

# La implantación de caudales ambientales para la mejora del estado ecológico. Experiencias en los ríos de Cataluña

**Antoni Munné**

*Agencia Catalana del Agua. c/ Provença, 204-208. 08036-Barcelona  
(AnMunne@gencat.cat)*

**Mònica Bardina**

*Agencia Catalana del Agua. c/ Provença, 204-208. 08036-Barcelona*

## 1 Introduction

Desde la puesta en marcha del Plan de Saneamiento en Cataluña, en 1992, han entrado en servicio más de 400 estaciones de saneamiento de aguas residuales urbanas y asimilables permitiendo, salvo algunas excepciones, una mejora generalizada de la calidad química del agua en los ríos de Cataluña. Esta mejora, en algunas ocasiones, no se ha visto reflejada en el buen estado ecológico de los ríos (Prat y Rieradevall, 2006), evidenciado, cada vez más, la baja calidad hidromorfológica que padecen los sistemas acuáticos. La falta de caudales circulantes adecuados, pero también la destrucción y ocupación de los márgenes fluviales y zonas inundables, la desaparición de los bosques de ribera, la pérdida de conectividad, y la alteración del hábitat en general, han afectado la recuperación del estado ecológico (Munne y Prat, 2006). Este deterioro hidromorfológico también contribuye a la reducción de la capacidad de autodepuración de los sistemas fluviales (Poff et al., 1997; Acuña et al., 2004), y provoca o potencia el éxito en la proliferación de especies exóticas e invasoras (García-Berthou y Moreno-Amich, 2000).

El caudal es considerado como uno de los factores organizadores de los procesos ecológicos, de modo que los cambios en el régimen de caudales puede repercutir radicalmente sobre el estado y conservación de los ecosistemas. La alteración del régimen de caudales, y el escaso caudal circulante debido a las elevadas detracciones y derivaciones de caudal (Tabla 1 y Figura 1), han sido identificadas como uno de los principales problemas en Cataluña para conseguir en buen estado de las aguas epicontinentales, con un elevado riesgo de no poder conseguir los objetivos

marcados por la Directiva Marco del Agua (DMA) para finales de 2015 (Agència Catalana de l'Aigua, 2005; Munné y Prat, 2006).

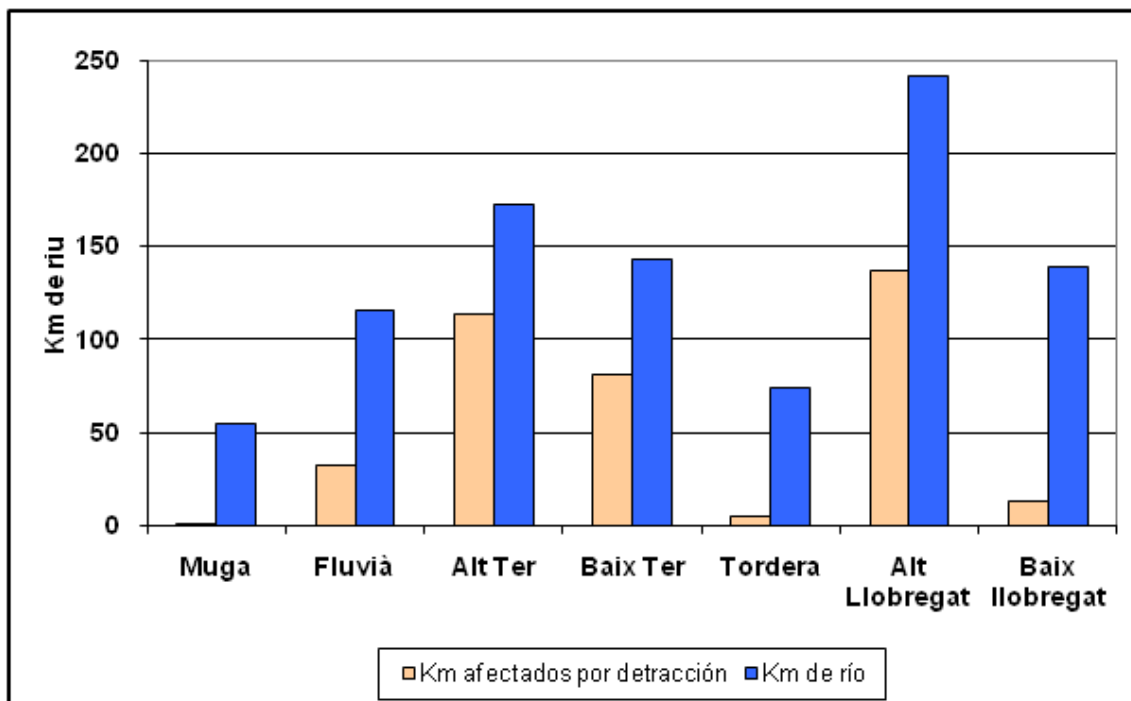
Para solucionar el problema de la elevada alteración de los caudales circulantes a partir de concesiones y posibles usos excesivos del agua, y aportar la base para la posterior compatibilización de los usos actuales y futuros con el buen estado de los ríos, la Agencia Catalana del Agua redactó, en Junio de 2005, el Plan Sectorial de Caudales de Mantenimiento de las cuencas internas de Cataluña (PSCM), que posteriormente fue aprobado por el *Govern de la Generalitat de Catalunya* el 4 de Julio de 2006 (Resolución MAH/2465/2006), y publicado en el Diario Oficial de la *Generalitat de Catalunya* el 27 de Julio de 2006 (DOGC núm. 4685).

**Tabla 1.** Longitud de lecho de río afectado por la detracción de caudal por usos hidroeléctricos en las cuencas internas de Catalunya. Fuente: elaboración propia

| Cuenca                    | Nº de centrales hidroeléctricas activas | Longitud total (Km) | Longitud afectada detracción de caudal (Km) | Longitud afectada (%) |
|---------------------------|---|---------------------|---|-----------------------|
| Muga                      | 1                                       | 55,13               | 0,2   | 0,40                  |
| Fluvià                    | 29                                      | 115,46              | 32,33                                       | 28,0                  |
| Alto Ter                  | 85                                      | 172,03              | 113,72                                      | 66,10                 |
| Bajo Ter                  | 22                                      | 143,14              | 81,33                                       | 56,80                 |
| Tordera                   | 3                                       | 73,59               | 4,70  | 6,40                  |
| Alto Llobregat y Cardener | 85                                      | 241,70              | 136,90                                      | 56,60                 |
| Bajo Llobregat y Anoia    | 18                                      | 138,75              | 12,83                                       | 9,20                  |
| Total                     | 243                                     | 939,8               | 382,01                                      | 41,00                 |

La implantación de los caudales de mantenimiento o ambientales definidos en el Plan Sectorial (PSCM) afronta importantes retos y presenta graves dificultades tanto administrativas como económicas y sociales, sobre todo teniendo en cuenta que existen numerosas concesiones otorgadas por la propia administración donde la capacidad de extracción de agua supera en muchos casos el propio caudal del río, y algunos usos se han convertido en estratégicos para el desarrollo de determinadas

actividades. De todas formas, es necesaria una revisión a fondo de los actuales usos y su eficiencia, y sobre todo del balance y su rendimiento económico y social actuales. También cabe destacar que la preservación de una mínima calidad ambiental mediante la circulación de caudales ambientales se exige como una restricción previa a los usos, debiendo ser considerados como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación (Art. 59.7 del Texto Refundido de la Ley de Aguas. RDL 1/2001), y debe ser considerada como un objetivo a preservar en la explotación sostenible de los recursos bajo el principio de la utilización racional de los recursos naturales a que se refiere el Art. 45.2 de la Constitución española.



**Figura 1.** Longitud de lecho de río afectado por la detracción de caudal por usos hidroeléctricos en las cuencas internas de Catalunya. Fuente: elaboración propia

## 2 Procedimiento de implantación de caudales ambientales

En el proceso de implantación de caudales ambientales en Catalunya se ha mantenido separado intencionadamente del proceso de cálculo y determinación del régimen de caudales ambientales. Se entiende que el PSCM recoge y establece el régimen de

caudales que, bajo las exigencias de la DMA, se puedan mantener los sistemas fluviales un en buen estado ecológico, y este cálculo debe ser independiente del contexto económico y social del momento. Se trata primero de concretar el objetivo a conseguir bajo criterios exclusivamente ambientales (como exige la Ley), y posteriormente será necesario analizar las repercusiones y la viabilidad de las propuestas para acabar determinando y estableciendo un régimen de caudales ambientales que progresivamente se acerque a los objetivos establecidos.

La determinación de los caudales ambientales se llevó a cabo, en las cuencas internas de Catalunya, mediante la redacción y aprobación del PSCM, con la aplicación de métodos hidrológicos en 320 tramos de río, y el posterior ajuste mediante validación biológica usando modelos de simulación del hábitat (PHABSIM, RIVER 2D). La interpretación ambiental del régimen de caudales ambientales, junto con los análisis de la repercusión económica y social, deben permitir definir el régimen de caudales ambientales a implementar en cada concesión administrativa. Este proceso se ha llamado en Cataluña el **Plan zonal de implantación**, que debe redactarse para cada cuenca o subcuenca.

Los caudales ambientales determinados por el PSCM se aplican a resoluciones de nuevas concesiones dictadas a partir de su entrada en vigor, así como en los procedimientos de modificación sustancial de características de los títulos concesionales. En el caso de concesiones existentes, previas a la aprobación del PSCM, deben ser analizados los condicionantes administrativos, técnicos, económicos y sociales para la consecución de dichos caudales ambientales mediante participación pública y la concertación con los afectados, para acabar determinando los caudales ambientales a implantar bajo un análisis coste-beneficio (la redacción del Plan zonal de implantación).

La Agencia Catalana del Agua inició la redacción de los planes zonales de implantación de los caudales de mantenimiento (o ambientales) en el alto Ter, y en el Gaià, y durante el período de aplicación del reciente Plan de Gestión del Distrito de Cuenca Fluvial de Cataluña (Decreto 188/2010), hasta finales de 2015, se prevé la aprobación progresiva de todos los Planes zonales, y el desarrollo de las medidas necesarias para la implantación progresiva de los caudales ambientales.

### **3 Estrategias de compatibilización de los usos con los caudales ambientales**

Todas las estrategias planteadas tienen una base de análisis técnico, que deberá traducirse en un procedimiento administrativo. Una vez analizadas las diferentes casuísticas en función del uso y de las condiciones inscritas en el título concesional, se abren diversas posibilidades, entre las cuales destacan las siguientes:

- Flexibilización de la concesión, considerando la misma producción anual, repartiendo el volumen derivado de manera que se reduzca la concesión en períodos desfavorables y de bajo caudal circulante y aumente en los momentos de mayor disponibilidad. La aplicación técnica de dicha flexibilización del título concesional podría requerir modificaciones estructurales en la instalación, como sustitución de turbinas, por lo que se podría plantear dotar de una fuente de financiación y ayudas para hacer frente a los gastos derivados. Esta estrategia es considerada prioritaria, y debe ir acompañada de un análisis de viabilidad técnico y económico.
- Prórroga de la concesión a cambio de la introducción progresiva de un régimen de caudales ambientales, de modo que se compense la posible pérdida de producción derivada de la implantación de dichos caudales a lo largo de la ampliación del periodo de concesión.
- Acuerdos con titulares con diversas explotaciones en activo, en los que la posible reducción de producción en alguna de ellas pueda verse compensada con el incremento en otra de ellas, o otras medidas similares, de modo que se respete los caudales ambientales en todas ellas.
- Reducción de las exigencias ambientales exigidas en el PSCM para minimizar las repercusiones sobre concesiones existentes en las que los costes de implantación sean significativos. Dicha reducción no se puede producir en ámbitos con protección especial para especies o hábitats, y está limitada al mantenimiento de un hábitat suficiente para las especies de peces,

normalmente correspondiente como mínimo a un 50-60% del hábitat potencial útil.

- Las estrategias específicas para usos de regadío contemplan medidas administrativas, de revisión de concesiones, así como estructurales para incrementar la eficiencia en el uso del agua de riego, desde la simple mejora en las infraestructuras hasta la modernización de regadíos, o para el aprovechamiento de aguas reutilizadas cuando sea posible. Por otro lado, se plantean posibles medidas de gestión de las comunidades de regantes, evaluación de sistemas de riego, o cambio de patrón de cultivos. En caso que sea necesario, en momentos de problemas de disponibilidad de caudal, se prevé la activación de medidas de gestión con el objetivo que los agricultores reduzcan sus cosechas, con las correspondientes compensaciones.
- Para la gestión de las aguas subterráneas, se plantea incidir en el control de los aprovechamientos de aguas, la legalización o clausura de aprovechamientos ilegales, la limitación de perforación de nuevos pozos, el alejamiento de nuevos pozos de bombeo de los ejes superficiales. Por otro lado, se pueden plantear acciones estructurales como derivación de efluentes de EDAR a tramos de interés o de recarga, o de planificación como la redacción de un Plan de Ordenación de las extracciones de agua subterránea de los principales acuíferos

## **4 Análisis de las repercusiones sobre la actividad humana. El caso del sector hidroeléctrico (mini-hidráulica)**

### **4.1 Repercusión sobre la producción hidroeléctrica**

Existen actualmente en Cataluña 383 centrales hidroeléctricas (no todas en servicio), de las cuales 345 están catalogadas como minihidràulica (< 10 MW de potencia instalada), con una potencia instalada total de 273 MW, y 38 instalaciones

consideradas como grandes centrales hidroeléctricas, con una potencia total instalada de 2.047 MW. La producción hidroeléctrica anual neta aproximada en Catalunya es de unos 5.000 GWh, de los cuales aproximadamente 650 GWh se generan a partir de minihidráulica (un 13% de la producción hidráulica). A pesar de que se considera renovable y no productora de gases de efecto invernadero, este tipo de producción de energía representa menos del 2% del total de la energía eléctrica generada.

La implantación del régimen de caudales ambientales del PSCM podría implicar la reducción de la producción hidroeléctrica. De todos modos, hay que destacar que mediante las estrategias planteadas de flexibilidad del régimen de derivación y producción, es posible y compatible la implantación de caudales ambientales sin una significativa reducción de la producción eléctrica, en los casos en los que los caudales circulantes y las instalaciones lo permitan. En este sentido, la actualización de turbinas y sistemas de derivación de agua podría permitir la mejora en la eficiencia de la producción eléctrica, compatible al mismo tiempo con el mantenimiento de unos caudales ambientales.

Se ha realizado un análisis del impacto que podría generar la implantación del régimen de caudales ambientales definido en el PSCM sobre el sector hidroeléctrico (minihidráulica) en las cuencas internas de Cataluña. Los resultados muestran que la implantación del régimen de caudales ambientales propuesto en el PSCM podría suponer una reducción de la producción energética de hasta el 47% respecto la actual, con una pérdida de producción de 232 GWh anuales (0,7% de la producción eléctrica anual en Catalunya). En el caso de reducir las exigencias ambientales en determinados tramos, y implantando regímenes de explotación flexible, la reducción de la producción eléctrica disminuiría un 14 % (79 GWh anuales, un 0,2% de la producción en Catalunya).

En concreto, los resultados para la primera cuenca analizada en detalle, la cuenca alta del Ter, se considera que la producción actual total (año medio) es de 204,23 GWh/año, y que si se aplicaran los caudales del PSCM estrictamente, esta se podría ver reducida hasta 173,161 GWh/año (pérdida de 31 GWh/año, un 15%), pero con las estrategias de compatibilización desarrolladas para el Plan Zonal de Implantación, se obtendría una producción media de 190,628 GWh/año, lo que supondría una disminución de 13,6 GWh/año, un 7% respecto la actual.

## 4.2 Análisis de posibles costes

Para determinar el coste indirecto de reposición, se toma como referencia la pérdida de producción eléctrica que supondría la implantación de caudales ambientales en el alto Ter, estimada en 13,6 GWh/año. Para estimar el coste de reposición de esta energía se ha considerado el precio medio de producción de la energía eléctrica en España, que correspondería al coste de producción en restitución de la pérdida de producción (se incluye también los costes de ahorro energético, etc.), que es de unos 0.075 €/kWh de nueva generación. De este modo, la sustitución de la pérdida de producción podría costar unos 1.020.103 €/año.

El coste directo de pérdida de energía estaría determinado por la afección a la producción, retribuidas sobre los titulares privados que gozan de la concesión administrativa. Estos costes se han estimado mediante el cálculo del lucro cesante por reducción en la producción eléctrica de los titulares, hasta el período final de la concesión, que en la mayoría de ellos está fijada hasta el 2061. El precio medio considerado para valorar la pérdida de producción hidroeléctrica es de 0,0806 €/KWh. El total podría ascender hasta 64.669.242 €, que repartidos en los 52 años hasta el final de la mayoría de concesiones, representa un coste de 1.243.639 €/año.

De esta manera, podemos concluir que los costes totales de implantación de caudales ambientales en el alto Ter podrían ascender a 1.020.103 €/año, que es el coste indirecto de reposición de producción eléctrica dejada de generar por la implantación de caudales ambientales, coste no atribuible directamente sobre el organismo competente en la gestión del agua, sino que se refiere a un coste general que repercutiría sobre la sociedad. Si a ello se le suma el posible coste de compensación directa al titular de la actividad por la pérdida de producción, este podría duplicarse y pasar a 2.263.743 €/año. De todas maneras, los costes de restitución de la producción deberían estar incluidos dentro de las posibles retribuciones por lucro cesante de las actividades privadas, aunque en la realidad pueda darse el caso de que ambos costes puedan sumarse si se retribuye el lucro cesante de la actividad privada sin que esta se invierta posteriormente en la reposición de producción eléctrica a partir de una fuente de generación sostenible. En caso de



compensación económica, ésta debería invertirse en reposición de energía eléctrica para anular los costes de reposición, por lo que el coste final sería de alrededor de 1.243.639 €/año, para el caso del alto Ter (85 explotaciones hidroeléctricas). Teniendo en cuenta que la población ribereña del Ter superior, des de la cabecera hasta los embalses de Sau y Susqueda, es de unos 118.287 habitantes (39.429 hogares), esto representaría un coste de unos 11 €/hab. año, y en el peor de los casos, en que se debiera compensar el lucro cesante de la actividad privada y que este no se invirtiera en la restitución de la producción atendiendo a intereses privados, el coste podría ascender hasta 19 €/hab. año. Si este coste se repercute en toda la población de Catalunya, el resultado es de 0.41 € por persona.

La referencia a los caudales ecológicos en la normativa estatal es hoy bastante completa, y en ella tienen un papel fundamental los preceptos relativos a la planificación hidrológica. En ningún caso se establece en esta normativa que la indemnización sea la consecuencia necesaria del establecimiento de caudales ambientales. De la misma forma, tampoco los preceptos de la normativa catalana establecen dicha exigencia como algo absolutamente necesario sino, solamente posible. La indemnización deberá estar necesariamente relacionada con la existencia de un daño sobre el contenido de la propiedad o un derecho real, que depende fundamentalmente del concepto constitucional de la propiedad. Por ello, parece necesario considerar la interpretación que a los conceptos función social y contenido esencial de la propiedad se da en la jurisprudencia constitucional (Sentencia TC 37/1987). La función social a que se refiere el Art. 33 de la Constitución española permite apreciar una imagen limitada del derecho de propiedad, en el que la idea de goce particular no constituye su exclusivo contenido. Por ello, no cualquier acción que afecte a la propiedad puede ser considerada como afección y, por tanto, que esta sea compensable económicamente.

La utilización racional de los recursos naturales es un mandato constitucional (Art. 45.2), y la misma idea de utilización racional de los recursos naturales está presente en el Tratado de la Comunidad Europea (Art. 174.2). También se encuentra en la jurisprudencia española la afirmación de que es necesario conciliar los intereses públicos y los privados en la cuestión del establecimiento de los caudales ambientales. El límite de la legitimidad del establecimiento de éstos sin indemnización estribaría en

la afección al equilibrio económico-financiero de la concesión, a hacerla inviable desde el punto de vista económico, lo que parece inexistente en aquellas explotaciones que ya han amortizado sus inversiones de compra. Bajo este precepto, sería tal vez compensable económicamente la fracción destinada a la amortización de las inversiones realizadas, y no tanto el lucro total de la explotación.

#### **4.3 Beneficios sociales de la implantación de caudales ambientales**

Se ha realizado una estimación de los beneficios sociales derivados de la hipotética implantación de caudales ambientales en el alto Ter, a través de la disponibilidad de pago por parte de la población en la recuperación de caudales ambientales. Una recopilación de estos trabajos, y su interpretación, puede consultarse en Honey, 2008, donde se refleja que la disponibilidad de pago de la población en zonas con renta per cápita similares a la de Cataluña o España (California, New Mexico, Puerto Rico, etc.), llega a los 6,7 y 80 \$/hab. año (entre 5,3 y 63,5 €/hab. año) para la implantación de caudales ambientales, y hasta los 252 y 377 \$/hab. año (200 y 300 €/hab. año) para la recuperación integral de los ecosistemas acuáticos. El análisis en el caso del río Ter sugiere que el coste por habitante y día sería entre 11 € i 19 € para conseguir la circulación de unos caudales ambientales mínimos por el río. Esta cantidad se ajusta a la proporcionalidad de costes de inversión para la restauración de caudales ambientales en otros países industrializados, por lo que no se considera un coste desproporcionado.

Si se comparan los costes de implantar un régimen de caudales ambientales con los posibles beneficios (calculados a partir de la disponibilidad de pago), estos últimos son diez veces mayores. Este resultado señala que la restauración de los caudales mínimos ecológicos es una política socialmente deseable.

El beneficio ambiental en la implantación de caudales ambientales es intangible y difícilmente calculable, pero la simple comparación con una valoración contingente de los beneficios en la recuperación de sus servicios ambientales nos sugiere que estos pueden ser asumidos y son deseados por la mayoría de la población.

## 5 Conclusiones

La implantación de regímenes de caudales ambientales en las Cuencas Internas de Catalunya es una de las medidas necesarias para la mejora de los ríos, así como la consecución del buen estado ecológico, y por ello forman parte del Programa de Medidas del Plan de Gestión del Distrito de Cuenca Fluvial de Catalunya aprobado a finales de 2012 (Decreto 188/2010 de 23 de Noviembre).

El establecimiento de los regímenes de caudales ambientales se realiza a través del Plan Sectorial de Caudales de Mantenimiento (PSCM) aprobado por acuerdo de Gobierno de 4 de Julio de 2006 (MAH 2465/2006), que es de aplicación a las nuevas concesiones de aguas, y que determina los caudales ambientales objetivo para conseguir el buen estado.

El proceso de implantación de dichos caudales en concesiones existentes tiene en cuenta el análisis estratégico de los usos existentes, la concertación con los interesados, y el planteamiento de medidas de compatibilización a través de los respectivos Planes zonales de implantación. En todo este procedimiento es muy importante disponer de datos actualizados del registro de aguas, así como realizar un análisis administrativo y jurídico de los títulos concesionales.

La ejecución de dichos planes debe permitir la consecución del buen estado de las masas de agua superficiales y garantizar, a su vez, unas condiciones favorables para el desarrollo económico y social, ya que implica una mejora en la calidad y la garantía del recurso.

## Referencias

Acuña V., Muñoz I., Sabater F. y Sabater S. (2004). Efecte del bosc de ribera i de la hidrologia en l'estructura i funció d'una riera Mediterrània. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

Agència Catalana de l'Aigua (2005). Caracterización de masas de agua y análisis del riesgo de incumplimiento de los objetivos de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) en Cataluña. Generalitat de Catalunya. Octubre de 2005. 860 pp. ([www.gencat.net/aca](http://www.gencat.net/aca)).

- Garcia-Berthou, E, y Moreo-Amich, R. (2000). Introduction of exotic fish into a Mediterranean lake over a 90-year period. *Arch. Hydrobiol.* 149: 271-284
- Honey, J. (2008). Estimating the Social Benefits of Protecting Minimum Instream Flows in a Mediterranean watershed. The case of the Ter river Catalonia (NE Spain) Barcelona, Juny de 2008. Trabajo de final de Máster de Políticas Públicas del John F. Kennedy School of Government de la Universidad de Harvard, y dirigido por la Agència Catalana de l'Aigua. 39 pp.
- Munne, A. y Prat, N. (2006). Estado ecológico de los ríos en Cataluña Diagnósis del riesgo de incumplimiento de los objetivos de la Directiva marco del Agua. *Tecnología del Agua* 273: 30–46.
- Poff, N. L.; Allan, J. D.; Bain, M. B.; Karr, J. R.; Prestegard, K. L.; Richter, B. D.; Sparks, R. E.; Stromberg, J. C. (1997). The natural flow regime, A paradigm for river conservation and restortion. *BioScience* 47(11): 769-784.
- Prat, N. y Rieradevall, M. (2006). 25-years of biomonitoring in two mediterranean streames (Llobregat and Besòs basins, NE Spain). *Limnetica* 25 (1-2): 541–550.