

# L'ÚS DE L'AIGUA REGENERADA EN LA RECREACIÓ I RESTAURACIÓ DE SISTEMES AQUÀTICS

Lluís Sala i Genóher. Consorci de la Costa Brava. Plaça Josep Pla 4, 3er 1a. 17001 Girona. A/e: [lsala@cbbgi.org](mailto:lsala@cbbgi.org)

## Resum

Una de les característiques definitòries del clima mediterrani és la seva gran variabilitat i la freqüència amb la que es presenten situacions extremes, ja siguin inundacions o sequeres. La creixent pressió sobre els ecosistemes aquàtics i la seva degradació, deguda a factors com l'increment de la demanda d'aigua, la contaminació i/o la desaparició d'hàbitats, farà que per a determinats ecosistemes el compliment de la Directiva Marc de l'Aigua pugui resultar difícil o gairebé impossible, especialment en els anys secs, en els que hi haurà una competència ferotge per a disposar del recurs. Per això, i davant d'una més que plausible absència de cabals naturals, en determinats casos pot ser adequat el reclamar aquelles aigües residuals depurades de bona qualitat que són abocades al medi per a ser regenerades de manera adient i ser utilitzades per atendre algunes de les demandes ambientals que d'altra forma quedarien desatenses. En aquest sentit, les plantes de regeneració d'aigua poden ser instal·lacions molt adients per a la recreació i/o la restauració de sistemes aquàtics com ara aiguamolls, closes o petites llacunes, permanents i temporànies.

La regeneració d'aquests efluentes mitjançant tecnologies naturals produeix una millora de la qualitat de l'aigua basada en el desenvolupament de xarxes tròfiques a partir d'aquells nutrients encara dissolts en l'aigua i que, si fossin abocats al medi, serien causants d'eutrofització. Aquesta és la idea amb la que es plantegen determinats projectes que combinen el tractament addicional de l'aigua ja depurada amb la recreació i/o restauració ambientals. A Holanda s'ha desenvolupat aquest concepte amb el nom de Waterharmonica ("acordió del agua", [www.waterharmonica.nl](http://www.waterharmonica.nl)), atès que es tracta de sistemes que actuen com a zona de transició entre l'abocament i el medi receptor. Paral·lelament, en l'àmbit del Consorci de la Costa Brava s'han dut a terme diferents experiències que comporten com a resultat la recreació i la restauració d'alguns dels ecosistemes aquàtics locals i que igualment responen a la filosofia d'aquesta escola holandesa.

Dels diferents projectes en funcionament a la Costa Brava el més emblemàtic és segurament el del sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava. Allà es realitza un tractament addicional de l'aigua depurada mitjançant uns aiguamolls que redueixen el contingut de nutrients de l'aigua i que, a més, són una zona d'interès ornitològic per sí mateixos, a banda d'abastir al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà amb una nova font d'aigua de qualitat per a les seves demandes ambientals. Altres projectes amb incidència indirecta però positiva sobre ecosistemes aquàtics són els de Tossa de Mar i de la Vall d'Aro, amb beneficis ambientals sobre les rieres de Tossa i Ridaura, respectivament.

Aquesta ponència presentarà les característiques fonamentals d'aquests projectes i mostrarà la utilitat de l'aigua regenerada com a element de creixent importància en la recreació i restauració d'ecosistemes aquàtics mediterranis.

## Introducció

A les comarques gironines, i per extensió a gran part de Catalunya, Espanya i fins i tot de la Mediterrània, els hàbitats que han patit una major regressió són els ecosistemes aquàtics, en totes les seves variants. De la secular (s. XVIII) dessecació dels estanys de Castelló d'Empúries, Bellcaire i Ullastret, per citar els més importants, fins a la urbanització de la meitat dels aiguamolls costaners de l'Alt Empordà en el que avui es coneix com a la urbanització d'Empuriabrava, passant per la desaparició de gran part de les closes (prats humits) altempordaneses, que han sucumbit a la pressió de les subvencions de la PAC, cal admetre que el panorama és preocupant. Paral·lelament, la demanda d'aigua ha crescut, tant per l'increment de superfície agrícola de regadiu com pel creixement general de la població, la qual cosa ha fet que embassaments i aqüífers hagin estat explotats fins a nivells abans mai igualats. Aquests són els dos principals factors de consum d'aigua a Catalunya en quant a volum, i les seves afeccions es deixen sentir sobretot en les conques del Ter i de l'Ebre, tot i que cal reconèixer que el creixement de la demanda en zones turístiques, si bé menor,

també ha passat factura a aqüífers i ecosistemes aquàtics costaners. En una època d'elevada sensibilitat social davant dels transvasaments, de vegades atàvica i exagerada, i que impedeix la resolució de problemes objectivament pitjors (Ruhí & Sala, 2007), cal alertar del transvasament d'energia –i del consum energètic desafortat- que representen les plantes desaladores (Sala, 2007) i de l'històric transvasament entre usos, en el qual els usos ambientals de l'aigua han estat la perenne conca cedent a favor dels usos de reg, domèstics i industrials. Un dels casos més dissortats a nivell espanyol és el de les Tablas de Daimiel, en la conca alta del riu Guadiana, afectades per la disminució dels nivells freàtics provocada per les fortes extraccions de l'agricultura de regadiu de la zona (Velasco Lizcano, 2001). El cas més extrem que segurament podríem trobar a nivell mundial d'aquesta problemàtica és el del Mar de Aral, a l'antiga Unió Soviètica, víctima d'un productivisme irreal i desafortat.

Hi ha dos factors addicionals que han de ser incorporats en l'equació per a poder valorar cap on ens condueix el futur i que ens mostra per què el "laissez faire" pot ser en la majoria de casos no només insuficient sinó també contraproduent: el previsible canvi climàtic, amb l'anunciada reducció de precipitacions en la nostra zona, i la creixent exigència mediambiental de la societat, que es reflecteix a través de normatives com la Directiva Marc de l'Aigua de la Unió Europea. És clar que sense increment de recurs és impossible que hi hagi bon estat ecològic, de manera que el problema que es planteja no és pas menor.

La propera entrada en vigor de la Directiva Marc de l'Aigua de la Unió Europea, prevista per a l'any 2010, hauria de forçar a un canvi de direcció en la forma en la que s'han explotat els recursos fins el moment present, per així poder complir amb l'objectiu central d'aquesta directiva, que no és altre que el bon estat ecològic de les masses d'aigua una vegada ateses totes les demandes. Aquest objectiu, que no deixa de ser una molt lloable però difícilment assolible quadratura del cercle, implica necessàriament una avaluació dels recursos actualment disponibles i una molt curiosa revisió de les demandes existents, que permeti a més diferenciar les essencials de les no essencials per així poder guanyar recursos amb els que atendre les demandes ecològiques. Un exemple: per a regar els parcs, jardins i parterres de les nostres ciutats o per a la neteja viària no és necessària la utilització de l'aigua de la xarxa potable, sinó que existeixen fonts alternatives d'aigua adequades per a cobrir les demandes no potables, com per exemple l'aigua regenerada. Atendre les demandes no essencials amb recursos alternatius significa realitzar una menor extracció en els ecosistemes aquàtics, la qual cosa ajuda a la conservació del recurs, a més de reduir els abocaments. Així, ja sigui per utilització directa (assignació de determinats volums a un ecosistema) o indirecta (substitució de volums d'aigua de millor qualitat que poden restar per a fer una funció ambiental), l'aigua regenerada és el nou recurs, i de cost marginal relativament baix, que pot ajudar a paliar –no pas a solucionar totalment ni indefinidament- el problema d'alguns dels ecosistemes aquàtics afectats per la manca de recursos hídrics.

En aquesta reorganització d'usos i recursos, la més alta prioritat hauria de ser sempre la substitució de cabals, perquè aquelles aigües de màxima qualitat siguin les que restin en el medi i acabin tenint una funció ambiental. No obstant això, allò que és òptim i desitjable no és sempre possible, de manera que en algun cas pot ser preferible l'ús d'un recurs alternatiu, com la pròpia aigua regenerada, abans que la no intervenció, que en algun cas pot significar una perturbació de major intensitat (dessecació permanent) que no la que es produeix per la utilització directa d'aquest recurs per a finalitats ambientals.

### **L'aigua regenerada**

Durant l'ús domèstic de l'aigua, els ciutadans en consumim una part relativament petita, mentre que la majoria és emprada simplement com a sistema de transport dels residus. A diferència dels usos de reg, el consum domèstic de l'aigua no fa desaparèixer el recurs, només l'embrut, de manera que és possible disposar d'uns volums d'aigua, finits certament, però constants i relativament previsibles, amb els quals millorar la gestió del cicle integral de l'aigua. Si logrem eliminar la contaminació que li hem afegit durant el seu ús domèstic, l'aigua residual urbana ens permet disposar d'aquest nou recurs amb el que atendre demandes no potables. El primer pas és, lògicament, el seu tractament en les estacions depuradores d'aigües residuals, les quals aboquen al medi el que s'anomena efluent secundari o aigua depurada. L'aigua regenerada és aquella aigua residual depurada a la qual, en comptes d'abocar-la al medi, se li dona un tractament addicional per a fer-la apta per a un ús posterior. Mentre que el tractament de les aigües residuals per al seu abocament busca, a través de

tecnologies diverses, assolir uns objectius de qualitat comuns (habitualment, DBO < 25 mg/l i MES < 35 mg/l, i en zones sensibles unes concentracions de nitrogen total < 10 mg N/l i de fòsfor total < 2 mg P/l), els tractaments de regeneració són diversos i els objectius de qualitat també, en funció de l'ús posterior al que anirà destinada l'aigua. Així, en la regeneració per a usos de reg primen els tractaments pensats amb criteri sanitari, centrats en assolir una bona desinfecció de l'aigua, mentre que per a usos ambientals els tractaments de regeneració estan pensats per a evitar l'eutrofització que es produiria amb la majoria d'efluents secundaris si es fés la reutilització directa.

En la Taula 1 es presenten algunes dades de qualitat de l'aigua produïda en instal·lacions de regeneració de la Costa Brava, a fi de mostrar les variacions que s'esdevenen entre les diferents EDAR i entre els diversos tractaments terciaris. Així, a Empuriabrava, on el sistema d'aiguamolls construïts (SAC) va ser dissenyat per a reduir la concentració de nitrogen de l'aigua, es pot observar com els valors d'aquest paràmetre són més baixos que en la resta d'instal·lacions, en especial respecte a Castell-Platja d'Aro, on l'EDAR no disposa d'un reactor biològic capaç d'eliminar nitrogen. En canvi, tot i que en el SAC es produeix una reducció notable de coliformes fecals, d'entre 2 i 4 unitats logarítmiques, les concentracions en l'aigua de sortida són superiors a les dels tractaments de regeneració que incorporen un tractament de desinfecció i que, per tant, han estat dissenyats amb aquesta finalitat. En resum, cal tenir present que cada EDAR té les seves especificitats i que existeixen diferents tractaments de regeneració, cadascun amb un potencial diferent en quant a la millora de la qualitat de l'aigua.

Taula 1. Resum estadístic de la qualitat de l'aigua regenerada assolida en quatre instal·lacions de regeneració d'aigua de la Costa Brava durant l'any 2006.

| Tipus d'instal·lació<br>(entre parèntesi, any de construcció) | Planta de regeneració        |      |                         |     |                               |      |                         |     |
|---|------------------------------|------|-------------------------|-----|-------------------------------|------|-------------------------|-----|
|   | Empuriabrava                 |      | Pals                    |     | Castell-Platja d'Aro          |      | Blanes                  |     |
| Tractament depuració  | Aireig prolongat (1995)      |      | Aireig prolongat (1995) |     | Fangs activats (1983)         |      | Aireig prolongat (1998) |     |
| Tractament regeneració  | Aiguamolls construïts (1998) |      | Cloració (2000)         |     | Filtració, desinfecció (1998) |      | "Title-22" (c) (2002)   |     |
| Volum tractat 2006, m <sup>3</sup>                            | 661.000                      |      | 263.000                 |     | 982.000                       |      | 3.155.000               |     |
| Paràmetres estadístics (a)                                    | Mitjana                      | P90  | Mitjana                 | P90 | Mitjana                       | P90  | Mitjana                 | P90 |
| MES, mg/l   | 5,5                          | 12,4 | 4,4                     | 8,7 | 3,5                           | 5,8  | 1,8                     | 2,4 |
| Terbolesa, NTU  | 9,2                          | 20,0 | 1,2                     | 2,8 | 2,0                           | 3,8  | 1,8                     | 2,5 |
| Coliformes fecals, ufc/100 ml                                 | 85                           | 310  | 2                       | 6   | 3                             | 24   | < 1                     | 4   |
| Nitrogen total, mg N/l  | 3,2                          | 8,2  | 4,4                     | 6,1 | 28,7                          | 46,6 | 7,1                     | 9,8 |
| Fòsfor, mg P/l (b)  | 1,9                          | 2,7  | 3,8                     | 5,8 | 3,2                           | 6,0  | 1,6                     | 2,4 |

- (a) Mitjanes aritmètiques anuals per a tots els paràmetres, excepte per a les concentracions de coliformes fecals, que són mitjanes geomètriques. P90 indica el percentil 90 del conjunt anual de dades.
- (b) Els valors corresponen al fòsfor soluble en el cas d'Empuriabrava i al fòsfor total en la resta de plantes.
- (c) El tractament conegut com a "Title-22" es compon de coagulació, floculació, decantació filtració i desinfecció. En el cas de Blanes, es disposa, a més, d'un sistema per a l'eliminació química del fòsfor.

Òbviament, en qualsevol projecte de reutilització d'aigües cal començar partint d'una aigua depurada (efluent secundari) d'elevada qualitat, ja que d'altra forma podria ser pitjor el remei que la malaltia. Si partim d'una aigua adequada, la recuperació d'aquests efluents i la seva regeneració per a usos ambientals es pot fer mitjançant tecnologies naturals, també anomenades toves o extensives, sempre que la superfície necessària, per disponibilitat o per preu, no sigui un factor limitant. Aquests sistemes poden dissenyar-se de manera que tinguin també uns valors ambientals interessants, la qual cosa significa que la pròpia instal·lació serveix per a recrear un ecosistema aquàtic.

El sistema més adient per a l'afinament de la qualitat dels efluents secundaris quan es pretén regenerar-los amb finalitat ambiental són els aiguamolls construïts, en base a la seva productivitat, és a dir, per la capacitat d'internalitzar els nutrients que li arriben. La idea força darrera d'aquestes activitats és la d'afavorir el desenvolupament de xarxes tròfiques a partir d'aquells nutrients encara dissolts en l'aigua i que, si fossin abocats al medi, serien causants d'eutrofització. Tot allò que s'incorpori a la biomassa deixarà d'estar dissolt en l'aigua, de manera que aquesta anirà millorant la seva qualitat al llarg del gradient del sistema i també en funció del temps de residència hidràulica de l'aigua en aquest.

A Holanda, Kampf & Claassen (2005) han desenvolupat el concepte Waterharmonica (l'acordió de l'aigua, [www.waterharmonica.nl](http://www.waterharmonica.nl)) per designar aquells sistemes dissenyats artificialment per fer de zona de transició entre l'abocament de l'aigua depurada i el medi, a fi d'evitar la descàrrega de substàncies inorgàniques i flocs de microorganismes del procés biològic i substituir-los per organismes vius (algues, crustacis) que puguin ser assimilats més fàcilment pel medi. Paral·lelament, en l'àmbit del Consorci de la Costa Brava (Girona) s'han dut a terme algunes experiències que comporten com a resultat la recreació i la restauració d'alguns dels ecosistemes aquàtics locals i que igualment responen en gran mesura a la filosofia d'aquesta escola holandesa, malgrat haver estat desenvolupats de forma independent (Sala *et al.*, 2006). En resum del que es tracta és d'utilitzar una aigua i uns nutrients dissolts –en baixa concentració, ja que d'altra forma no seria possible el fer-ho de manera creativa per recrear o restaurar ecosistemes i afavorir la generació de biomassa d'elevat valor ecològic. Per exemple, si es posen les condicions adequades, l'aigua regenerada pot permetre la recreació d'hàbitats per a amfibis o per a aus aquàtiques, de manera que el resultat net del desenvolupament de la xarxa tròfica no sigui una massa d'algues filamentoses sinó la recuperació de poblacions dels vertebrats abans esmentats.

En els darrers anys, en la Costa Brava s'han posat en funcionament diferents projectes de millora ambiental en els que la reutilització de l'aigua i/o la millora de la gestió dels recursos ha jugat un paper preponderant. De tots ells segurament el més emblemàtic és el dels aiguamolls construïts d'Empuriabrava (7 ha en total), a Castelló d'Empúries, on es du a terme un tractament addicional de l'aigua depurada (efluent secundari nitrificat i parcialment desnitrificat) de l'EDAR d'Empuriabrava, de manera que no sols s'obté una reducció addicional del contingut de nutrients de l'aigua sinó que a més han esdevingut una zona amb un cert interès ornitològic per si mateixa. A més, l'aigua de sortida d'aquest sistema d'aiguamolls proveeix al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà amb una nova font d'aigua de qualitat amb la que millorar la gestió ambiental d'algunes zones, com per exemple l'Estany del Cortalet i les seves closos adjacents. Altres projectes existents en la Costa Brava amb incidència indirecta però positiva sobre ecosistemes aquàtics costaners són els de Tossa de Mar i de la Vall d'Aro, amb beneficis ambientals sobre les rieres de Tossa i Ridaura, respectivament (Ordeix *et al.*, 2005; Sala *et al.*, 2005). En aquesta ponència explicarem els trets distintius de cadascun d'aquests projectes, a fi de demostrar la potencialitat que té l'ús de l'aigua regenerada en la millora ambiental.

## **Exemples de restauració i recreació d'ecosistemes aquàtics mitjançant l'ús d'aigua regenerada**

### *El sistema d'aiguamolls construïts (SAC) d'Empuriabrava*

Des de 1998, l'efluent secundari nitrificat i desnitrificat de l'EDAR d'Empuriabrava és tractat en un sistema d'aiguamolls construïts (SAC) pensat específicament per a la reducció addicional de les concentracions de nutrients, en especial de nitrogen. Aquest sistema d'aiguamolls disposa de 3 cel·les situades en paral·lel de 160 m x 50 m (8.000 m<sup>2</sup>) cadascuna, amb una fondària mitjana de 0,5 m, seguides d'una llacuna de poca profunditat de 45.000 m<sup>2</sup> de superfície i de 0,2 m de fondària mitjana. Les tres cel·les tenen una forma allargada, pensada per afavorir la circulació de l'aigua mitjançant un fluxe en pistó i en elles l'aigua travessa tant zones cobertes de macròfits (bàsicament *Phragmites australis* i *Typha latifolia*) com zones de làmina lliure en les que penetra fàcilment la llum del sol. L'aigua de sortida de les tres cel·les és recollida en un únic registre i d'allà és conduïda fins el canal perimetral situat al voltant de la petita illa situada en el centre de la llacuna, des d'on vessa fins el sobreeixidor de sortida del sistema situat en un dels extrems de la mateixa (Romero & Sala, 2001; Sala *et al.*, 2004).

Aquest sistema d'aiguamolls és alimentat amb un efluent secundari nitrificat i parcialment desnitrificat que presenta uns cabals variables entre els 1.000 m<sup>3</sup>/dia a l'hivern i els 6.000 m<sup>3</sup>/dia a l'estiu. Aquesta aigua entra en el SAC quan el nitrogen amoniacal es troba per sota dels 7,5 mg NH<sub>4</sub>-N/l, mentre que de no complir amb aquest límit l'aigua és retornada al punt original d'abocament, que és el tram final del riu Muga. Aquest límit es va fixar inicialment en 5 mg NH<sub>4</sub>-N/l, però l'any 2004 es va augmentar fins al valor actual davant de l'evidència empírica d'un bon comportament global del sistema en quant a eliminació de nutrients. Excepte en el mes d'agost, en el qual fins ara l'EDAR ha presentat sèries limitacions per a nitrificar tot l'efluent secundari que produeix, els valors de nitrogen amoniacal solen estar molt per sota dels límits establerts (entre 1 i 2 mg NH<sub>4</sub>-N/l), per la qual cosa és necessari parar esment al fet que el límit definit per a controlar la qualitat de l'aigua que entra en el sistema i els valors que realment assoleix el nitrogen amoniacal en l'aigua depurada són dues coses diferents. L'any

2005 aquest sistema va tractar uns 903.000 m<sup>3</sup>, corresponents a un 82% del total tractat per l'EDAR d'Empuriabrava i, segons els balanços disponibles, s'estima que va eliminar uns 7.000 kg de nitrogen inorgànic (un 73% de les entrades al sistema) i gairebé 2.300 kg de fòsfor soluble (un 69% de les entrades) (Consorti de la Costa Brava, 2006a). En relació a la inactivació de coliformes fecals, la reducció logarítmica mitjana que es produeix en el sistema pot arribar fins a les quasi 3 unitats, depenent de factors tals com: i) la concentració inicial en l'efluent secundari; ii) el temps de residència de l'aigua en el sistema, que és més gran fora de temporada turística, a causa dels menors cabals a tractar; i iii) a la densitat de les poblacions d'organismes filtradors, com per exemple els cladòcers. En la Taula 1 es presenta un resum dels valors mitjans de les concentracions de nitrogen, fòsfor i coliformes fecals corresponents a l'any 2005.

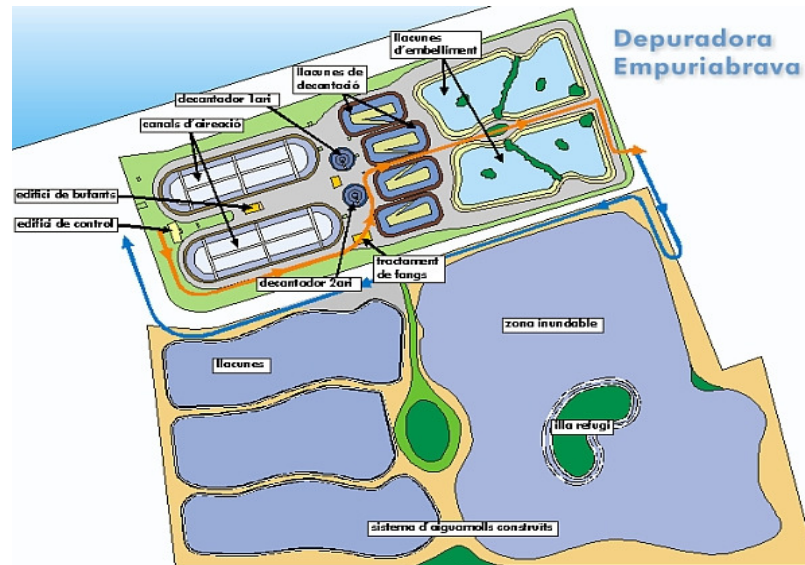
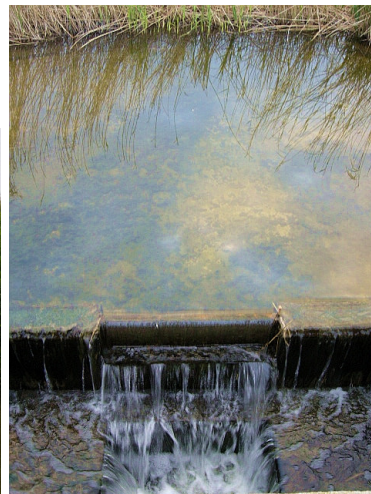


Figura 1. Vista general de l'EDAR i del sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava.



Figures 2 i 3. Sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava. Esquerra: Vista general de la cel·la número 1 (19 de maig de 2006). Dreta: Detall del sobreexidor de sortida del sistema (18 de novembre de 2005).

Una vegada tractada, l'aigua és aprofitada per a d'altres usos ambientals en la zona del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, com per exemple l'alimentació de la llacuna del Cortalet o per al reg dels prats humits (closes), un ambient d'alt interès ecològic i en forta regressió en la zona a causa de

la transformació de l'hàbitat. Les cel·les del SAC són alhora un hàbitat adient per a diferents tipus d'aus, sobretot nedadores, com per exemple l'ànec coll-verd (*Anas platyrhynchos*), el xarxet (*Anas crecca*), la fotxa (*Fulica atra*) o el cabusset (*Tachybaptus ruficollis*), entre molts d'altres, mentre que la llacuna soma, batejada com a Estany Europa, s'ha mostrat com a un hàbitat adequat per a diferents espècies d'aus limícoles, entre les que es poden esmentar els comesllargues (*Himantopus himantopus*), el flamenc (*Phoenicopterus ruber*), diferents espècies dels gèneres *Tringa* i *Gallinago*. Tampoc és rar veure exemplars d'arpella (*Circus aeruginosus*) sobrevolar la zona. Pel que fa a vegetació, i a banda dels macròfits ja esmentats, és de destacar la colonització espontània que ens darrers anys s'ha produït per part d'espècies d'hidròfits com *Zannichelia palustris* i *Najas minor*, que formen boniques praderies submergides, tant en el fons de les cel·les de tractament com de la llacuna soma.

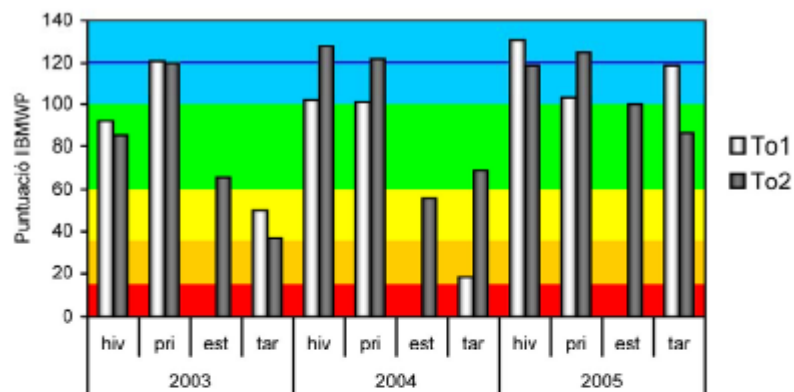
El disseny inicial va contemplar també l'adopció d'una sèrie de mesures per a potenciar la biodiversitat en la pròpia instal·lació, com la plantació en el perímetre de la parcel·la d'espècies productores de baies, com per exemple l'aranyoner (*Prunus spinosa*) i l'arç blanc (*Crataegus monogyna*). La pròpia decisió de la construcció de l'Estany Europa va ser presa per a generar un hàbitat aquàtic diferent del de les cel·les de tractament, amb menor fondària i per tant amb capacitat d'atraure espècies diferents d'aus. Per altra banda, *a posteriori* s'han fet evident les grans possibilitats que ofereixen aquests sistemes artificials i controlats per a la cria o reproducció d'espècies amenaçades. Si no hagués estat per la introducció inicial de gambúsies, realitzada amb la finalitat d'evitar la proliferació excessiva de mosquits, aquest hauria pogut estar un hàbitat molt adient per a la reproducció del fartet (*Lebias iberus*). Aquest és un detall important a tenir en compte en futurs dissenys de sistemes similars, tal com s'ha posat de manifest amb l'aprofitament recent d'una bassa adjacent a l'EDAR de Torroella de Montgrí per a la cria i recuperació de la tortuga d'estany (*Emys orbicularis*).

#### *El Parc de Sa Riera i la riera de Tossa de Mar*

Tossa de Mar és un municipi pertanyent a la zona sud de la Costa Brava, envoltat per muntanyes i amb un innegable atractiu turístic i paisatgístic. L'any 1997, l'escola taller del Consell Comarcal de La Selva va dur a terme un treball de reconversió d'un antic abocador de runa adjacent a l'EDAR i a la riera de Tossa en el que actualment es coneix com el Parc de Sa Riera. A banda de retirar els fragments de runa de mida més gran i d'aplanar el terreny, es va plantar vegetació de ribera, es va instal·lar un sistema de reg subterrani alimentat amb l'aigua regenerada de l'EDAR d'aquest mateix municipi i es va construir una llacuna com a element estètic i recreatiu d'aquest parc.



Figures 4 i 5. Parc de Sa Riera, a Tossa de Mar (11 d'agost de 2006). Esquerra: Detall de la zona de vegetació arbòrea regada amb aigua regenerada. Dreta: Detall de la llacuna artificial, també alimentada amb aigua regenerada.



**Categories de qualitat de l'aigua (IBMWP (=BMWP'))**

|     |  |
|-----|--|
| I   | Aigües no alterades sensiblement o molt netes (>120) |
| II  | Aigües amb alguns efectes evidents de contaminació   |
| III | Aigües contaminades                                  |
| IV  | Aigües molt contaminades                             |
| V   | Aigües fortament contaminades                        |

Figura 23: índex biòtic de qualitat de l'aigua IBMWP, basat en l'estudi dels macroinvertebrats aquàtics de la riera de Tossa (2003-2005). Hiv = hivern, pri = primavera, est = estiu, tar = tardor.

Figura 6. Evolució de la qualitat ecològica de la riera de Tossa entre 2003 i 2005 en els punts d'abans del Parc de Sa Riera (To1) i de després (To2) (Consorti de la Costa Brava 2006b).

A banda del positiu canvi paisatgístic que s'ha produït en la zona amb el guany d'un parc abundantment disfrutat per la població local, a través de la llacuna s'ha produït una recàrrega indirecta de la riera, a la que se li aporten en aquest tram uns mínims però vitals cabals estivals que permeten la supervivència de les poblacions d'alguns dels macroinvertebrats (Figura 6) i de peixos com l'anguila. Per a ampliar la informació sobre aquest projecte es pot visitar la web <http://www.tossademar.com/ajuntament/mediambient/reutilitzacio/reutilitzacio.htm>, així com descarregar les memòries dels treballs realitzats en els diferents anys en l'espai web del Consorci de la Costa Brava, a [http://www.ccbgi.org/rieries\\_tossa.php](http://www.ccbgi.org/rieries_tossa.php).

### *El riu Ridaura i la millora en la gestió dels recursos hídrics en la vall d'Aro*

Fins l'any 1993, tota l'aigua potable subministrada en la vall d'Aro provenia de pous ubicats prop del riu Ridaura. L'aqüífer de la zona, amb un volum útil d'extracció de 5 hm<sup>3</sup>/any, s'havia manifestat ja com a insuficient per cobrir la demanda d'aigua de municipis eminentment turístics com Castell-Platja d'Aro, Santa Cristina d'Aro i Sant Feliu de Guíxols, la demanda global dels quals arriba fins els 10 hm<sup>3</sup>. L'entrada en servei en aquell any del transvasament d'aigua des de la conca del Ter va permetre no sols la millora de l'abastament d'aigua potable, tant en quantitat com en qualitat, sino que també va alleugerir la pressió que suportava l'aqüífer de la zona gràcies a la reducció de les extraccions d'aigua. L'any 2005 aquestes extraccions van representar ja només un 30% de la demanda total d'aigua potable, mentre que el 70% restant va provenir de la portada d'aigua del riu Ter a la zona.

No obstant això, aquesta no va ser l'única actuació per a la millora de la gestió dels recursos hídrics de la zona, ja que paral·lelament es va anar desenvolupant un programa d'actuacions de subministrament per a usos de reg d'aigües provinents de la planta de regeneració de Castell-Platja d'Aro. Així, l'any 2006 s'ha arribat a subministrar quasi un total d'1,0 hm<sup>3</sup> d'aigua regenerada per a usos de reg agrícola (conreus de blat de moro, hortes, vivers de planta ornamental) i de camps de golf, que d'altra forma haurien estat extrets de l'aqüífer. Aquestes actuacions no solament mantenen l'aigua en l'aqüífer –la qual cosa, a la vegada, millora la garantia de l'abastament potable a l'estiu-

sinó que a més redueixen de manera important els abocaments d'efluent secundari que rep el riu Ridaura en el seu tram final.



Figures 7 i 8. Imatges del riu Ridaura a Castell-Platja d'Aro. Esquerra: Vista dels cabals naturals, aigües amunt de l'abocament de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro (23 de març de 2003). Dreta: Vista aigües avall de l'abocament de l'esmentada EDAR, en un moment en què tota l'aigua circulat és efluent secundari (9 d'agost de 2006).

Ambdues actuacions, desenvolupades a finals dels 90, juntament amb la recuperació dels valors de pluviometria típics de la zona en el període 2002-2004, han permès la restauració dels fluxos de cabals naturals en el riu Ridaura entre 6 i 9 mesos a l'any, una cosa que feia anys que no succeïa. L'anàlisi de les poblacions de macroinvertebrats en diferents punts del riu (capçalera, tram mitjà i desembocadura) han revelat una qualitat ecològica sorprenentment elevada per a un riu que havia patit freqüents episodis de dessecació total aigües amunt de l'abocament de l'EDAR i el propi abocament en el seu tram final. Així, mentre que els punts de capçalera i del tram mitjà presenten sempre una categoria màxima de l'índex IBMWP, excepte en els mesos d'estiu a causa de la típica dessecació estival, la qualitat del punt situat després de l'abocament de l'EDAR és sempre de categoria "bona", excepte a l'estiu quan les concentracions de nutrients són màximes i no existeix dilució amb cabals naturals, moment en el que passa a ser de categoria "mediocre" (Consorti de la Costa Brava, 2006c). És d'esperar que la propera millora de l'EDAR i l'increment de la reutilització per a usos de reg, permetin la millora de la qualitat ecològica del tram final del riu Ridaura fins a nivells semblants als d'aigües amunt del punt d'abocament.

## Conclusions

La propera entrada en vigor de la Directiva Marc de l'Aigua en la UE propiciarà necessàriament l'aplicació de polítiques orientades cap a la consecució d'elevats estàndards ambientals en les masses d'aigua. Algunes d'aquestes polítiques, especialment en zones amb escassetat de recursos o sotmeses a períodes de sequera, inclouran amb tota probabilitat actuacions de regeneració i reutilització d'aigües, que permetran una conservació de l'aigua en els ecosistemes i una reducció dels abocaments. Els projectes d'aquesta mena actualment en funcionament a la Costa Brava i altres que poguessin existir en altres zones del país hauran de convertir-se en font d'informació de primera qualitat per al desenvolupament de projectes similars amb els que seguir avançant en la protecció i millora dels ecosistemes aquàtics.

## Agraïments

Aquest article no hauria estat possible sense la co-laboració continuada i entusiasta de les següents persones (en ordre alfabètic): Daniel Boix (Universitat de Girona), Joan Colom (Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava, SA), Jordi Couso (Ajuntament de Tossa de Mar), Estel Dalmau (Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava, SA), Josep Espigulé (Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà), Anna Huguet (Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava, SA), Maribel Marín (Empresa Mixta

d'Aigües de la Costa Brava, SA), Eduard Marquès (Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i del Baix Ter), Rafael Mujeriego (Universitat Politècnica de Catalunya) Jordi Muñoz (Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava, SA), Marc Ordeix (Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis) Sílvia Quintana (Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava, SA), Sergi Romero (Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà), Jordi Sala (consultor ambiental), Manel Serra (Consorti de la Costa Brava).

## Referències

- Consorti de la Costa Brava, 2006a. Dades d'explotació del sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava, any 2005. Informació disponible a internet en l'adreça [http://www.ccbgi.org/reutilitzacio\\_resum\\_anual.php?id\\_municipi=37&any=2005](http://www.ccbgi.org/reutilitzacio_resum_anual.php?id_municipi=37&any=2005)
- Consorti de la Costa Brava, 2006b. Seguiment de la qualitat ecològica de la riera de Tossa de Mar. Memòria de l'any 2005. Informe tècnic preparat pel Centre d'Estudis de Rius Mediterranis de Manlleu. Informació disponible a internet en l'adreça [http://www.ccbgi.org/docs/Memoria\\_riera\\_de\\_Tossa\\_CERM\\_2005.pdf](http://www.ccbgi.org/docs/Memoria_riera_de_Tossa_CERM_2005.pdf)
- Consorti de la Costa Brava, 2006c. Informe Tècnic: Efecte de la planta de regeneració d'aigua de Castell-Platja d'Aro en la qualitat ecològica, química i microbiològica del riu Ridaura. Informació disponible a internet en l'adreça [http://www.ccbgi.org/docs/informe\\_ridaura\\_2006.pdf](http://www.ccbgi.org/docs/informe_ridaura_2006.pdf)
- Kampf, R. & Claassen, T. (2005). The use of Treated Wastewater for Nature: The Waterharmonica, a Sustainable Solution as an Alternative for Separate Drainage and Treatment. *Proceedings of the 2nd IWA Leading-Edge Conference on Water and Wastewater Treatment Technologies - Prague 2004 and Water Intelligence Online*. IWA Publishing 2005
- Ordeix M., Sala, J., Boix, D., Couso, J. & Sala, L. (2005). The role of integrated resources management in the restoration of Mediterranean temporary streams in the Costa Brava, Catalonia, Spain. Pòster presentat en el congrés "Ecological Restoration: A global challenge", Zaragoza, 12-18 Setembre 2005.
- Romero de Tejada, S. & Sala, L. (2001). *La gestión del agua en el Parc dels Aiguamolls de l'Empordà*. 2<sup>a</sup> Reunión Internacional de Expertos sobre la Regeneración Hídrica de Doñana, Huelva, 27-28 de Noviembre 2001.
- Ruhí, A. i L. Sala (2007). Una diagnosi sobre l'estat del riu Ter. *3es Jornades de Medi Natural a Girona*, Girona, 9-11 de març.
- Sala L., (2007). Tot no pot ser. *El Xot, revista de l'Ateneu Juvenil, Cultural i Naturalista de Girona*, número 55.
- Sala L., Serra, M., Huguet, A., Colom, J., Carré, M., Romero de Tejada S. and Marquès E. (2004). Multiple benefits of the environmental reuse project at the Aiguamolls de l'Empordà Natural Reserve (Costa Brava, Girona, Spain). *Proceedings of the 9<sup>th</sup> IWA International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control*, Volume 2, Avignon, France, 481-489.
- Sala, L., Sala, J., Ordeix, M., Boix, D., Couso, J. & Serra, M. (2005). Les rieres de la Costa Brava: evolució històrica recent, estat actual i perspectives de futur. *Scientia Gerundensis* (en premsa).
- Sala L., Claassen, T., Kampf, R., Sala, J., Boix, D. & Van der Geest, H. (2006). Trophic webs from discharges: Nature enhancement through the Waterharmonica concept. Pòster presentat en las Jornades "Integrating our approaches to Wetland Science", 1st Annual Meeting of the European Chapter of the Society of Wetland Scientists, Bangor, Wales, UK, 5-7 January 2006.
- Velasco Lizcano, Mariano (2001). Hablemos del acuífero 23. Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 181 páginas.