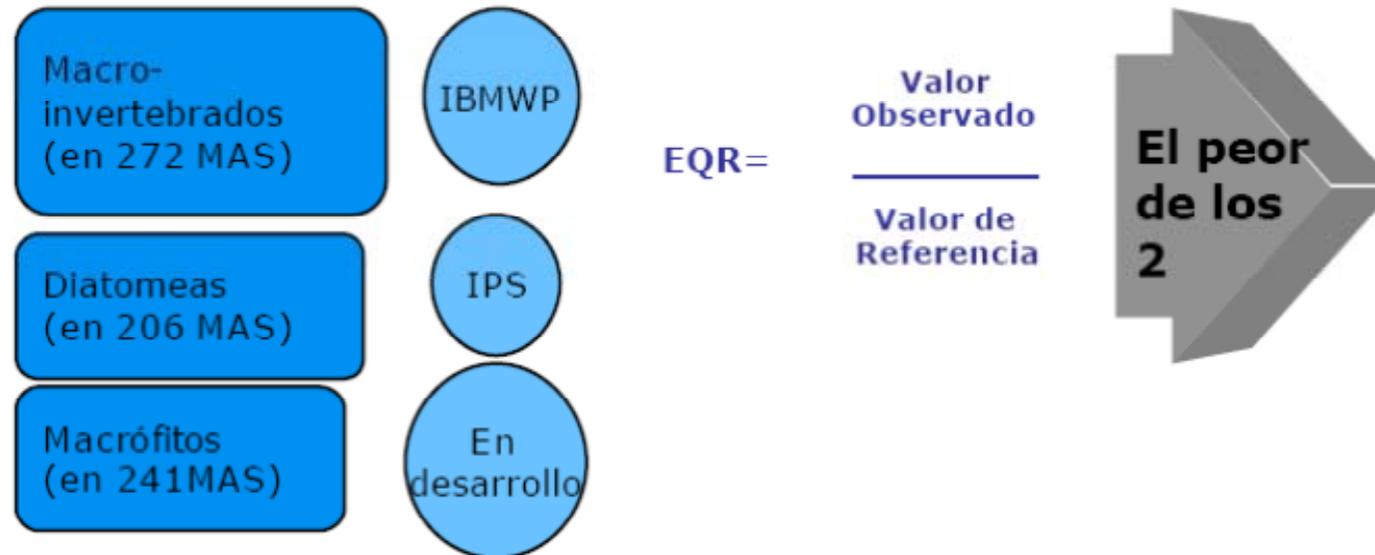
**Indicadores biológicos**

**Indicadores hidromorfológicos**

**Indicadores fisico-químicos**

# Estado ECOLÓGICO

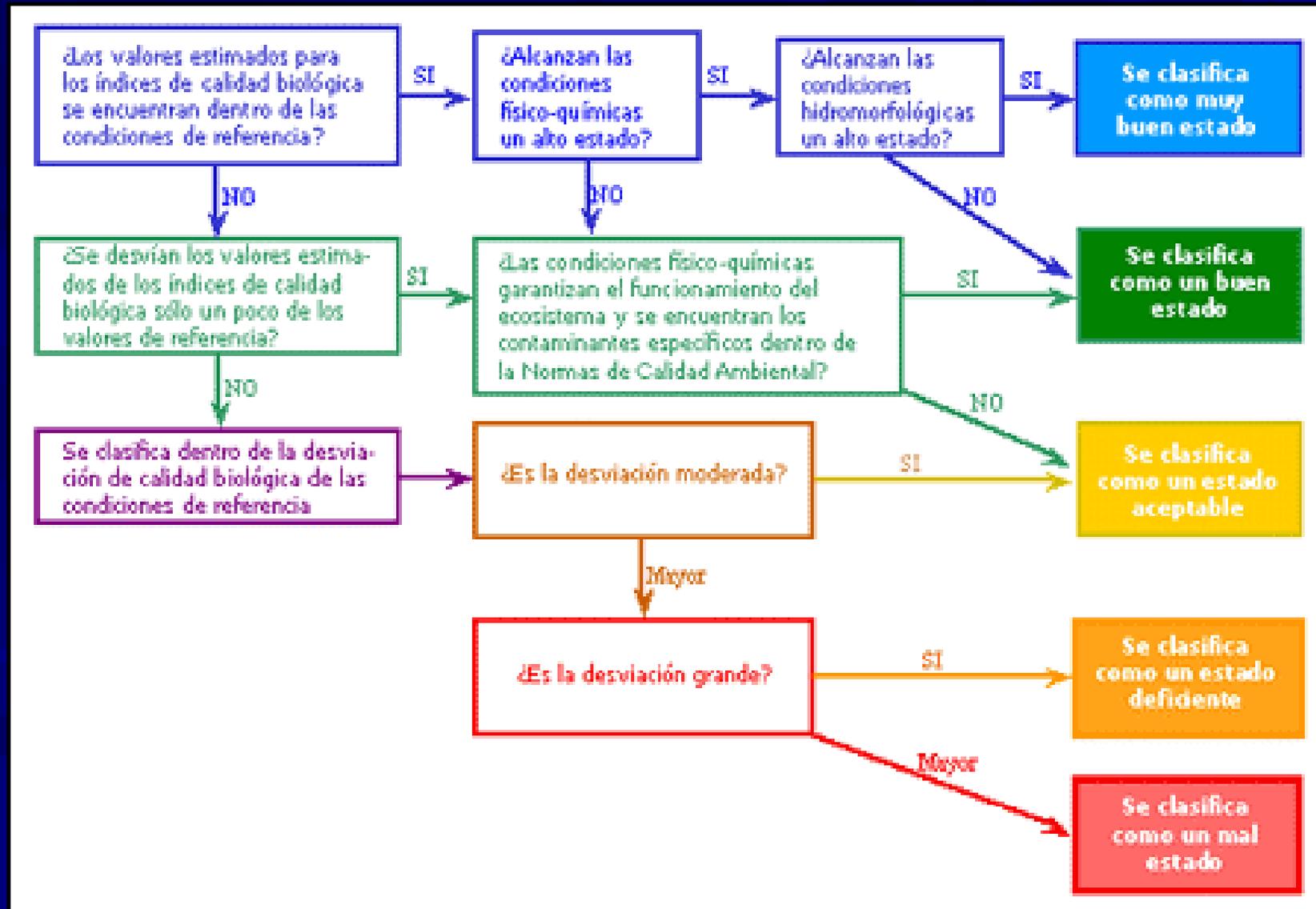
Indicadores Biológicos (273 MAS)



\* En los tipos 115, 116 y 117 no se han establecido condiciones de referencia. A nivel de aproximación y de forma provisional, se utilizan para el diagnóstico del estado ecológico las mismas condiciones que las asignadas para el tipo 112. \*\* El cálculo realizado es el promedio anual

Comparación de cada uno de los Indicadores con los **UMBRALES** de la Instrucción de Planificación Hidrológica y la CHE

# Estado de las masas de agua: Sistema Análisis del Estado Ecológico: "One out, all out"





En el caso de los ríos. De las 644 masas de agua, 478 tienen buen estado o muy buen estado, 74,2%, y 164 masas, 25,5%, no cumplen dicho buen estado.

# Índices de ribera. RQI



Figura 1.- Atributos que caracterizan la estructura de las riberas fluviales, en relación a la dimensiones del espacio ripario que en la actualidad contiene vegetación asociada al río, características de dicha vegetación.



Figura 2.- Atributos que caracterizan el funcionamiento hidrológico de las riberas en relación al equilibrio de la vegetación riparia con el actual régimen de caudales y usos del suelo, la estabilidad y heterogeneidad de las orillas y la conectividad lateral y vertical del cauce con sus riberas y llanuras de inundación.

# El problema de los peces

Tajo entre Peralejos y río Gallo

Tajo aguas abajo de Estremera



Especies capturadas	Nº Individuos	Abundancia (%)	Biomasa	
			gr	%
Gobio gobio	19	57,58	160	54,26
Chondrostoma toxostoma	10	30,30	30	12,06
Salmo trutta	3	9,09	31	12,45
Barbus comiza	1	3,03	26	11,24

Índice	Valor
LMargalef	0,86
Equitatividad	0,72
H'(ln)	1
H'(log2)	1,45
Lambda	0,43
1-Lambda	0,57



Lepomis gibbosus (Perca sol)					
Individuo	LT (mm)	LS (mm)	Peso (gr)	IC	Examen externo
1	138	114	60	2,03	SA

Rutilus Lemmingii (Pardilla)					
Individuo	LT (mm)	LS (mm)	Peso (gr)	IC	Examen externo
1	64	52	5	1,91	SA

LT: longitud total; LS: longitud estándar; IC: Índice de Condición; SA: sin anomalías; DE: deformidades; PA: parásitos; LE: lesiones; TU: tumores; CO: coloración

Especies capturadas	Nº Individuos	Abundancia (%)	Biomasa	
			gr	%
Barbus bocagei	8	50,00	6657	93,87
Micropterus salmoides	4	25,00	276	3,89
Carassius auratus	2	12,50	104	1,47
Lepomis gibbosus	1	6,25	50	0,71
Rutilus lemmingii	1	6,25	5	0,07

Índice	Valor
LMargalef	1,44
Equitatividad	0,81
H'(ln)	1,30
H'(log2)	1,88
Lambda	0,34
1-Lambda	0,66

Reportaje fotográfico

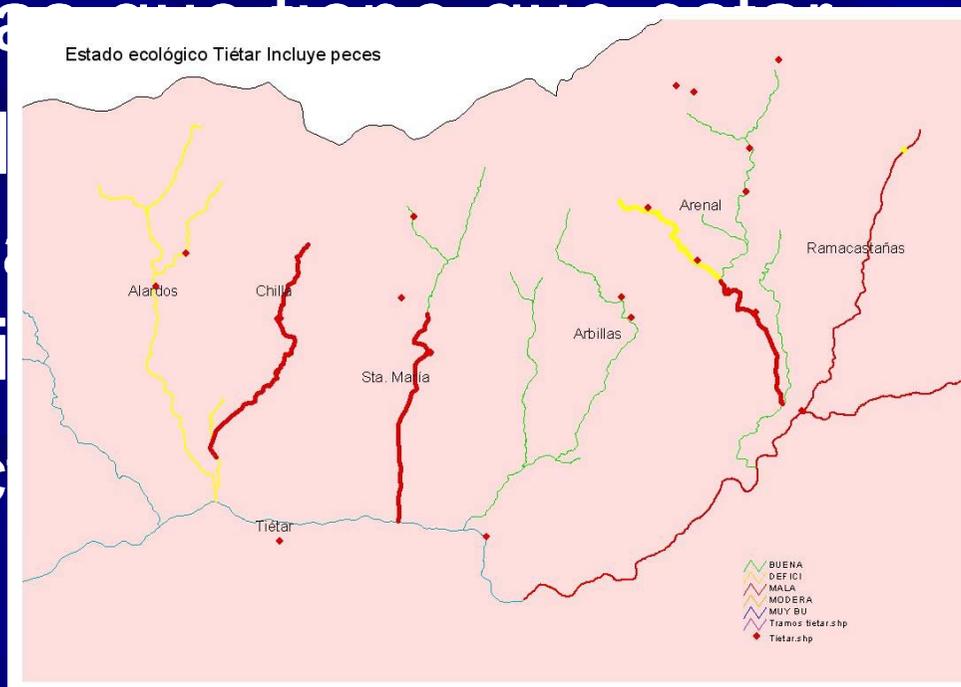
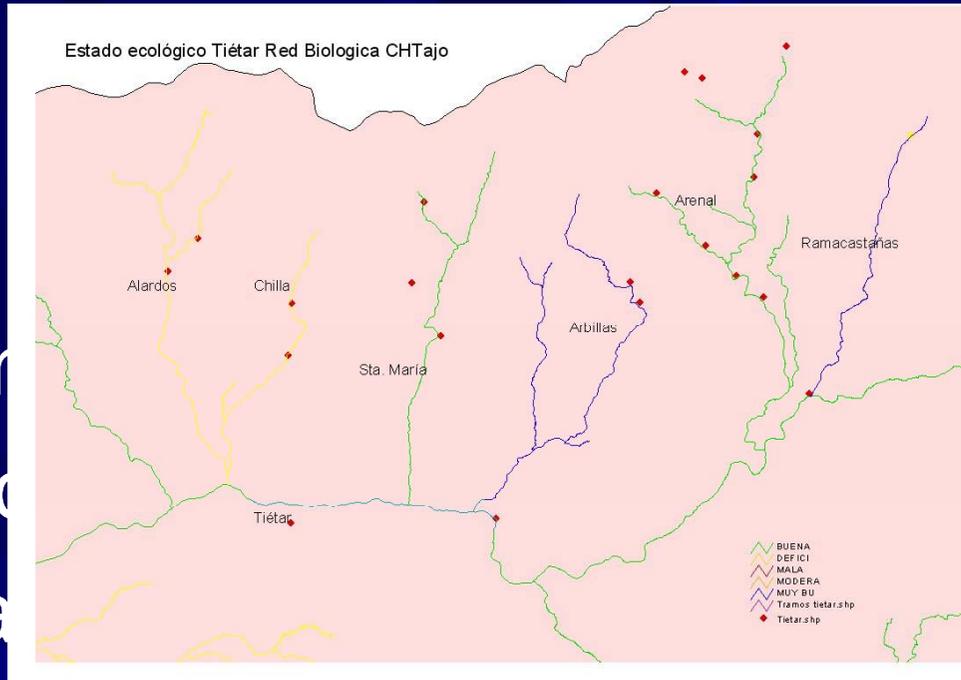


Barbus bocagei



Detalle de las branquias de Barbus bocagei

- Preser
- Comp
- Que la
- sean la
- Abund
- abund
- especi
- Estruct

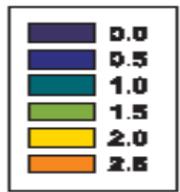
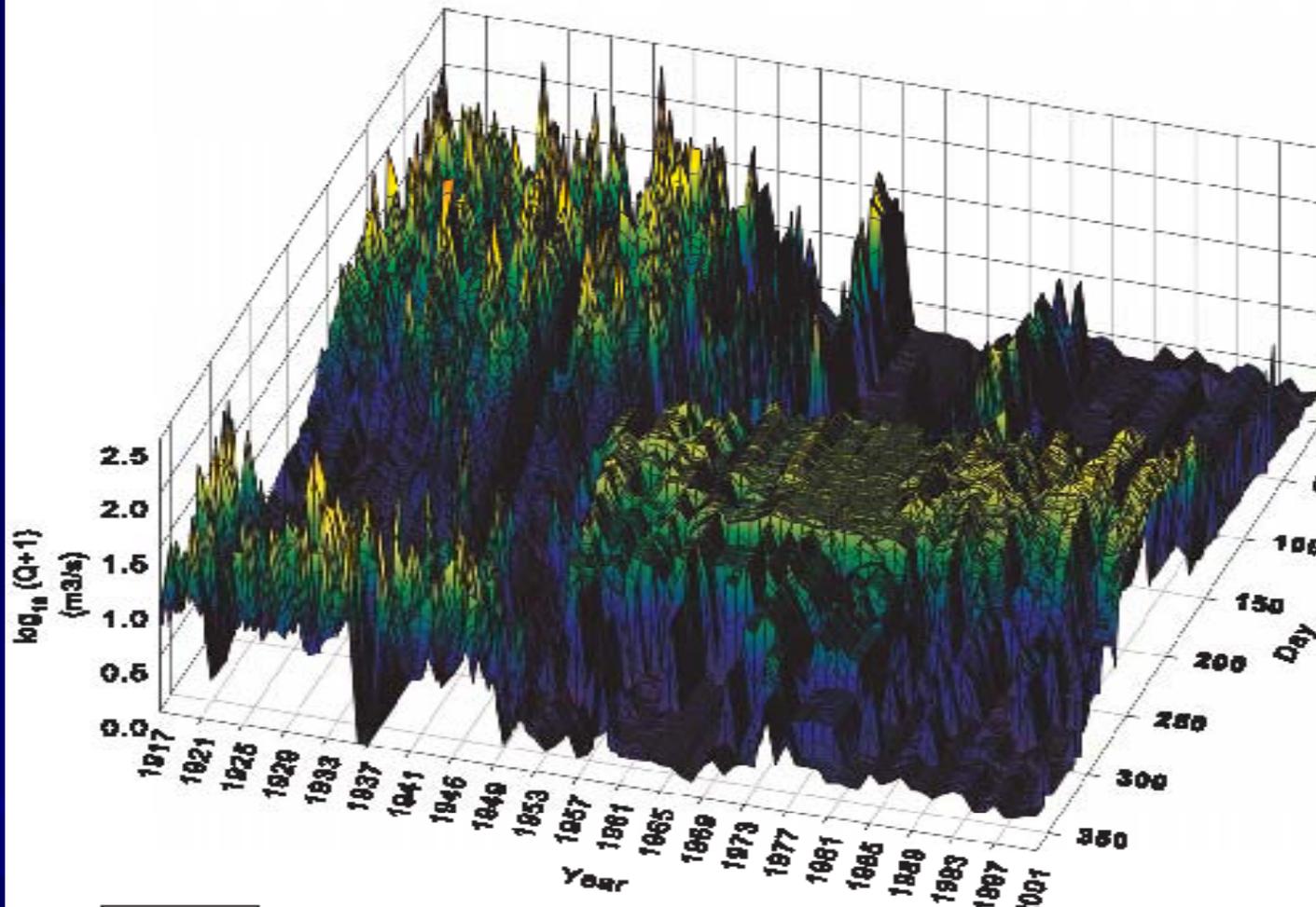


entes

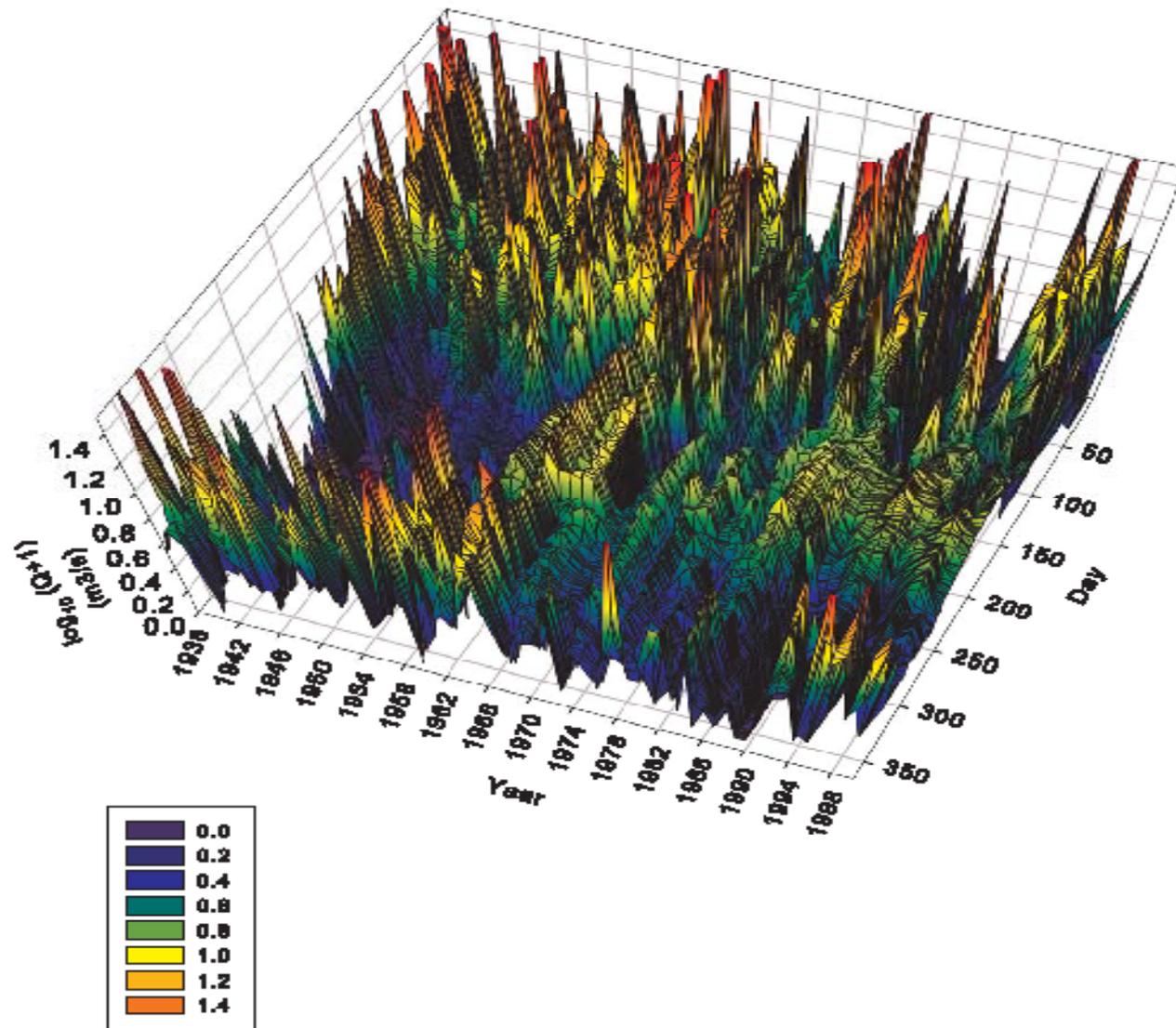
s de

de las

**Ebro at Arroyo 1917-2002**  
**dam built: 1945**



**Najerilla 1938-2000**  
**dam built: 1960**



# Propuesta de otros indicadores. El caso del Duero

- En el Plan del Duero se ha modificado la estrategia de calificación del estado ecológico. Si los indicadores hidromorfológicos indican alteración la masa tiene un estado peor que bueno.
- Utilizan tres indicadores hidromorfológicos, IC (índice de compartimentización), ICLAT (índice de continuidad lateral), IAH (índice de alteración hidrológica)

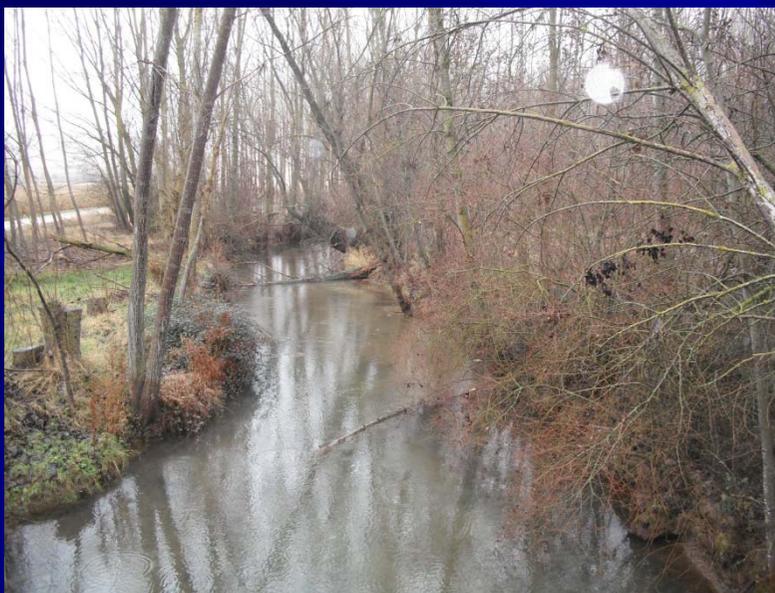
$$IC = \frac{\frac{\sum IF}{N}}{\frac{L_T}{N}} = \frac{\sum IF}{L_T}$$

$L_T$  = Longitud de curso de agua considerado

$N$  = Número obstáculos transversales existentes

$\sum IF$  = Suma de los índices de franqueabilidad de los azudes existentes.

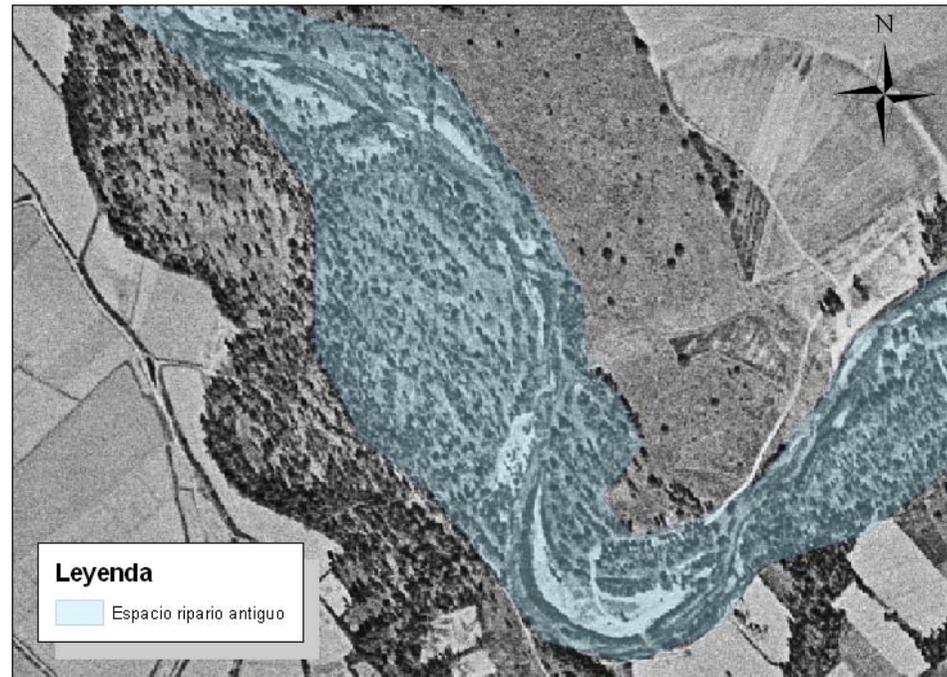
# Recorridos de campo



# Recorridos de campo



# Espacio Riberas del Riaza



# Hidrogeomorfología: índice IHG

- Calidad funcional del sistema
  - Naturalidad del régimen de caudal
  - Disponibilidad y movilidad de sedimentos
  - Funcionalidad de la llanura de inundación
- Calidad del cauce
  - Naturalidad del trazado y de la morfología en planta
  - Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales
  - Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral
- Calidad de las riberas
  - Continuidad longitudinal
  - Anchura, estructura y naturalidad
  - Interconectividad transversal

