

# LES RIERES DE LA COSTA BRAVA: EVOLUCIÓ HISTÒRICA RECENT, ESTAT ACTUAL I PERSPECTIVES DE FUTUR

Lluís Sala,<sup>1</sup> Jordi Sala,<sup>2</sup> Marc Ordeix,<sup>3</sup> Dani Boix,<sup>2</sup> Jordi Couso<sup>4</sup> i Manel Serra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consorci de la Costa Brava. Pl. Josep Pla, 4, 3r 1a, 17001 Girona. A/e: lsala@ccbgi.org, mserra@ccbgi.org

<sup>2</sup> Institut d'Ecologia Aquàtica, Universitat de Girona. Facultat de Ciències, campus de Montilivi, 17071 Girona. A/e: j.sala@menta.net, dani.boix@udg.es

<sup>3</sup> Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (Fundació Museu Industrial del Ter). Passeig del Ter, 08560 Manlleu. A/e: marc.ordeix@mitmanlleu.org

<sup>4</sup> Àrea de Medi Ambient, Ajuntament de Tossa de Mar. C/ Església, 4, 17320 Tossa de Mar. A/e: mediambient@tossademar.org

---

## RESUM

El creixement social, poblacional i urbanístic a què ha estat sotmesa la Costa Brava el darrer mig segle ha afectat els sistemes aquàtics. En el cas de les rieres, aquestes alteracions han estat principalment l'excés d'extracció d'aigua dels aqüífers locals, l'abocament d'aigües no sanejades i el deteriorament de l'hàbitat fluvial. Actualment, però, l'alliberament de recursos dels aqüífers locals a causa de la importació de recursos externs, conjuntament amb iniciatives de reutilització d'aigua regenerada, ha provocat una recuperació dels cabals de les rieres durant gran part de l'any. Aquesta recuperació de cabals ha permès, alhora, una recuperació de la qualitat de l'aigua, que s'ha reflectit en una millora dels paràmetres físics, químics i biològics. Algunes experiències dutes a terme a la riera de Tossa i al riu Ridaura permeten generar propostes que poden ser aplicades a altres rieres costaneres mediterrànies.

**Paraules clau:** gestió de l'aigua, qualitat de l'aigua, recursos hídrics, reutilització, rieres mediterrànies

## RESUMEN

El crecimiento social, poblacional y urbanístico a que ha estado sometida la Costa Brava el último medio siglo ha afectado los sistemas acuáticos. En el caso de los arroyos, estas alteraciones han sido principalmente el exceso de extracción de agua de los acuíferos locales, el vertido de aguas no saneadas y el deterioro del hábitat fluvial. No obstante, actualmente la liberación de recursos de los acuíferos locales debida a la importación de recursos externos, junto a iniciativas de reutilización de agua regenerada, ha provocado una recuperación de los caudales de los arroyos durante gran parte del año. Esta recuperación de caudales ha permitido, al mismo tiempo, una recuperación de la calidad del agua, que se ha reflejado en una mejora de los parámetros físicos, químicos y biológicos. Experiencias realizadas en el arroyo de Tossa y en el río Ridaura permiten generar propuestas que pueden ser aplicadas a otros arroyos costeros mediterráneos.

**Palabras clave:** calidad del agua, gestión del agua, recursos hídricos, reutilización, arroyos mediterráneos

**ABSTRACT**

The social, population and urban growth of the Costa Brava during the last fifty years has affected its aquatic ecosystems. In the case of streams, these alterations have consisted mainly of the excessive extraction of water from local aquifers, wastewater discharges, and the degradation of the fluvial environment. However, actual trends towards freeing up water resources from local aquifers due to the importation of water from external sources, together with initiatives to reuse reclaimed water, have led to a recovery of stream flow almost the whole year round. This recovery of flow has also led to a recovery of the water quality, as shown by an improvement of physical, chemical and biological parameters. The conclusions obtained from studies carried out in the Tossa and Ridaura streams could be applied to other Mediterranean coastal streams.

**Key words:** management of water resources, Mediterranean streams, reclaimed water, reuse, water quality.

---

## INTRODUCCIÓ

Se sap que el creixement ràpid, que sol ser desordenat, provoca alteracions en el funcionament normal de les coses, i la urbanització intensa del litoral els darrers quaranta anys no ha estat una excepció (Fortià, 1993; Nogué, 2004; Albertí et al. 2005). A més de la notable transformació del paisatge, que ha deixat de ser el reflex d'una economia amb un pes important del sector primari i ha passat a ser el de la conurbació bolcada al sector dels serveis, aquest creixement també ha ocasionat alteracions greus als ecosistemes aquàtics locals, de les quals alguns es comencen a recuperar tot just ara. En el cas de les petites rieres litorals de la Costa Brava, aquestes alteracions han estat principalment l'excés d'extracció d'aigua dels aqüífers locals, l'abocament d'aigües no sanejades i el deteriorament de l'hàbitat fluvial.

L'evolució històrica recent s'explica a través de les fases següents, que seran objecte d'anàlisi al llarg del document. Les dates que s'apunten pretenen ser una aproximació, ja que normalment aquests canvis es donen més de manera gradual que no pas bruscament, alhora que els moments que marquen la transició d'una fase a l'altra poden variar d'un municipi a un altre.

- Fase preturística (fins al 1960): fins a aquest moment, la societat es basa en una economia primària, caracteritzada per un aprofitament intens del sòl (conreus i boscos) i un grau escàs d'urbanització del territori.
- Fase de transformació (1960-2000): en aquest període es produeix el gran desenvolupament urbanístic associat al turisme, que canvia radicalment el teixit socioeconòmic de la zona (Nuell, 2001; Nogué, 2004; Oliver, 2004). En aquesta fase, que, vista en perspectiva, podria ser catalogada de transició entre una economia primària i una de terciària, es produeix l'afecció major sobre els ecosistemes aquàtics locals. D'una banda, les rieres van ser emprades per al proveïment d'aigua potable per a una població estacional molt superior a la que els recursos propis del territori podien admetre. D'altra banda, en alguns llocs també servien de punt d'a-

bocament de les aigües residuals. És en aquesta etapa que s'articulen solucions a les necessitats reals d'abastament i de sanejament dels municipis costaners.

- Fase de metropolització (2000 en endavant): es comença a produir el relligament entre les zones construïdes, de manera que el teixit urbà es fa més continu, es connecta a través del desenvolupament de la xarxa viària i amenaça el rerepaís litoral (Nogué, 2004; Oliver, 2004). En aquesta fase es comencen també a notar els efectes ambientals de les solucions aportades en l'etapa anterior, així com la millor gestió que, en general, es fa dels recursos. No obstant això, diversos segments de la població (ambientalista, econòmic, urbanístic, etc.) encara alcen veus crítiques que proposen un replantejament dels models de desenvolupament (Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, 2004).

### **La fase preturística**

En aquesta fase el paisatge de la Costa Brava ja estava dominat per un entorn natural humanitzat fortament a través d'unes activitats agrícoles i forestals que deixaven una empremta notable sobre el territori (Barbaza, 1988). Per constatar aquest fet tan sols cal observar les fotografies de l'època, que mostren les muntanyes quasi desproveïdes de massa boscosa i sovint amb feixes abundants de conreu, i amb un grau escàs d'urbanització general.

Aquesta explotació dels recursos agrícoles i forestals provocava un escolament major durant els períodes de pluges que el que es genera a l'actualitat. Aquest fet s'explica per l'abandonament dels conreus i per la seva substitució per masses forestals, les quals tenen un escolament menor (Geis, 2005). Aquest factor, juntament amb una demanda escassa d'aigua —la necessària únicament per subministrar els petits nuclis de població i potser el reg dels horts perifèrics— probablement era suficient per mantenir el flux d'aigua de les rieres litorals durant bona part de l'any. Alhora, se suposa que aquest flux semipermanent, juntament amb una moderada contaminació puntual d'origen humà —per la població local— i una contaminació difusa molt més reduïda —per unes pràctiques agronòmiques i ramaderes tradicionals, sense l'ús generalitzat de fertilitzants i plaguicides d'avui dia—, va permetre que hi hagués un estat ecològic relativament bo i una diversitat botànica i faunística notable a les rieres costaneres.

### **La fase de transformació**

L'aparició incipient del turisme als anys seixanta va afavorir que, després d'uns anys d'augment de la urbanització als municipis amb més tradició turística (per exemple, Roses, l'Escala, Sant Feliu de Guíxols i Blanes), s'iniciessin a mitjan dècada dels setanta tota una sèrie de transformacions radicals del territori, de la societat i de l'economia que són les que ens han dut fins a l'actualitat (Nuell, 2001). Apareixen situacions totalment desconegudes fins llavors, per exemple, els increments estacionals de població, que de seguida van multiplicar la població resident habitual per un factor creixent. Al principi, aquesta població s'allotja majoritària-

ment en hotels i càmpings, amb un impacte relativament contingut sobre el territori. Amb el pas dels anys, però, el creixement turístic queda quasi indissolublement lligat al creixement urbanístic i, més pròpiament, a l'immobiliari, mitjançant la compra de segones residències per part d'una població que prové principalment de les àrees d'influència de ciutats com ara Barcelona i Girona, i també de població estrangera. És a partir d'aquesta època que l'expressió "creixement turístic" es convertirà en sinònim de "creixement urbanístic" (Nuell, 2001). En aquest cas, a més, el creixement de la població estacional es fa a partir d'un consum de territori molt superior al del model turístic basat en les places hoteleres o de càmping. Segons Nuell (2001), entre el 1974 i el 1993 el sòl urbanitzat al conjunt de la Costa Brava es dobla.

A causa d'aquest increment estacional de població es produeixen grans augments en la demanda d'aigua per a l'abastament domèstic i es genera un volum no gens menyspreable d'aigua residual, que és abocada al medi sense cap mena de tractament. Al cap de poc temps, s'observa que els recursos locals, fonamentats, majoritàriament, en els aqüífers de les rieres costaneres, esdevenen insuficients per atendre les demandes generades a l'època estival, de manera que les lleres s'eixuguen i els aqüífers se salinitzen (per intrusió marina, perquè baixa el nivell freàtic). Finalment, per rebler el clau, allà on es produeixen els abocaments d'aigües residuals els signes de contaminació orgànica i microbiològica són evidents. Per tant, es produeix un esgotament dels recursos locals, una pèrdua de qualitat de l'aigua dels aqüífers i, lògicament, també una degradació de l'estat ecològic dels ecosistemes aquàtics.

A la segona meitat dels vuitanta i als anys noranta s'articulen solucions per a la millora de l'abastament, tant en quantitat com en qualitat, per a les zones de la Costa Brava més afectades per la insuficiència dels recursos i per la manca de qualitat. Esdevé evident que els recursos locals són insuficients per atendre les demandes generades. La solució per a la Costa Brava nord va ser l'abastament a partir d'aigües superficials del riu Muga (5 hm<sup>3</sup>/any), potabilitzades a Empuriabrava a partir del 1986. En el cas de la Costa Brava centre, des del 1993 se subministra aigua de la potabilitzadora de Montfullà (6 hm<sup>3</sup>/any), prèviament captada a l'embassament del Pasteral. Pel que fa a la Costa Brava sud, l'abastament a Tossa de Mar i Lloret de Mar (en total 7 hm<sup>3</sup>/any) fins al 2003 es feia amb aigua dels pous de la baixa Tordera (80 %) i la resta provenia de l'aqüífer de la riera de Tossa. Actualment poc més d'un 50 % prové dels pous de la baixa Tordera, es manté encara l'extracció d'un 20 % de l'aqüífer de la riera de Tossa i la resta prové de la planta dessalinitzadora de Blanes (aproximadament un 30 %). Aquesta importació de recursos externs, juntament amb la posada en funcionament progressiva de les estacions depuradores d'aigües residuals existents, ha anat reduint els impactes sobre els sistemes aquàtics locals, de manera que comença a observar-se una recuperació dels nivells dels aqüífers a les rieres costaneres.

### **La fase de metropolització**

En aquesta fase, l'actual, s'observa una transformació de caire urbà d'algunes de les zones edificades, així com un relligament entre nuclis que dona una estructura de continu urbà a diverses àrees de la Costa Brava, per exemple, la de Lloret/Blanes, la de Palafrugell/Mont-ras, o la que va des del municipi de Palamós fins al de Sant Feliu de Guíxols, i que inclou els de Calonge, Castell-Platja d'Aro i Santa Cristina d'Aro. Malgrat l'avenç del grau d'urbanització, els esforços fets en el període anterior per dotar els municipis costaners d'un abastament, un sanejament i una depuració d'aigües residuals adients a les seves necessitats, i també en consonància amb la magnitud de la població estacional, han permès observar, aquests darrers anys, una certa recuperació dels fluxos d'aigua més o menys continus en alguns rius i rieres de la Costa Brava, sens dubte ajudats també per la major pluviometria del període 2002-2004. Aquestes pluges generoses s'han trobat amb uns aqüífers que tenen unes extraccions molt inferiors i un sanejament acabat i que funciona correctament, cosa que afavoreix una major continuïtat del flux superficial de les rieres.

En general, la tendència actual de les rieres de la Costa Brava, doncs, és tenir (o mantenir) novament uns cursos d'aigua de qualitat bona o moderada, però en un entorn que ha canviat radicalment, és a dir, que ha deixat de ser rural per ser fortament urbanitzat. En aquest sentit, una vegada assolida la recuperació de fluxos i la bona qualitat de l'aigua de les rieres, les necessitats futures haurien de comportar, sobretot, la restauració de les comunitats de vegetació de ribera fins allà on sigui possible i l'assoliment de l'equilibri fràgil entre el que és ecològicament desitjable i el que és possible.

### **EXEMPLES DE RECUPERACIÓ DE RIERES: ELS CASOS DEL RIU RIDAURA I LA RIERA DE TOSSA**

#### **El riu Ridaura**

L'aqüífer del riu Ridaura ha estat el que històricament ha subministrat aigua a les poblacions de Santa Cristina d'Aro, Sant Feliu de Guíxols i Castell-Platja d'Aro, amb un volum màxim explotable de 3-6 hm<sup>3</sup>/any (Geis, 2005). La conca del riu Ridaura té uns 71 km<sup>2</sup> i se situa entre les comarques del Baix Empordà i del Gironès. El riu neix al municipi de Santa Cristina d'Aro, just a sota del puig de Sant Baldiri, en ple massís de l'Ardenya, i passa de seguida al municipi de Llagostera, seguint la direcció N-NW. Més tard, gira bruscament cap a l'est, entre els massissos de les Gavarres i l'Ardenya, i recorre tota la vall d'Aro. Desemboca al sud de Platja d'Aro.

Al llarg dels anys recents, l'explotació d'aquest aqüífer ha tingut canvis, que es resumeixen a la taula 1. Així, abans del 1993, any de l'entrada en servei de la porta-

da d'aigües del Ter, el volum que s'extreia anualment era el total de l'aigua subministrada a la zona i arribava a ser fins i tot lleugerament superior a aquest volum útil, de manera que, en realitat, el subministrament era estrictament dependent de la pluviometria. Entre el 1993 i el 2001, l'entrada en servei de la portada d'aigües del Pasteral va permetre reduir lleugerament les extraccions de l'aqüífer del Ridaura, malgrat que aquestes extraccions continuaven sent la font principal de subministrament. La sequera greu de l'hivern i la primavera del 1999 va mostrar que aquest model de gestió no era gens adient, atès que la portada d'aigües del Ter no permetia cobrir la demanda en època punta, per a la qual era (i és) necessària l'aportació dels pous del Ridaura i calia (i cal) evitar entrar a l'estiu amb els pous en un nivell baix, és a dir, no consumir aigua de l'aqüífer quan la demanda es pogués cobrir amb l'aigua del Ter. Resumint, la sequera del 1999 va posar de manifest que per garantir l'abastament fins i tot en anys de manca de precipitacions cal emprar l'aigua del Ter com a abastament de base al llarg de tot l'any i reservar l'aigua de l'aqüífer del Ridaura com a reserva estratègica per cobrir la punta de demanda estival.

Període	Any tipus	Extracció de	Recursos
		l'aqüífer del Ridaura, %	externs (riu Ter), %
Fins al 1993	1990	100	0
1993-2000	1997	69	31
Del 2001 endavant	2005	32	68

**Taula 1.** Evolució de l'origen de l'aigua potable subministrada als municipis de Castell-Platja d'Aro, Santa Cristina d'Aro i Sant Feliu de Guíxols al llarg dels darrers anys.

A partir del 2001 es va aplicar aquest nou model de gestió de l'abastament, la qual cosa, juntament amb les pluges abundants del període 2002-2004, va contribuir a la recuperació del flux d'aigua del riu a partir del desembre del 2002. Aquesta recuperació es tradueix en un règim hidrològic caracteritzat per 7-8 mesos amb aigua que circula per la riera i 4-5 mesos d'asseccament, exceptuant-ne la capçalera, on el flux superficial es manté (vegeu la taula 2). Justament és a la capçalera on encara es manté un poblament notable de peixos, concretament de barb de muntanya (*Barbus meridionalis*). D'altra banda, al llarg dels darrers anys s'ha consolidat un nou tipus d'abastament per a usos de reg (Golf d'Aro, Golf Costa Brava, hortes de Castell d'Aro i Comunitat de Regants de Solius), fet amb aigua regenerada provinent de l'estació depuradora d'aigües residuals (EDAR) de Castell-Platja d'Aro i que també ha contribuït a reduir la pressió sobre les extraccions de l'aqüífer. Si bé, en volum, la seva importància és petita respecte de les aportacions d'aigua del Ter a la conca (un 10 % d'aquestes aportacions, equivalents a uns 600.000 m<sup>3</sup>/any), també és aigua que roman en l'aqüífer i, per tant, facilita la circulació superficial de l'aigua al riu en situacions de pluviometria inferior que la que es requeriria si aquests usos haguessin estat atesos amb aigua del freàtic.

Any	Dies amb cabal	Dies sense cabal	Cabal mitjà m <sup>3</sup> /s	Precipitació mm	Dies de pluja
1997	110	255	0,649	637,4	77
1998	77	288	0,705	500,9	79
1999	27	338	0,396	533,5	68
2000	0	366	0,000	517,2	182
2001 <sup>a</sup>	2	241	0,007	609,4	154
2002	50	315	0,182	895,9	187
2003	230	135	0,258	918,2	165
2004	192	174	0,199	730,2	160

<sup>a</sup> L'estació d'aforament no va ser operativa durant 122 dies.

**Taula 2.** Nombre de dies amb cabal i sense en un any, i cabal mitjà dels dies amb cabal, al riu Ridaura, i variables meteorològiques durant el període 1997-2004. Les dades de cabal provenen de l'estació d'aforament de Santa Cristina d'Aro i són cedides per l'Agència Catalana de l'Aigua. Les dades meteorològiques són cedides per la Fundació Mas Badia, a la Tallada d'Empordà.

Aquesta situació dels fluxos superficials i de la seva continuïtat en el temps que es va produir a partir del desembre del 2002 va posar de manifest la conveniència d'iniciar un seguiment de la qualitat de l'aigua a partir de les poblacions de macroinvertebrats bentònics. Aquestes poblacions indiquen la màxima qualitat ambiental aigua amunt de l'EDAR durant la major part de l'any, mentre que aigua avall de l'abocament de l'efluent secundari mostren la davallada d'una categoria, un canvi relativament suau tenint en compte que es tracta d'un efluent amb concentracions altes de nutrients en què l'amoni és la principal forma de nitrogen. És important remarcar que l'amoni afecta de manera important les comunitats aquàtiques (US Environmental Protection Agency, 1999). A la taula 3 es presenta el resum dels valors de qualitat de l'aigua de la conca del Ridaura.

Punts de mostreig	Nombre de casos	IBMWP	Categoria de qualitat mitjana	Nombre de tàxons	ASPT
RID-1.1	7	163	I	28	5,7
RID-1.2	6	183	I	34	5,4
RID-2	5	138	I	28	5,0
RID-3	5	144	I	30	4,9
RID-4	5	106	I	24	4,4
RID-5	8	68	II	17	3,8

**Taula 3.** Valors mitjans de l'índex de qualitat de l'aigua IBMWP (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988), nombre de tàxons i sensibilitat mitjana dels tàxons (índex ASPT) a cada punt de mostreig de la conca del Ridaura per al període 2003-2005.

Per estudiar l'evolució de les categories de qualitat al riu Ridaura cal considerar tres trams al llarg del cicle estacional: capçalera, mitjà i baix abans de l'EDAR, i tram baix després de l'EDAR. Al tram de capçalera s'inclouen els valors dels punts de mostreig RID-1.1 i RID-1.2, situats a la riera de Verderes i de Sant Baldiri, respectivament. Al tram mitjà i baix abans de l'EDAR (d'ara endavant, tram mitjà) s'inclouen els valors per als punts de mostreig RID-2, RID-3 i RID-4, mentre que per al tram baix després de l'EDAR només s'inclouen els valors obtinguts en el punt de mostreig RID-5. El límit entre els dos trams inferiors està marcat pel punt d'abocament de l'efluent secundari de l'EDAR, de manera que cal distingir entre abans de l'abocament, com a punt amb una qualitat assimilable a la dels punts de capçalera, i després de l'abocament, com a punt que reflecteix les variacions que es produeixen tant en els cabals naturals de dilució com en la mateixa qualitat de l'efluent secundari. En canvi, la diferència principal entre els trams de capçalera i mitjà és que es produeix un període d'assecamment a l'estiu, si bé és cert que també hi ha un augment de la concentració de nutrients a causa de la contaminació d'origen difús. A la taula 4 es pot veure un quadre resum amb l'evolució espaciotemporal de la qualitat de l'aigua al riu Ridaura.

Tram	Paràmetres	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
Capçalera	Conductivitat, mS/cm	0,157	0,153	0,294	0,184
	Oxigen dissolt, mg/L	11,1	9,0	7,5	10,2
	Nitrogen total, mg/L	ND (< 1,1) <sup>a</sup>	ND (< 0,3) <sup>a</sup>	ND (0,3) <sup>a</sup>	ND (< 0,2) <sup>a</sup>
	Amoni, mg/L	ND (< 0,3) <sup>a</sup>	ND (< 0,3) <sup>a</sup>	ND (< 0,3) <sup>a</sup>	ND (< 0,3) <sup>a</sup>
	Nitrat, mg/L	ND (< 0,01) <sup>a</sup>	ND (< 0,01) <sup>a</sup>	ND (< 0,01) <sup>a</sup>	ND (< 0,01) <sup>a</sup>
	Fòsfor total, mg/L	ND (< 1,0) <sup>a</sup>	ND (2,0) <sup>a</sup>	ND (0,1) <sup>a</sup>	ND (2,3) <sup>a</sup>
	IBMWP	200	192	108	207
	Categoria IBMWP	I	I	I	I
	ASPT	5,9	5,9	5,0	5,7
	Nombre tàxons	34	33	22	37
Tram mitjà i baix (abans EDAR)	Conductivitat, mS/cm	0,455	0,481	Sec	0,477
	Oxigen dissolt, mg/L	11,5	9,4	Sec	10,2
	Nitrogen total, mg/L	6,8	10,8	Sec	7,0
	Amoni, mg/L	< 0,3	< 0,3	Sec	< 1,3
	Nitrat, mg/L	5,3	9,7	Sec	< 5,7
	Fòsfor total, mg/L	1,1	1,8	Sec	3,4
	IBMWP	138	134	Sec	116
	Categoria IBMWP	I	I	Sec	I
	ASPT	4,9	4,6	Sec	4,9
Nombre tàxons	28	30	Sec	24	

Tram baix	Conductivitat, mS/cm	0,838	0,843	1,550	0,915
(després	Oxigen dissolt, mg/L	8,5	6,3	3,5	8,7
EDAR)	Nitrogen total, mg/L	15,9	23,3	38,9	< 6,8
	Amoni, mg/L	< 6,2	13,2	32,5	< 3,3
	Nitrat, mg/L	3,6	3,3	3,0	3,0
	Fòsfor total, mg/L	2,0	2,7	4,4	4,6
	IBMWP	85	79	45	66
	Categoria IBMWP	II	II	III	II
	ASPT	4,6	3,7	3,1	3,7
	Nombre tàxons	19	21	15	17

<sup>a</sup> ND: dades no disponibles. A títol comparatiu, es dona la mitjana dels paràmetres mesurats a la capçalera d'una riera veïna a les Gavarres (riera de Torrentbò) l'any 2005.

**Taula 4.** Mitjanes de diversos paràmetres segons el tram i l'estació de l'any a la conca del Ridaura. Valors mesurats durant el període 2003-2005.

Al Ridaura, els paràmetres físics i químics de l'aigua i la seva qualitat, mesurada a partir dels macroinvertebrats, es mantenen constants al llarg de l'any, malgrat que es produeixi una certa pèrdua de qualitat a l'estiu causada per l'estiatge (disminució important del cabal i desaparició de tàxons indicadors de bona qualitat). Al tram mitjà, l'etapa d'asseccament de l'estiu provoca una lleugera davallada dels valors de qualitat de l'aigua a la tardor, ja que la comunitat de macroinvertebrats s'està recuperant, mentre que a l'hivern i a la primavera s'assoleixen els valors màxims de qualitat. L'amoni no és la forma predominant del nitrogen total de l'aigua (suposa menys del 20 % del nitrogen total) i el fòsfor es manté per sota dels 2 mg/L, excepte a la tardor, quan augmenta fins als 3,4 mg/L. L'oxigen dissolt hi és sempre elevat, per sobre dels 9 mg/L. Al tram posterior a l'EDAR es pot observar que els valors de qualitat de l'aigua són més baixos respecte dels altres trams, sobretot a l'estiu, quan assoleix valors molt baixos a causa de la manca de cabal de dilució del riu. En termes generals, la conductivitat elèctrica pren valors més elevats i l'oxigen dissolt, valors més baixos, i aquest patró s'accentua a l'estiu en ambdós paràmetres. La concentració d'amoni en aquest tram inferior és aproximadament la meitat del valor de nitrogen total, excepte a l'estiu, quan n'és la forma predominant. El fòsfor es manté sempre per sobre dels 2 mg/L i supera els 4 mg/L a l'estiu i a la tardor. L'índex de qualitat de l'aigua IBMWP pren valors baixos a l'estiu, però cal destacar que a la tardor recupera ràpidament els valors que té tot l'any, a diferència del que succeeix al tram mitjà. Se suposa que durant els anys 1999-2002, quan el riu ha estat sec durant tot l'any i, per tant, no hi ha hagut aportació d'aigües naturals que diluïssin l'abocament de l'EDAR, la qualitat del tram baix durant tot l'any devia ser equiparable a la que s'hi observa avui dia a l'estiu, ja que la qualitat de l'aigua que surt de l'EDAR no ha variat considerablement els darrers sis anys (ConSORCI de la Costa Brava, dades inèdites).

Aquestes dades mostren que les actuacions fetes a la vall d'Aro per millorar l'abastament d'aigua potable, tant pel que fa a qualitat (transferència d'aigües del Ter) i garantia d'abastament (reserva de l'aigua de l'aquífer del Ridaura per a la cobertura de la demanda estival) com a l'assignació racional dels recursos més adients a determinats usos (abastament d'aigua regenerada per a usos de reg), han comportat una recuperació notable del riu Ridaura. Aquesta millora s'ha observat tant en la continuïtat del flux d'aigua al llarg de diversos mesos a l'any com en la millora de la qualitat física, química i biològica, sobretot durant aquelles èpoques en què es produeix una dilució deguda al cabal circulant de la riera.

Per a una restauració ecològica completa d'aquesta riera mediterrània, i segons l'estat actual dels coneixements, resten tres aspectes per ser abordats en un futur immediat:

- a) La recuperació activa de la vegetació ripària autòctona, molt malmesa en la majoria de trams de la plana al·luvial.
- b) La definició del model de gestió de la llacuna litoral, que actualment es forma quan es tanca la sortida del riu al mar. Atès que en aquesta època el riu només porta l'aigua residual depurada que aboca l'EDAR de Castell-Platja d'Aro, l'ambient que es crea és hipereutròfic i els seus valors ecològics, molt limitats.
- c) La definició del paper que ha de tenir l'aigua depurada i/o regenerada dins d'aquesta millora gradual de la qualitat ecològica del riu Ridaura. En aquest sentit, caldrà explorar de quina manera s'assoleixen els majors beneficis ambientals globals, amb tres possibilitats principals: i) millora de l'abocament, amb una eliminació de nutrients; ii) subministrament d'aigua regenerada per al reg, per aconseguir reduccions en les extraccions del freàtic i una major circulació de cabals de règim natural fora de l'època estival, i iii) una combinació de les dues opcions anteriors, segons les necessitats específiques de cada estació de l'any.

Aquesta mena d'actuacions, programades amb una certa gradualitat al llarg dels anys vinents, haurien de permetre la restauració d'una riera mediterrània costanera encara amb un notable potencial de sustentació de la biodiversitat i de gran interès paisatgístic, alhora que podria resultar un exemple per seguir en la restauració d'altres rieres mediterrànies similars.

### **La riera de Tossa**

La riera de Tossa neix al massís de Cadiretes, a la Serralada Litoral Catalana, al límit amb els termes de Vidreres, Caldes de Malavella i Llagostera. La superfície de la seva conca és de 39 km<sup>2</sup>. Arriba al mar a la platja Gran de Tossa de Mar després de drenar el vessant sud de l'Ardenya. A la plana, la riera forma un aquífer al·luvial amb un volum útil d'1,3 hm<sup>3</sup> i una potència màxima de 15 metres (Comisaría de Aguas del Pirineo Oriental, 1969). Aquest aquífer, que havia proveït Tossa de Mar d'aigua potable amb escreix, va mostrar-se insuficient a mesura que es va anar desenvolupant l'activitat turística al municipi, fins que el 1980 va entrar en servei la

portada d'aigües subterrànies captades a l'aquífer de la baixa Tordera, uns 15 km al sud-est. En l'etapa prèvia a la portada d'aigües de la Tordera, s'extreia un volum diari de 4.000 m<sup>3</sup>/dia, dels quals uns 1.000 m<sup>3</sup>/dia corresponien a pous de ràpida salinització (J. Bravo, com. pers.). Actualment, amb les aportacions de la Tordera i de la planta dessalinitzadora de Blanes, el volum d'aigua que se subministra en punta arriba quasi als 11.000 m<sup>3</sup>/dia, i de l'aquífer de la riera de Tossa se'n continuen extraient uns 2.000 m<sup>3</sup>/dia, tan sols en època estival (J. Descamps, com. pers.). La taula 5 resumeix l'evolució de l'origen de l'aigua potable subministrada al municipi de Tossa de Mar les darreres dècades.

Període	Any tipus	Extracció de l'aquífer de la riera de Tossa, %	Extracció de l'aquífer de la Tordera, %	Dessalinitzadora de Blanes %
Fins al 1980	1975	100	0	0
Del 1980 al 2003	1990	20	80	0
Del 2003 endavant	2004	20	52	28

**Taula 5.** Evolució de l'origen de l'aigua potable subministrada al municipi de Tossa de Mar al llarg dels darrers anys.

L'any 1997 es va crear el parc de Sa Riera, fruit de la restauració d'un antic abocador de runa incontrolat al costat de l'EDAR de Tossa de Mar. La utilització d'aigua regenerada provinent de l'EDAR per al reg d'aquest parc i per alimentar una bassa d'origen artificial contribueix a la recàrrega de l'aquífer en uns 0,02 hm<sup>3</sup>/any (Font i Muñoz, 2003). Aquest fet, que es fa evident a partir de l'any 2001, és observable a l'estiu, quan es manté un petit cabal d'aigua a la riera de Tossa precisament a partir del parc de Sa Riera d'uns 0,3 L/s (Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis, 2004 i 2005), mentre que la riera està totalment seca aigua amunt d'aquest punt.

Arran de la constatació que s'estava produint una recàrrega indirecta de la riera a través de l'aigua regenerada infiltrada mitjançant la bassa del parc de Sa Riera, es va iniciar un seguiment pluridisciplinari per avaluar l'impacte d'aquesta recàrrega. Des del 2003 es fa un seguiment mensual dels paràmetres físics i químics i microbiològics bàsics, així com de les concentracions de nutrients, alhora que trimestralment s'avaluen paràmetres de microbiologia avançada, de química orgànica i de l'estat ecològic de la riera (mitjançant l'estudi de les poblacions de macroinvertebrats i del bosc de ribera). Des d'aleshores s'ha observat que aquest petit flux de gran qualitat manté i connecta petites basses al tram final de la riera que són el refugi per a la fauna aquàtica de la zona, incloent-hi poblacions de peixos com ara l'anguila (*Anguilla anguilla*). Tot i que els aiguats de la tardor solen afectar notablement els invertebrats aquàtics i simplifiquen la comunitat faunística fins al punt de no poder-se utilitzar els invertebrats com a indicadors de la qualitat de l'aigua els

dies posteriors als aiguats, la presència mínima d'aigua a l'estiu permet una recuperació més ràpida dels valors dels índexs de qualitat respecte dels trams secs de la riera, una vegada es restauren els fluxos regulars (taula 6).

Tram	Paràmetres	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
Abans del parc de Sa Riera	Conductivitat, mS/cm	0,408	0,358	Sec	0,435
	Oxigen dissolt, mg/L	10,4	8,4	Sec	8,8
	Nitrogen total, mg/L	< 3,2	< 3,9	Sec	< 4,2
	Amoni, mg/L	< 1,0	< 1,2	Sec	< 2,1
	Nitrat, mg/L	1,6	1,8	Sec	1,9
	Fòsfor total, mg/L	0,7	< 0,5	Sec	0,8
	IBMWP	97	114	Sec	31
	Categoria IBMWP	II	I	Sec	IV
	ASPT	4,7	5,2	Sec	3,1
	Nombre tàxons	21	23	Sec	10
Després del parc de Sa Riera	Conductivitat, mS/cm	0,426	0,398	0,581	0,507
	Oxigen dissolt, mg/L	10,6	9,0	5,3	10,8
	Nitrogen total, mg/L	< 3,2	< 4,2	< 4,2	< 3,7
	Amoni, mg/L	< 1,2	< 1,3	< 0,8	< 1,7
	Nitrat, mg/L	1,6	1,5	2,0	1,8
	Fòsfor total, mg/L	0,9	< 0,5	0,7	0,7
	IBMWP	108	121	85	55
	Categoria IBMWP	I	I	II	III
	ASPT	5,1	5,2	3,5	4,4
	Nombre tàxons	21	24	24	13

*Taula 6. Mitjanes de diversos paràmetres abans i després del parc de Sa Riera a la riera de Tossa. Valors mesurats durant el període 2003-2005.*

A diferència del que es pot observar al Ridaura, els valors dels diversos paràmetres físics i químics no canvien substancialment entre el punt d'abans i el de després d'on aflora l'aigua infiltrada de l'EDAR. És més, a l'estiu, quan no es produeix l'efecte de dilució per part del cabal circulant superficialment per la riera, els valors dels paràmetres físics i químics es mantenen en valors igualment bastant baixos. Únicament es produeix una disminució de l'oxigen i dels índexs de qualitat de l'aigua, aquests darrers causats en part pels processos naturals lligats al cicle vitals dels macroinvertebrats. Aquesta diferència entre ambdues rieres es pot explicar pel poc volum d'aigua regenerada incorporada al medi (0,02 hm<sup>3</sup>/any a la riera de Tossa, respecte als 0,78 hm<sup>3</sup>/any al Ridaura) i per la millora global de la qualitat que es produeix durant la infiltració i la percolació a través del sòl (Pescod 1992, Idelovitch et al. 2003).

El seguiment de l'estat ecològic de la riera de Tossa ha facilitat també una presa de consciència a escala municipal sobre allò que es considera ecològicament positiu i allò que s'ha de canviar o millorar. El millor exemple són les neteges de la vegetació dels marges de la riera, que ara es fan amb el criteri d'aconseguir una millora progressiva de la qualitat del bosc de ribera; s'esbardissen selectivament els marges de la ribera i s'eliminen les espècies vegetals al·lòctones (sobretot la canya i les robínies) i es potencien les autòctones (verns, freixes, alocs, etc.). Malgrat que resta actuar aigua amunt de l'EDAR i també a l'entorn del parc (en extensió, connexió amb l'alzinar i reducció dels pendents dels marges), s'espera una millora notable de la vegetació de ribera de la riera de Tossa a mitjà termini.

### REFLEXIONS FINALS

La rieres de la Costa Brava són els cursos fluvials que drenen l'aigua de les serralades costaneres i la seva història va lligada indiscutiblement a l'evolució que han tingut aquests territoris, que en només quatre dècades han passat de suportar una activitat primària a suportar-ne una de terciària de gran potència econòmica i, per tant, d'enorme capacitat transformadora. La seva història indica que aquesta transició no ha estat pensada en funció de les disponibilitats de recursos naturals de la zona, hídrics inclosos, sinó que, com en tants altres llocs, el creixement s'ha produït sobre la base de les oportunitats que en el seu moment van afavorir un territori relativament verge, les iniciatives turístiques locals i el context econòmic de l'Europa occidental. La gestió dels recursos hídrics, per tant, ha hagut d'anar-se modulant per donar resposta als problemes i les necessitats que apareixien sobre la marxa, en què ha estat cabdal la realització d'aportacions d'uns recursos externs més adients en quantitat —i sovint també en qualitat— que els recursos locals, limitats clarament, sobretot a l'hora d'atendre les demandes estivals. Així, és responsabilitat de la gestió actual no incrementar de manera forassenyada la demanda total d'aigua, per evitar la necessitat de suplementar els cabals existents recorrent a nous transvasaments o bé a la construcció de dessaladores, i no sobreexplotar els recursos aquàtics i energètics d'aquesta àrea i d'altres, per complir els mandats de la Directiva marc de l'aigua de la Unió Europea, que exigeix la conservació i restauració d'un bon estat ecològic a les masses d'aigua naturals. En aquest context, la gestió responsable i eficient d'uns recursos que ja no es poden seguir explotant indefinidament i la impulsió de projectes de reutilització, ja sigui per atendre directament demandes ambientals o bé per disminuir captacions de nous recursos, tant superficials com subterranis, han de ser les eines essencials per a la recuperació futura d'aquests ecosistemes tan propers geogràficament però alhora, dissortadament, tan llunyans en el coneixement general dels ciutadans.

#### **Agraïments**

Cal agrair la col·laboració de les companyes del CERM Montserrat Roura i Èlia Bretxa en els mostrejos d'estat ecològic de la riera de Tossa. Cal agrair a la Funda-

ció Mas Badia i a l'Agència Catalana de l'Aigua la cessió de les seves dades; a Josep Descamps (SOREA, Tossa de Mar) i a Jordi Bravo (antic responsable de SOREA, abans SAUR, a Tossa de Mar) la informació aportada sobre la història recent de l'abastament urbà en aquest municipi; a Christian Geis l'ajut en l'obtenció de bibliografia, i a Pere Saló (Consorti de la Costa Brava) els suggeriments aportats a aquest document.

## Referències

- Alba-Tercedor, J. i Sánchez-Ortega, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.
- Albertí, A., Llagostera, S., Ribot, E. D., Picó, M. i Turró, X. 2005. *Catàleg d'espais d'interès natural i paisatgístic de la Costa Brava*. Informe tècnic. Associació Naturalistes de Girona. Girona. 253 p.
- Barbaza, Y. 1988. *El paisatge humà de la Costa Brava*. Edicions 62. Barcelona.
- Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis. 2004. *Seguiment de l'estat ecològic de la riera de Tossa de Mar ( Selva) l'any 2003*. Informe tècnic. Manlleu. 31 p.
- Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis 2005. *Seguiment de l'estat ecològic de la riera de Tossa de Mar ( Selva). Memòria de l'any 2004*. Informe tècnic. Manlleu. 38 p.
- Comisaría de Aguas del Pirineo Oriental. 1969. *Estudio de los recursos hidráulicos totales del Pirineo oriental*. Zona Norte. Pantecnia-Herring.
- Col·legi d'Arquitectes de Catalunya. 2004. *Debat Costa Brava. Congrès: Un futur sostenible*. CD-ROM. Col·legi d'Arquitectes de Catalunya.
- Font, J. i Muñoz, R. 2003. *Actualización hidrogeológica de los acuíferos aluviales de Tossa de Mar y Lloret de Mar (La Selva- Girona)*. Informe tècnic.
- Fortià, R. 1993. La plana i el litoral de l'Empordà. A: R. Fortià (ed.) *El medi natural a les comarques gironines. L'estat de la qüestió*. Diputació de Girona. Girona. p. 203-282.
- Geis, C. 2005. *Contribució al coneixement de variables geoambientals en l'àmbit de la Costa Brava (Girona)*. Tesi doctoral. Universitat de Girona. 442 p.
- Idelovitch, E., Icekson-Tal, N., Avraham, O. i Michail, M. 2003. The long-term performance of Soil Aquifer Treatment (SAT) for effluent reuse. *Water Science and Technology: Water Supply*, 3 (4): 239-246.
- Nogué, J. 2004. La transformació del territori i del paisatge de la Costa Brava (1956-2003). Situació actual i propostes d'actuació. A: *Debat Costa Brava. Congrès: Un Futur Sostenible*. CD-ROM. Col·legi d'Arquitectes de Catalunya. 37 p.
- Nuell, H. 2001. *Evolució dels usos del sòl a la Costa Brava 1957-1993*. Memòria de recerca. Universitat de Girona.
- Oliver, J. 2004. El model turístic de la Costa Brava a l'inici del s. XXI: estació d'enllaç o final d'etapa? A: *Debat Costa Brava. Congrès: Un Futur Sostenible*. CD-ROM. Col·legi d'Arquitectes de Catalunya. 34 p.

- Pescod, M. B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. A: *FAO Irrigation and Drainage Paper*, 47. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 125 p.
- Us Environmental Protection Agency. 1999. *1999 Update of Ambient Water Quality Criteria for Ammonia*. Informe tècnic. US Environmental Protection Agency, Washington. 147 p.