

SEGUIMENT DE L'ESTAT ECOLÒGIC DE LA RIERA DE TOSSA (TOSSA DE MAR, LA SELVA).

MEMÒRIA 2007

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis,
Museu Industrial del Ter¹

¹ Passeig del Ter, SN. 08560 Manlleu (Osona).
TEL: 93 851 51 76. FAX: 93 851 27 35.
cerm@mitmanlleu.org <http://www.mitmanlleu.org>

SEGUIMENT DE L'ESTAT ECOLÒGIC DE LA RIERA DE TOSSA
(TOSSA DE MAR, LA SELVA).
MEMÒRIA ESTIU 2007

Peticionari:

Ajuntament de Tossa de Mar

Executor:

Jesús Ortiz Durà

Marc Ordeix i Rigo

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis,

Museu Industrial del Ter²

² NIF G-63418552. Passeig del Ter, SN. 08560 Manlleu (Osona).
TEL: 93 851 51 76. FAX: 93 851 27 35. cerm@mitmanlleu.org <http://www.mitmanlleu.org>

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis



ÍNDEX

1. ANTECEDENTS	2
2. METODOLOGIA	4
3. RESULTATS	10
4. CONCLUSIONS	36
5. AGRAÏMENTS	38
6. BIBLIOGRAFIA	39
7. ANNEXOS.....	41

1. ANTECEDENTS

L'any 2001, va entrar en funcionament una bassa alimentada amb una part de l'aigua regenerada provinent de l'estació depuradora d'aigües residuals (EDAR) de Tossa de Mar (la Selva), a càrrec del Consorci de la Costa Brava. Aquesta bassa es troba integrada al Parc de Sa Riera de Tossa de Mar com un element paisatgístic d'especial interès perquè pretén millorar la qualitat de l'aigua residual depurada i, alhora, incrementar la diversitat biològica del parc, la riera i, en conseqüència, del municipi de Tossa de Mar.

Com a resultat d'aquesta actuació, part de l'aigua regenerada a l'EDAR de Tossa s'infiltra al subsòl i contribueix de manera significativa a la recàrrega de la riera de Tossa i compensa, almenys en part, l'extracció humana d'aigua del nivell freàtic, ajudant a contrarestar la intrusió d'aigua marina. Aquest increment en l'aportació d'aigua tractada a la riera, juntament amb les actuacions de rehabilitació del bosc de ribera promogudes per l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Tossa de Mar, han contribuït, fins ara, a millorar de manera considerable l'estat ecològic de la riera de Tossa, tot i que caldria continuar en aquesta línia fins a assolir-hi una qualitat bona o molt bona al llarg tot l'any.

Des de l'any 2003, el Consorci de la Costa Brava i l'Ajuntament de Tossa de Mar impulsen un conjunt d'estudis complementaris per avaluar els efectes de la infiltració d'aigua regenerada sobre l'ecosistema fluvial de la riera de Tossa. En aquests estudis col·laboren l'EDAR de Tossa de Mar (SOREA), el Departament de Microbiologia de la Universitat de Barcelona, el Departament Química Fina de la Universitat de Girona i el CERM, Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter. El CERM és l'encarregat d'avaluar-ne l'estat ecològic a partir del càlcul dels cabals de la riera i la realització d'algunes anàlisis fisicoquímiques, el bosc de ribera, la comunitat de macroinvertebrats aquàtics i la de peixos –alguns anys només a la bassa, d'altres també a la riera-.

A partir de l'any 2006, es replanteja l'estudi: es redueix la freqüència de mostreig de l'estat ecològic de quatre a dues visites l'any però, alhora, s'amplia el nombre de punts a avaluar, arribant fins a la pròpia desembocadura de la riera. En aquesta etapa, el CERM col·labora encara més estretament amb l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Tossa de Mar i, en la mesura de les seves possibilitats, també l'assessora en les mesures de restauració ecològica en la línia del que avui en dia es classifica com a custòdia fluvial, per assolir l'objectiu esmentat: una qualitat bona o molt bona al conjunt de la riera de Tossa i els seus afluents i al llarg tot l'any.

2. METODOLOGIA

Àrea d'estudi

La riera de Tossa neix al massís de Cadiretes, entre els límits del terme municipal de Tossa de Mar i els de Vidreres, Caldes de Malavella i Llagostera. Desemboca al mar a la part centre - est de Tossa de Mar després de drenar una conca amb una extensió aproximada de 3.000 hectàrees.

El clima de la zona és Mediterrani suau amb afinitat atlàntica –que es caracteritza per una humitat relativament elevada i precipitacions per efecte pantalla de les muntanyes–. Hi predomina una geologia granítica: forma part del denominat Bloc granític de la Serralada litoral. D'aquí l'abundància de sauló a la llera de la riera.

L'espècie arbòria predominant a la conca de la riera de Tossa és l'alzina surera (*Quercus suber*). El recobriment vegetal assoleix el 87.7% en forma de bosc dens, un 2.4% són conreus i un 7.4% urbanitzat (Burriel i altres, 2001). L'àrea acull flora i fauna aquàtica diversa i elevat valor ecològic com la falguera reial (*Osmunda regalis*), l'herba de la gota (*Drosera rotundifolia*), el llorer (*Laurus nobilis*), el gripau comú (*Bufo bufo*) o l'anguila (*Anguilla anguilla*).

Disseny experimental

L'any 2007 es van mesurar diversos paràmetres fisicoquímics (cabal, conductivitat elèctrica, oxigen dissolt i pH), es van mostrejar els macroinvertebrats aquàtics i es va avaluar l'hàbitat aquàtic i la vegetació de ribera a cinc trams de la riera de Tossa (Tossa de Mar, la Selva; Figura 1). També es va estudiar l'evolució de la comunitat de peixos i de la vegetació a la bassa del parc de Sa Riera.

Els punts d'estudi l'any 2007 van ser els següents (Figures 2 a 7, vegeu l'Annex 1):

To1: Riera de Tossa amunt de l'EDAR de Tossa (riera avall del pont de la GI-681).

To2: Riera de Tossa avall de l'EDAR de Tossa (riera amunt del pont del càmping Can Martí).

To3: Bassa del terciari de l'EDAR de Tossa, al Parc de Sa Riera.

To6: Riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park.

To7: Riera de Tossa entre el pont del Carrer de Ferran Agulló i el pont de la Tolerància.

To8: Riera de Tossa entre el pont de Disco Paradís i el gual de Sa Platja.

Durant l'any 2007 es va portar a terme un mostreig a finals de primavera (15 de juny) i un altre a finals de tardor (29 de novembre). La mesura dels paràmetres fisicoquímics i el mostreig de macroinvertebrats només es va poder fer en aquells punts que no es trobaven eixuts les dates de mostreig (To1, To2, To3 i To6 al juny i To2 i To3 al novembre), mentre que la vegetació de ribera i la qualitat de l'hàbitat fluvial es van avaluar a tots els punts d'estudi només a la primavera.

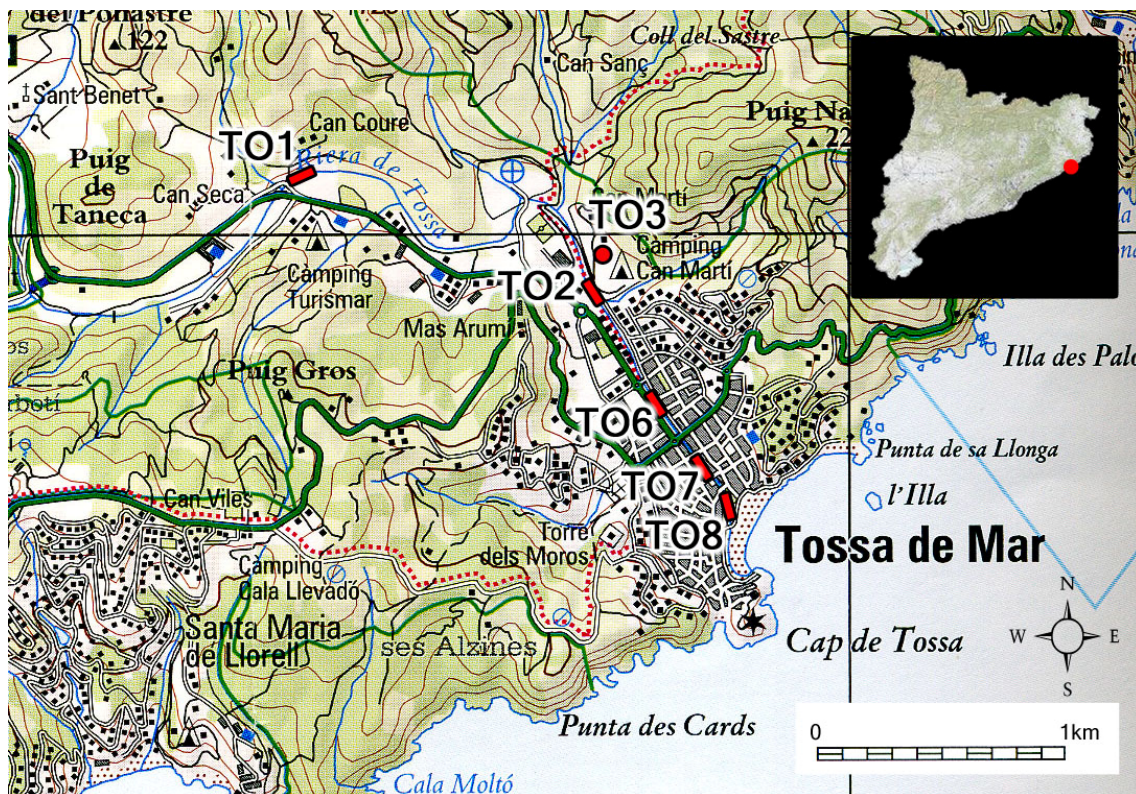


Figura 1: Localització dels punts de mostreig per a l'avaluació de l'estat ecològic de la riera de Tossa (Tossa de Mar, la Selva). Base cartogràfica i llegenda: mapa comarcal de Catalunya de la Selva 1:50000, Institut Cartogràfic de Catalunya.



Figura 2. Riera de Tossa amunt de l'EDAR de Tossa (T01) el juny de 2007.



Figura 3. Riera de Tossa avall de l'EDAR de Tossa (T02) el juny de 2007.



Figura 4. Bassa del parc de Sa Riera (To3) el juny de 2007.



Figura 5. Riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park (To6) el juny de 2007.



Figura 6. Riera de Tossa entre el pont del Carrer de Ferran Agulló i el pont de la Tolerància (To7) el novembre de 2007.



Figura 7. Riera de Tossa entre el pont de Disco Paradís i el gual de Sa Platja (To8) el juny de 2007.

Mètodes

Paràmetres físicoquímics

A cada punt i data de mostreig es va estimar el cabal del riu d'acord amb el mètode velocitat-àrea per mitjà d'un correntímetre FP101 de Global Water. Es va determinar la conductivitat elèctrica i el pH de l'aigua amb un conductímetre CON6 i un pehàcmetre de XS Instruments, respectivament. L'oxigen dissolt a l'aigua i la temperatura es van mesurar amb un oxímetre-termòmetre Syland.

Vegetació de ribera

Durant el mostreig de juny de 2007 es va fer un llistat dels arbres i arbusts de ribera presents a cada punt d'estudi. L'abundància i distribució d'aquestes espècies a les ribes es van emprar per determinar l'índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR; Prat i altres, 2000) en el cas de la riera de Tossa (To1, To2, To6, To7 i To8), i l'índex Estat de Conservació d'Ecosistemes Lenítics Soms (ECELS; Boix i altres 2004) en el de la bassa del parc de Sa Riera (To3).

Macroinvertebrats aquàtics

A cada punt i data de mostreig, es va fer un mostreig semiquantitatiu multihàbitat de macroinvertebrats en un tram de 100 m de longitud amb un salabre triangular de 30 cm de costat i 250 µm de diàmetre de porus. Els macroinvertebrats van ser conservats en alcohol al 70% i determinats fins al nivell taxonòmic més elevat possible (sovint gènere o espècie). Les dades obtingudes es van utilitzar per calcular diversos índexs biològics aplicables a la regió d'estudi incloent-hi l'IBMWP (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988, Alba-Tercedor i altres, 2002), el BMWPC (Benito i Puig, 1999), l'FBILL (Prat i altres, 2002), l'EPT (nombre d'espècies pertanyents als ordres Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera; Lenat, 1983; Barbour i altres, 1999) i l'IASPT (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988, Alba-Tercedor i altres, 2002). Finalment, també es va calcular

l'índex Ecostrimed, que combina l'índex QBR amb l'IBMWP o l'FBILL. Prèviament al mostreig de macroinvertebrats, també es va avaluar la qualitat de l'hàbitat per als macroinvertebrats per mitjà de l'índex d'hàbitat fluvial (IHF, Pardo i altres, 2002) amb l'objectiu de garantir l'aplicabilitat dels índexs biològics emprats.

Peixos

El període 2007 únicament es va mostrejar la comunitat de peixos de la bassa del parc de Sa Riera (punt To3). Les pesques semiquantitatives es van fer el juny i van consistir en 13 transectes de 2 metres cadascun, equidistants d'un metre, fets des de la riba de la bassa per mitjà d'un salabre de 38 x 25 cm i un diàmetre de porus de 1 mm.

Addicionalment, es va calcular l'índex de qualitat de l'aigua per a la vida piscícola (IP) a partir de diversos paràmetres fisicoquímics (oxigen dissolt, sòlids en suspensió i concentració de nitrats i d'amoni) i per a tots els punts, tant de la bassa com de la riera.

3. RESULTATS

Paràmetres fisicoquímics

El **cabal** d'un riu es defineix com el volum d'aigua que circula per una secció determinada per unitat de temps. Ens referim al cabal superficial del riu perquè molts rius amb substrat porós, com és el cas de la riera de Tossa, poden presentar una circulació d'aigua subsuperficial molt important però bastant més complicada de mesurar. El cabal pot variar àmpliament al llarg de l'any i també al llarg del dia, principalment en funció de les precipitacions però també de l'evapotranspiració i de les extraccions. El corrent de l'aigua és la força de major importància en els ecosistemes fluvials i adquireix una importància cabdal per a la vida aquàtica perquè modula molts altres factors com l'oxigenació, la disponibilitat i distribució de recursos tròfics, la composició del substrat, etc.

L'any 2007, l'escassetat de precipitacions va fer que el cabal superficial als punts mostrejats de la riera de Tossa fos molt baix o nul (Taula 1). A mitjans de juny, l'aigua només corria al tram situat avall de l'EDAR de Tossa (To2), mentre que als trams situats riera amunt (To1) i riera avall (To6) l'aigua era escassa i la circulació era inapreciable. Aquestes condicions de sequera es van accentuar al novembre, quan l'únic tram que no es trobava sec era el situat avall de l'EDAR (To2) gràcies a l'aportació per infiltració d'aigua regenerada procedent de la bassa del parc de Sa Riera, tot i que l'aigua es trobava molt estancada. En concordança amb els resultats de l'any anterior, els punts de riera avall (To7 i To8) es trobaven totalment secs al moment dels mostreigs.

Taula 1. Condicions fisicoquímiques a la riera de Tossa i la bassa del parc de Sa Riera durant els mostreigs del període 2006 - 2007.

Data	Estació	Cabal (L/s)	Conductivitat (μ S/cm)	Temperatura (°C)	Oxigen (mg/L)	Oxigen (%)	pH
11/04/2006	To1	11.4	431	14.6	10.0	97.1	8.17
	To2	23.2	491	14.3	12.3	118.3	8.01
	To3	-	850	19.6	3.7	39.8	7.56
	To6	14.5	498	12.3	10.3	95.4	8.10
	To7	Ø	-	-	-	-	-
	To8	Ø	-	-	-	-	-
07/06/2006	To1	0.0	632	19.7	2.7	29.3	7.33
	To2	2.9	390	16.8	6.0	61.9	7.42
	To3	-	1126	21.4	3.4	38.2	7.96
	To6	Ø	-	-	-	-	-
	To7	Ø	-	-	-	-	-
	To8	Ø	-	-	-	-	-
15/06/2007	To1	0.0	597	19.5	0.8	8.6	7.28
	To2	4.3	531	19.2	5.0	53.8	7.62
	To3	-	863	25.9	10.5	128.0	8.28
	To6	0.0	596	21.9	2.4	27.3	8.22
	To7	Ø	-	-	-	-	-
	To8	Ø	-	-	-	-	-
29/11/2007	To1	Ø	-	-	-	-	-
	To2	0.0	712	19.4	3.4	36.6	7.03
	To3	-	1215	10.7	3.5	31.5	8.20
	To6	Ø	-	-	-	-	-
	To7	Ø	-	-	-	-	-
	To8	Ø	-	-	-	-	-

Ø: sec, -: no aplicable.



Figura 8. Riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park (To6) el juny de 2007.



Figura 9. Riera de Tossa entre el pont de Disco Paradís i el gual de Sa Platja (To8) el novembre de 2007.

La **conductivitat elèctrica** de l'aigua és un indicador de la concentració d'ions que conté l'aigua –sals i nutrients– i és proporcional a la salinitat. Aquesta concentració d'ions depèn de la composició del substrat per on flueix l'aigua i dels abocaments de residus d'origen antròpic. En un mateix ecosistema, la conductivitat elèctrica sovint és inversament proporcional al cabal, ja que l'aigua de pluja tendeix a diluir les concentracions d'ions a l'aigua, mentre que en condicions de sequera es concentren. Es considera que aigües amb valors de conductivitat per sobre de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no són aptes per al consum humà.

De manera similar al cabal, la conductivitat elèctrica a la riera de Tossa també és molt variable al llarg de l'any i entre anys. L'any 2007, així com el 2006, la conductivitat elèctrica als trams estudiats de la riera de Tossa va ser considerablement més elevada que altres anys més humits (Taula 1). Els valors enregistrats l'any 2007 superen fàcilment els 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mentre altres anys més humits, com el 2004, es trobaven al voltant dels 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En altres anys més eixuts, però, els valors de conductivitat elèctrica es poden enfilar per sobre dels 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tal com va passar l'any 2005. A la bassa del parc de Sa Riera les condicions fisicoquímiques són més estables i no varien gaire d'un any a un altre. La conductivitat elèctrica de l'aigua és sempre elevada, per sobre de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donat l'origen residual domèstic de les aigües que

l'alimenten. Els valors d'aquest paràmetre s'accentuen a l'estiu i la tardor, fins a més de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, quan l'evapotranspiració i les aportacions d'aigua, bàsicament per l'augment poblacional de Tossa associat al turisme, són més elevades. La primavera de l'any 2007, no es va observar però, un increment de conductivitat al tram situat riu avall de l'EDAR (To2) respecte del situat riu amunt (To1), tal i com va passar, per exemple, a principis de primavera de l'any anterior. Els resultats indiquen més aviat el contrari: l'entrada d'aigua de la bassa del parc de Sa Riera sobre la riera de Tossa aparentment va fer disminuir lleugerament la conductivitat. Això s'explica per la manca de cabal de la riera. A la primavera, al tram riera amunt de l'EDAR (To1) l'aigua no corria gens i es trobava confinada en basses petites i aïllades on l'evaporació concentra el contingut salí de l'aigua. D'aquesta manera, sembla que la conductivitat disminueixi al tram que rep l'aigua regenerada (To2). En realitat, la conductivitat augmenta com a conseqüència de l'entrada d'aigua regenerada però ho fa en menor grau que l'augment provocat per l'evaporació al tram de riera amunt (To1). Aquest fenomen es fa palès centenars de metres més avall al tram To6, on l'aigua es torna a quedar estancada i la conductivitat augmenta altra vegada.



Figura 10. Riera de Tossa amunt de l'EDAR de Tossa (To1) el juny de 2007.



Figura 11. Riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park (To6) el juny de 2007.

La concentració d'**oxigen dissolt** a l'aigua és un paràmetre primordial per a la vida aquàtica, que es troba relacionat principalment amb les condicions de temperatura,

cabal i biomassa acumulada a l'ecosistema. Per una banda, les temperatures baixes permeten que l'aigua pugui contenir una concentració de molècules d'oxigen (O_2) més elevada que amb temperatures elevades i, per tant, sigui més fàcil arribar a la saturació d'oxigen quan l'aigua és freda. De manera indirecta, les temperatures baixes també contribueixen a mantenir concentracions elevades d'oxigen dissolt a l'aigua a través del control del metabolisme dels organismes de l'ecosistema, menys actius en condicions de temperatures baixes. En segon lloc, els cabals elevats contribueixen a augmentar la turbulència i, per tant, faciliten l'intercanvi de gasos amb l'atmosfera – eliminació d'anhidrid carbònic i incorporació d'oxigen–.

A finals de primavera de l'any 2007, el tram de la riera de Tossa situat amunt de l'EDAR (To1) es trobava en condicions d'estancament. A les basses aïllades hi ha poc intercanvi de gasos amb l'atmosfera i l'aigua s'escalfa ràpidament de manera que l'escassa biomassa algal que hi havia en aquell moment produïa poc oxigen. Els organismes heterotròfics, encara que poc abundants, consumien ràpidament l'oxigen dissolt a l'aigua i van fer baixar les seves concentracions fins a valors molt baixos, inferiors a 1 mg/L, fins i tot de dia (Taula 1). Al tram situat avall de l'EDAR (To2), les concentracions d'oxigen dissolt eren una mica més elevades en part perquè l'aigua encara circulava, tot i que no gaire. Al tram situat dins el nucli urbà (To6), les condicions d'estancament feien que la concentració d'oxigen tornés a disminuir.

La primavera de 2007, l'oxigen dissolt a la bassa del parc de Sa Riera va assolir concentracions diürnes molt elevades, per sobre del 100% de saturació gràcies a les elevades concentracions de nutrients i irradiació solar (Annex 2). A la nit, però, les concentracions d'oxigen en aquest tipus d'ecosistemes eutròfics sol disminuir de manera important i condicionar la vida aquàtica. A la tardor, es van enregistrar valors bastant més baixos, segurament com a conseqüència de la temperatura, 15°C inferior que a la primavera, i sobretot la irradiació solar, també molt inferior.



Figura 12. Aspecte del substrat de la riera de Tossa amunt de l'EDAR de Tossa (To1) el juny de 2007.



Figura 13. Aspecte de l'aigua a la bassa del parc de Sa Riera (To3) el juny de 2007.

El valor de **pH** descriu l'activitat dels ions d'hidrogen (H^+) en una solució aquosa, que oscil·la entre 0 (més àcid) i 14 (més bàsic) i té un valor neutre de 7. Valors de pH extrems –per sota de 5 o bé per sobre de 9– resulten perjudicials per a la biota i poden fer minvar considerablement la qualitat biològica de l'ecosistema. La interdependència entre el sistema de tampó bicarbonat ($CO_2 - HCO_2^- - CO_3^{2-}$) i el pH fa que el valor de pH de l'aigua depengui en gran mesura dels processos metabòlics que s'esdevenen a l'aigua (respiració i fotosíntesi) i de la naturalesa del substrat (calcarí o silici). Així doncs, la producció algal en ecosistemes aquàtics provoca valors de pH més aviat elevats i la degradació de matèria orgànica fa baixar el pH, ja sigui d'origen natural (fullaraca) o bé antròpic (aigües residuals urbanes). Per contra, si el substrat del riu és ric en carbonats aquestes sals actuen de tampó i els valors de pH, en general, es mantenen més elevats i menys variables.

Durant els mostrejos realitzats l'any 2007, el pH de l'aigua dels trams de la riera de Tossa situats amunt i avall de l'EDAR (To1 i To2, respectivament) era menys bàsic que a principis de primavera de l'any anterior (Taula 1). A principis de primavera, l'increment de la irradiació solar i de les precipitacions afavoreixen un augment de la producció algal. La fotosíntesi derivada desplaça l'equilibri del sistema bicarbonat i, en conseqüència, augmenta el pH de l'aigua. A partir de finals de primavera, però, el

cabal comença a davallar i l'ecosistema es satura. Els processos fotosintètics s'atenuen i hi predominen els processos heterotròfics com la degradació de matèria orgànica, amb productes secundaris àcids. A la tardor, la caiguda de les fulles pot fer disminuir encara més el pH. Al tram situat dins el nucli urbà (To6), en canvi, la manca de vegetació fa que la irradiació solar sigui prou elevada i els processos autotròfics predominen per sobre dels heterotròfics de manera que el pH es manté elevat. El mateix fenomen s'esdevé a la bassa del parc de Sa Riera (To3), on hi ha una exposició solar elevada tot l'any.



Figura 14. Riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park (To6) el juny de 2007.



Figura 15. Aspecte de la llera coberta de fulles a la riera de Tossa avall de l'EDAR de Tossa (To2) el juny de 2007.

Vegetació

El bosc de ribera potencial de la riera de Tossa està definit per la verneda amb càrex (*Carex pendula*) als sòls més humits, on el nivell freàtic arriba a poc més de 20 cm de fondària. L'acompanyen diversos arbres com el salze blanc (*Salix alba*), l'avellaner (*Corylus avellana*), l'om (*Ulmus minor*), i els freixes de fulla gran (*Fraxinus excelsior*) i fulla petita (*Fraxinus angustifolia*). Aquest hàbitat natural format per boscos al·luvials amb verns (*Alnus glutinosa*), salzes blancs i freixes, adquireix un valor ecològic i paisatgístic molt elevat i està considerat d'interès comunitari i de conservació prioritària per l'Annex I de la Directiva Hàbitats (92/43/CEE i 97/62/CE). A les zones silícies massa eixutes per la verneda hi trobem la gatelleda, on el gatell (*Salix atrocinerea*) hi conviu amb la sarriassa (*Arum italicum*), equisets (*Equisetum* sp.), i altres helòfits.

En general, a tots els punts d'estudi de la riera de Tossa el bosc de ribera es troba en un estat bastant alterat respecte a la vegetació originària. La diversitat de plantes de caire arbori i arbustiu és més aviat baixa i hi manquen espècies clau de les comunitats potencials d'aquest ecosistema. S'observa igualment un decreixement del nombre d'espècies autòctones en sentit cap a la desembocadura al mar com a conseqüència directa de l'elevat grau d'humanització que afecta els darrers centenars de metres de la riera. Així mateix, arreu hi abunden plantes invasores foranes com la robínia o acàcia (*Robinia pseudoacacia*), l'ailant (*Ailantus altissima*) i la canya (*Arundo donax*).

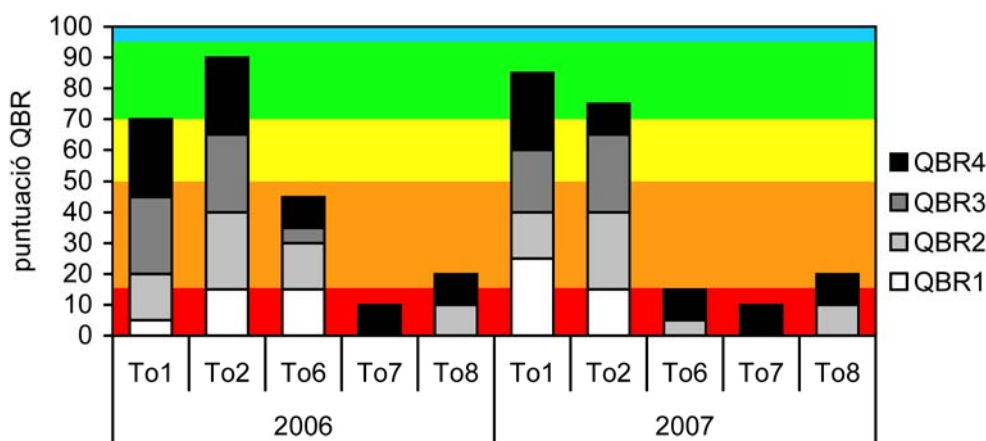
La major riquesa d'espècies d'arbres i arbusts es dona riera amunt del parc de Sa Riera (punt To1), amb 9 espècies, que és, d'altra banda, el tram de riu estudiat més allunyat de l'àrea urbana i, en conseqüència, el menys modificat (Taula 2). Entre d'altres plantes, hi destaca la presència de l'aloc (*Vitex agnus-castus*), justament pel seu estat de conservació relativament crític al conjunt del país. Tot i això, hi manquen espècies clau com el gatell i s'observa una gran dominància de canya, fet que denota un grau d'alteració considerable, que es reflecteix en l'**índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR)** calculat (Figures 16 i 17). El grau baix de cobertura vegetal a la zona de ribera i una certa manca d'estructuració fan que el valor de l'índex riera amunt del parc de Sa Riera (To1) sigui de qualitat millorable.

Taula 2. Espècies vegetals observades en els punts d'estudi de la riera de Tossa i la bassa del parc de Sa Riera l'any 2007.

Nom científic	Nom vulgar	To1	To2	To3	To6	To7	To8
arbres							
<i>Ailantus altissima</i> *	Ailant				x		x
<i>Alnus glutinosa</i>	Vern		x	x			
<i>Corylus avellana</i>	Avellaner	x	x				
<i>Ficus carica</i> *	Figuera		x				
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Freixe de fulla petita	x			x		
<i>Populus nigra</i>	Pollancre	x					x
<i>Robinia pseudoacacia</i> *	Robínia	x	x	x	x	x	x
<i>Salix alba</i>	Salze o saule blanc			x			
<i>Salix atrocinerea</i>	Gatell		x	x			
<i>Salix babylonica</i> *	Desmai			x			
<i>Ulmus minor</i>	Om		x		x		
arbusts							
<i>Hedera helix</i>	Heura	x					
<i>Rosa canina</i>	Roser	x					
<i>Rubus ulmifolius</i>	Esbarzer	x	x	x			
<i>Sambucus nigra</i>	Saüc		x		x		
<i>Vitex agnus-castus</i>	Aloc	x			x		
helòfits							
<i>Arundo donax</i> *	Canya	x					
<i>Carex pendula</i>	Càrex		x	x			
<i>Iris pseudacorus</i>	Lliri groc			x			
<i>Nymphaea</i> sp.*	Nenúfar			x			
<i>Phragmites australis</i>	Canyís			x			
<i>Typha latifolia</i>	Boga o balca			x			

* = espècie al·lòctona.

Centenars de metres més avall, per sota de l'entrada de l'aigua regenerada de la bassa de tractament terciari (To2), la riera de Tossa presenta un nombre d'espècies vegetals una mica inferior al punt anterior (Figures 16 i 18). Per contra, l'augment d'humitat del sòl en aquest punt permet l'establiment del vern i l'assoliment d'una cobertura d'arbres prou elevada. Les actuacions de rehabilitació de la vegetació de ribera promogudes per l'Ajuntament de Tossa de Mar i una reducció en el nombre d'espècies invasores, entre les quals destaca la complexa eliminació de la canya, també comencen a donar fruit. En aquest cas, l'índex QBR indica que es tracta d'un bosc de ribera amb una qualitat bona i pertorbat lleugerament que podria arribar fins a la categoria de molt bo a mitjà termini si se'n continua fent una gestió adequada.



Categories de qualitat del bosc de ribera (QBR)

I	Bosc de ribera sense alteracions, qualitat molt bona, estat natural
II	Bosc pertorbat lleugerament, qualitat bona
III	Inici d'alteració important, qualitat intermèdia
IV	Alteració forta, qualitat dolenta
V	Degradació extrema, qualitat pèssima

Figura 16: Valors de l'índex QBR per als punts d'avaluació d'estat ecològic de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007. QBR1: Grau de cobertura de la zona de ribera, QBR2: Estructura de la cobertura, QBR3: Qualitat de la cobertura, QBR4: Grau de naturalitat del canal fluvial.

A l'altre extrem hi ha tot el sector de la riera que transcorre per dins del nucli urbà, els punts To6 i, sobretot, el To7 i el To8, on el nombre d'espècies d'arbres i la seva densitat són extremadament baixes i hi predominen espècies al·lòctones (Figures 16 i 19). En aquests punts, el valor de l'índex QBR és moderat al tram To6 i pèssim a mesura que penetra al nucli urbà i s'acosta a la platja, als trams To7 i To8.

A la bassa del parc de Sa Riera (To3) la majoria de les espècies d'arbres han estat plantades (Figura 20). Convé destacar la densitat baixa d'arbres, al·lòctons en gran proporció, que contrasta amb l'abundor d'helòfits, en especial de la balca o boga (*Typha latifolia*) -autòctona-, que conforma un cinyell força dens entorn de la bassa, i el nenúfar (*Nymphaea* sp.) -al·lòctona-. Malgrat tot, l'índex d'Estat de Conservació

d'Ecosistemes Lenítics Soms (ECLS) pren un valor prou elevat (70 entre 100), que es correspon amb una qualitat bona.



Figura 17. Aspecte de la vegetació de ribera a la riera de Tossa amunt de l'EDAR de Tossa (To1) el novembre de 2007.



Figura 18. Aspecte de la vegetació de ribera a la riera de Tossa avall de l'EDAR de Tossa (To2) el juny de 2007.



Figura 19. Aspecte de la vegetació de ribera de la riera de Tossa entre el pont del Carrer de Ferran Agulló i el pont de la Tolerància (To7) el novembre de 2007.



Figura 20. Aspecte de la vegetació de ribera a la bassa del parc de Sa Riera (To3) el novembre de 2007.

Macroinvertebrats aquàtics

Els macroinvertebrats aquàtics han estat utilitzats àmpliament com a indicadors de qualitat de l'aigua en ecosistemes fluvials de tot el món perquè en depenen d'una manera molt directa. L'anàlisi de la presència i abundància dels diferents organismes de les masses d'aigua ens dona una informació de gran rellevància a l'hora de determinar la qualitat de l'ecosistema fluvial, gràcies a la resposta ràpida dels organismes a les possibles pertorbacions. La utilització de macroinvertebrats aquàtics com a bioindicadors ofereix avantatges diversos respecte d'altres grups d'organismes com els peixos o les algues, per exemple, per la seva ubiqüitat, que permet aplicar un mateix índex a tota una regió, o la seva longevitat, que permet integrar la qualitat fisicoquímica que ha tingut l'aigua fins a varies setmanes o mesos enrere. Malgrat tot, també cal tenir en compte alguns inconvenients, com per exemple el fet que poden ser afectats per les riades o la sequera, factors no necessàriament relacionats amb la contaminació. Així mateix, cal disposar sempre de personal especialitzat i amb una bona experiència, per no cometre errades importants en el mètode de mostreig ni en la determinació taxonòmica de la mostra obtinguda.

Entre els punts d'estudi que tenien aigua superficial les dates de mostreig l'any 2007, el tram situat aigua amunt del parc de Sa Riera, abans de l'EDAR (To1) va presentar la riquesa taxonòmica més elevada: 33 taxons el juny (Annex 3). A l'igual que als altres trams amb aigua de la riera, hi predominaven espècies de macroinvertebrats pròpies de condicions de regressió cap a la sequera estival, amb mecanismes de resistència a la sequera com la dispersió aèria en el cas de coleòpters i heteròpters. Entre els grups d'invertebrats capturats l'any anterior a principis de primavera en condicions més òptimes, hi destaquen els heptagènids *Ecdyonurus aurantiacus* i *E. lateralis*, taxons especialment sensibles a la contaminació de tipus orgànic i a la manca d'oxigen dissolt. Igual que l'any anterior, riera avall de l'EDAR de Tossa (To2) la riquesa taxonòmica va ser bastant inferior que al tram de riera amunt (To1). Al juny el tram situat avall de l'EDAR (To2) tenia 6 taxons menys que el tram de riu amunt (To1), però al novembre, en canvi, el tram de riera amunt era completament eixut mentre que el de riera avall conservava una riquesa de macroinvertebrats moderada gràcies a la permanència d'aigua. La primavera de l'any anterior s'havia observat alguns taxons

considerats altament sensibles a la contaminació a tots dos trams, com els plecòpters *Siphonoperla torrentium* i *Isoperla moselyi*. Al tram de riera avall de l'EDAR, hi mancaven, però, altres taxons com els esmentats heptagènids o representants de la família Niphargidae, com a conseqüència d'un augment lleu del grau d'eutròfia de l'ecosistema fluvial possiblement provocat per l'aportació d'aigua regenerada.

A finals de primavera de l'any 2007, la riquesa taxonòmica al punt situat dins del nucli urbà (To6) era molt similar a la del punt de riera avall de l'EDAR (To2, Annex 3), amb valors moderats. A principis de primavera de l'any anterior però, mentre el tram situat avall de l'EDAR (To2) mantenia una riquesa taxonòmica relativament elevada, pocs centenars de metres riera avall (To6) es produïa una davallada molt important en el nombre d'espècies.

Descartades fonts de contaminació per abocaments de components orgànics o tòxics, aquesta diferència tan marcada s'atribueix a l'elevat grau d'alteració del tram, amb una vegetació de ribera poc diversa i estructurada i, sobretot, amb la pertorbació que representa la canalització periòdica -setmanal- del canal de la riera utilitzant el propi substrat de la riera com a contenció (Figures 21 i 22).



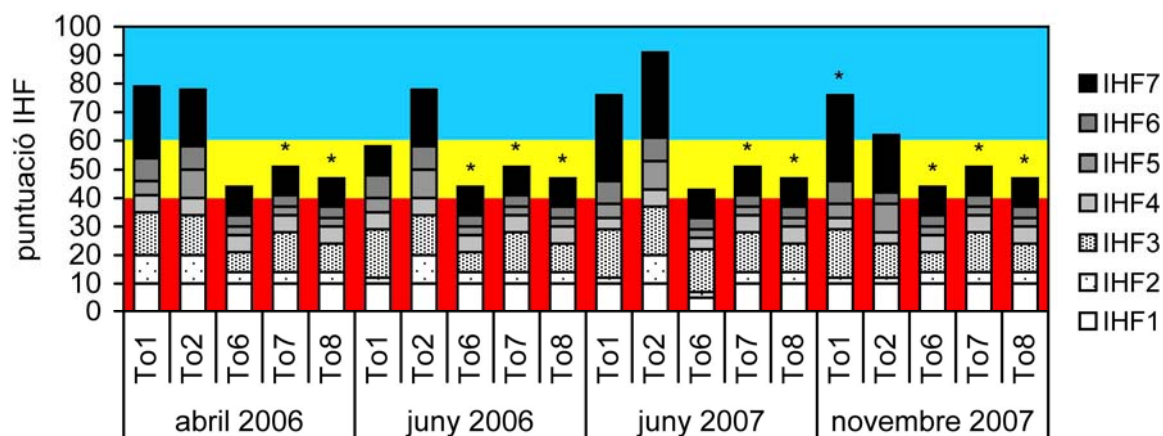
Figura 21. Canalització de la riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park (riera amunt del punt To6) el 15 de juny de 2007.



Figura 22. Canalització de la riera de Tossa a l'alçada del càmping Can Martí (riera avall del punt To2) el juny de 2007.

L'**índex d'hàbitat fluvial** (IHF) és un índex desenvolupat per avaluar l'aplicabilitat dels índexs biològics basats en macroinvertebrats aquàtics per determinar la qualitat biològica de l'ecosistema fluvial. Valors prou elevats d'aquest índex garanteixen que la categoria de qualitat obtinguda a partir dels índexs biològics seran indicadors de la qualitat fisicoquímica del tram d'estudi durant els darrers dies. L'índex IHF té en compte variables relacionades amb la diversitat d'hàbitat com la sedimentació, la hidrologia, la composició del substrat, l'exposició solar o la vegetació aquàtica. Tot i que no està dissenyat per avaluar la qualitat de l'ecosistema fluvial per si mateix, sovint és indicador de perturbacions que poden degradar l'hàbitat fluvial sense alterar la qualitat fisicoquímica de l'aigua, com abocament de sediments, manca de cabal, extraccions d'àrids o afectacions a la vegetació de ribera.

De manera similar a l'any anterior, els valors de l'índex de qualitat d'hàbitat fluvial (IHF) calculat per a tots els punts de mostreig de la riera de Tossa indiquen que es poden fer servir els índexs biològics basats en macroinvertebrats aquàtics en tots els casos (Figures 23 i 24). Tot i això, en els trams inferiors (To6, To7 i To8) l'alteració humana fa minvar considerablement aquests valors i recomana certa cautela en la interpretació dels valors dels índexs biològics; la qualitat de l'hàbitat fluvial al nucli urbà de Tossa és susceptible de degradació (Figura 25).



Categories de qualitat de l'hàbitat fluvial (IHF)

- I** Bona qualitat de l'hàbitat per als macroinvertebrats
- II** Qualitat de l'hàbitat susceptible de degradació
- III** Hàbitat empobrit

Figura 23: Valors de l'índex IHF per als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007. IHF1: inclusió del sediment, IHF2: freqüència de ràpids, IHF3: composició del substrat, IHF4: règims de velocitat - profunditat, IHF5: percentatge d'ombra, IHF6: elements d'heterogeneïtat, IHF7: cobertura de la vegetació aquàtica.

* valor potencial, el tram es trobava sec en el moment del mostreig.



Figura 24. Aspecte l'hàbitat fluvial a la riera de Tossa avall de l'EDAR de Tossa (To2) el juny de 2007.



Figura 25. Aspecte de l'hàbitat fluvial a la riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park (To6) el juny de 2007.

El **nombre de famílies de macroinvertebrats aquàtics** no es pot considerar cap índex per si mateix però ens dona una informació molt rellevant a l'hora de determinar l'estat ecològic d'un ecosistema fluvial, ja que dins d'una mateixa regió bioclimàtica existeix una correlació directa entre qualitat de l'aigua i la riquesa taxonòmica.

L'any 2007, el nombre de famílies de macroinvertebrats capturades va ser moderat i poc variable entre tots els punts i dates de mostreig de la riera de Tossa (Figura 26). A principis de primavera de l'any anterior, el nombre de famílies de macroinvertebrats va ser bastant més elevada, fins a 9 famílies més que el màxim trobat aquest any.

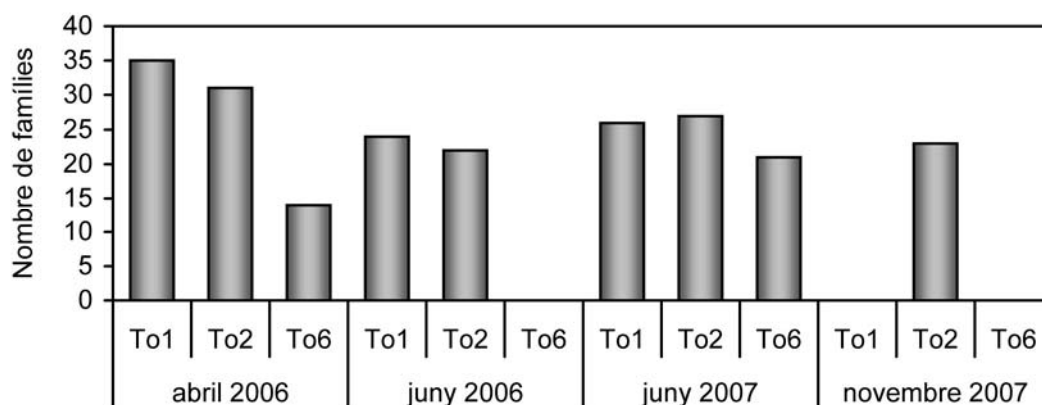


Figura 26. Nombre de famílies de macroinvertebrats aquàtics presents a les mostres recol·lectades als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007.

L'**EPT** és un índex que es calcula a partir de la suma del nombre d'espècies pertanyents als ordres Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera presents a la comunitat de macroinvertebrats aquàtics, considerats els més sensibles a la contaminació en general malgrat l'existència d'alguna excepció. Es tracta d'un índex de càlcul senzill que permet fer comparacions inclús entre diferents regions biogeogràfiques. Tot i que va ser desenvolupat fa més d'una dècada, encara no s'han establert uns nivells de qualitat de l'aigua associats a cada rang de valors però la seva utilització cada vegada és més comuna en els estudis de monitoratge. Una dificultat important és que els macroinvertebrats considerats han de ser determinats a nivell

d'espècie o, com a mínim de gènere, de manera que es fa imprescindible tenir un bon coneixement sobre la taxonomia d'aquests grups.

El nombre d'espècies del grup EPT acostuma a ser relativament baix en ecosistemes fluvials del litoral mediterrani, principalment pel seu grau elevat de temporalitat. Tot i així, l'any 2007, els valors de l'índex EPT van ser extremadament baixos a tots els punts mostrejats. El nombre de taxons EPT trobats la primavera de l'any 2007 a tots els punts equival a la meitat dels trobats l'any anterior durant el mostreig de principis de primavera i és, alhora, equivalent als valors calculats pel mostreig de finals de primavera també de l'any anterior. De nou, la causa més probable d'aquests valors baixos és la manca de cabal.

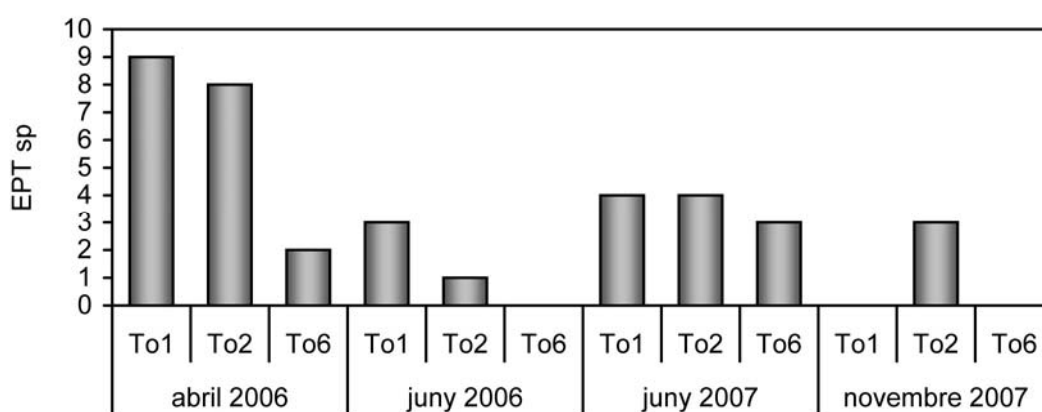
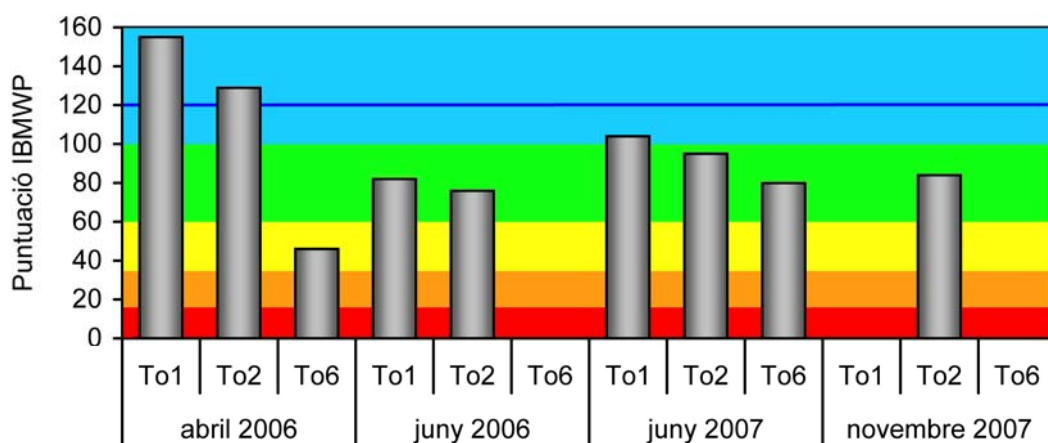


Figura 27. Nombre d'espècies EPT presents a les mostres recol·lectades als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007.

L'índex **IBMWP**, revisat i actualitzat periòdicament, és avui dia l'índex basat en macroinvertebrats aquàtics més àmpliament acceptat i utilitzat a la Península Ibèrica. Posseeix una aplicabilitat àmplia però es recomana la utilització conjunta amb altres índexs per tal de corroborar resultats i aportar informació addicional que pot ser molt valuosa. Aquest índex assigna una puntuació a cada família de macroinvertebrat en funció de la seva tolerància a la contaminació que oscil·la entre 1 (més tolerant) i 10 (més sensible). L'índex es calcula a partir de la suma de totes les puntuacions de les famílies presents a la mostra, de manera que tant hi contribueix la riquesa taxonòmica com el grau de tolerància a la contaminació de cada macroinvertebrat.

Al juny de 2007, el valor de l'índex IBMWP era més moderat que la primavera de l'any anterior com a conseqüència de la degradació de l'ecosistema prèvia a la sequera estival però, alhora, també era més elevat que durant la mateixa època (Figura 28). Al punt situat riera amunt de l'EDAR (To1), la qualitat de l'aigua segons aquest índex era molt bona, tot i que de manera marginal. Als trams de més riera avall que reben la influència de l'aigua regenerada (To2 i To6) el valor de l'índex era lleugerament inferior però suficientment com per trobar-se en un nivell de qualitat inferior, bona, que correspon a la categoria d'aigües amb alguns efectes evidents de contaminació. A finals de novembre, el tram de la riera de Tossa situat avall de l'EDAR (To2) va ser l'únic punt amb aigua i, per tant, l'únic on es va poder fer el mostreig de macroinvertebrats aquàtics. En aquesta data, el valor de l'índex IBMWP va ser molt semblant al corresponent al mostreig de juny i es mantenia en la mateixa categoria.



Categories de qualitat de l'aigua IBMWP

- 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 28: Valors de l'índex IBMWP per als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007.

L'**IASPT** és un índex derivat de l'IBMWP que es calcula dividint la puntuació d'aquest darrer entre el nombre total de famílies presents a la mostra. Aquest índex complementari permet saber si en el valor de l'índex IBMWP té més importància la presència de famílies sensibles a la contaminació (puntuacions IASPT elevades) o bé la riquesa taxonòmica (puntuacions IASPT més moderades).

L'any 2007, l'índex IASPT va prendre uns valors més baixos que els calculats per principis de primavera de l'any 2006 (Figura 29). Això s'explica perquè hi mancaven varies famílies amb puntuació elevada com, per exemple, les famílies Perlodidae (Plecoptera) i Heptageniidae (Ephemeroptera). Per una altra banda, l'any 2007 la puntuació de l'índex IASPT va ser molt homogènia entre punts i entre dates. Tots els punts van tenir una puntuació de 4.0 a excepció del punt To1, amb una puntuació 3 dècimes superior.

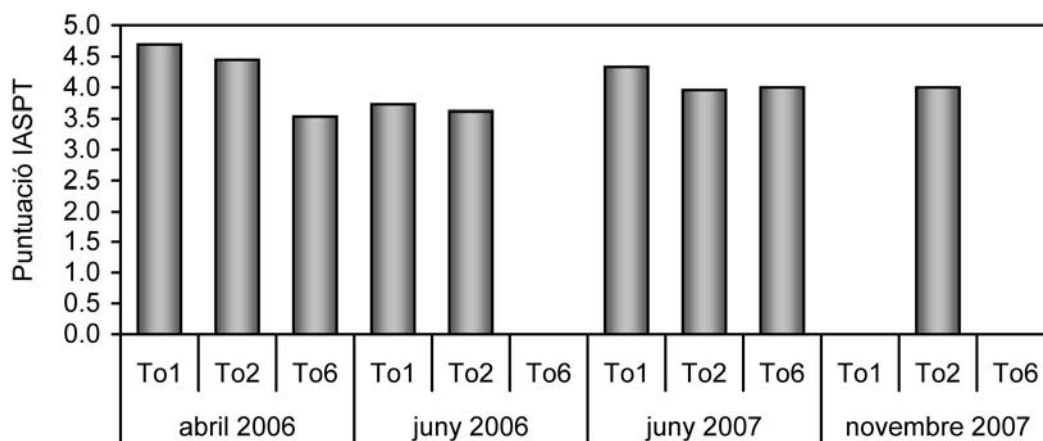


Figura 29: Valors de l'índex IASPT per als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007.

L'índex **BMWPC** es calcula de la mateixa manera que l'índex IBMWP però les puntuacions de tolerància de les famílies de macroinvertebrats han estat adaptades per als rius catalans. Es tracta, però, d'un índex menys restrictiu que l'anterior i que, per tant, sovint pren classes de qualitat més elevades.

L'any 2007, la tendència de l'índex BMWPC va ser molt semblant a la de l'índex IBMWP (Figura 30). La categorització però, al ser més benèvola, dona uns nivells de qualitat més elevats, de manera que tots els punts mostrejats, encara que en algun cas de manera marginal, queden dins de la categoria de molt bona, que indica aigües molt netes.

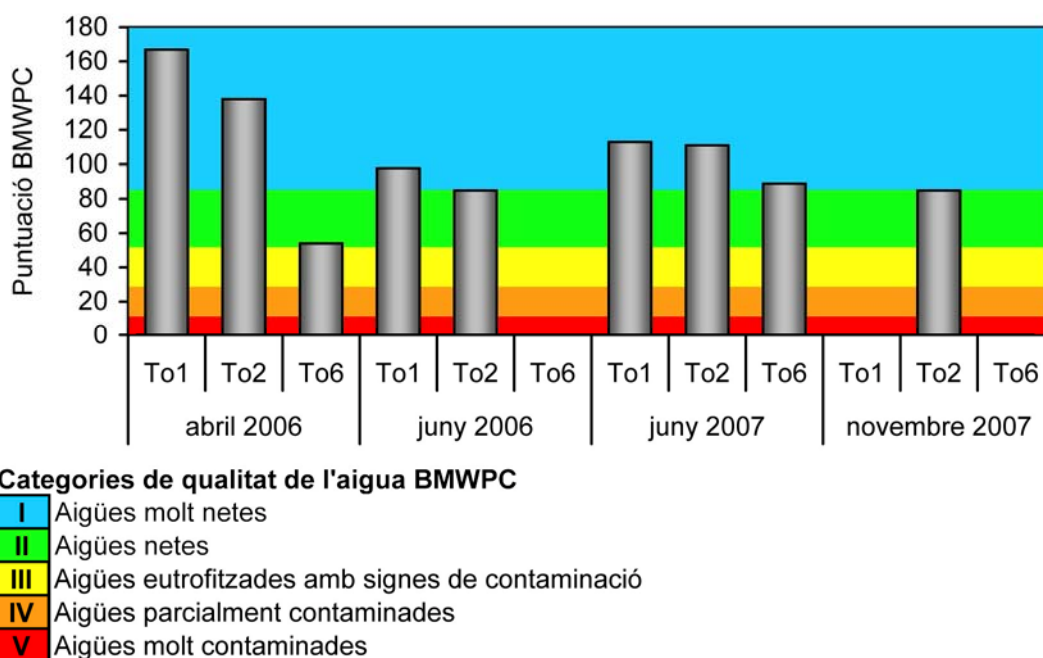
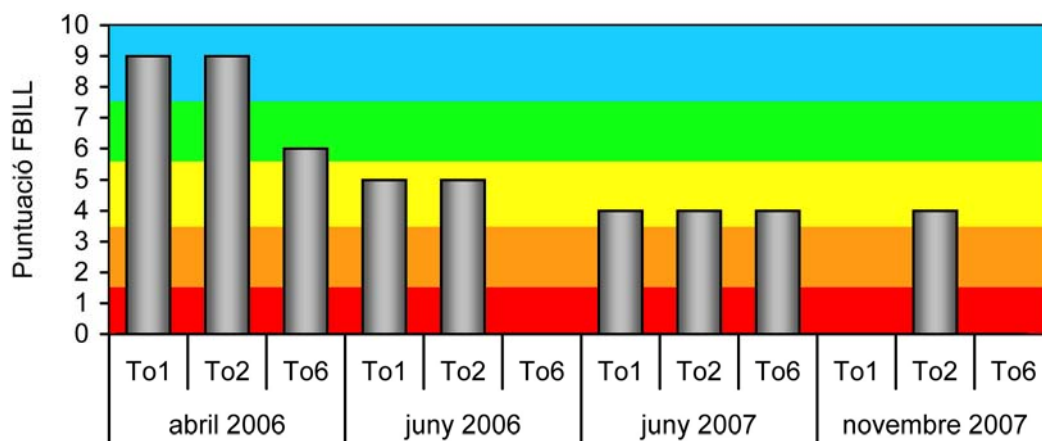


Figura 30: Valors de l'índex BMWPC per als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007.

L'índex **FBILL** dóna prioritat a la presència de taxons sensibles i deixa en segon terme la riquesa taxonòmica. El càlcul és una mica més complex però els resultats són més clars perquè es mouen en una escala de 1 a 10. L'índex FBILL presenta l'inconvenient que ha estat dissenyat per rius amb velocitats elevades. Això fa minvar el valor de l'índex en molts casos cap a classes de qualitat inferiors a les que correspondrien perquè hi manquen famílies reòfiles, amb afinitat per corrents elevades.

L'índex FBILL, contràriament a l'índex BMWPC, dóna una qualificació molt més pessimista per als trams estudiats de la riera de Tossa, equivalent a aigües contaminades (Figura 31). Aquests valors, però, no indiquen una qualitat dolenta de l'aigua, sinó una manca de famílies de macroinvertebrats reòfiles com a conseqüència de les condicions d'estancament durant els mostrejos (Figures 32 i 33).



Categories de qualitat de l'aigua FBILL

- I** Aigües amb molt bona qualitat
- II** Eutròfia, aigües amb contaminació moderada
- III** Aigües contaminades
- IV** Aigües molt contaminades
- V** Aigües extremadament contaminades

Figura 31: Valors de l'índex FBILL per als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007.



Figura 32. Riera de Tossa amunt de l'EDAR de Tossa (To1) el juny de 2007.



Figura 33. Riera de Tossa avall de l'EDAR de Tossa (To2) el juny de 2007.

Peixos

Els anys 2006 i 2007 no es va fer cap tipus d'avaluació de la comunitat piscícola a la pròpia riera de Tossa i només es va fer un estudi qualitatiu a la bassa del parc de Sa Riera. Tot i això, es va calcular l'**índex de qualitat de l'aigua per a la vida piscícola** (IP) per als punts on es disposava de les dades químiques necessàries (punts To1, To2 i To3). Aquest és un índex multiparamètric que ha estat desenvolupat expressament pensant en els peixos ciprínids autòctons, entre els quals es troben el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*) i la bagra (*Squalius cephalus*), espècies especialment emblemàtiques del nostre país, actualment protegides i que en un passat podrien haver viscut a la conca de la riera de Tossa.

Aquest índex indica la capacitat dels ecosistemes fluvials per permetre l'establiment de comunitats de peixos estables en funció de diversos paràmetres relacionats amb la qualitat química de l'aigua (oxigen dissolt, sòlids en suspensió i concentracions de nitrats i amoní). No considera però, aspectes hidrològics, d'hàbitat ni de competència amb espècies al·lòctones. Cap de les espècies de peix esmentades no ha estat observada els darrers anys en cap punt de la conca de la riera de Tossa, però sí que hi ha indicis que apunten amb molta probabilitat que el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*) hi havia estat present fins fa pocs decennis.

L'any 2007 l'índex IP va prendre el valor màxim riera avall de l'EDAR (To2) al juny (Figura 32). Es tracta, doncs, d'aigües netes, que no provoquen gens d'estrès a les comunitats de peixos i, per tant, serien un hàbitat òptim per al barb de muntanya. Tot i que no es disposa de dades fisicoquímiques, la manca de cabal suggereix que les condicions de manca de cabal al tram situat riera amunt de l'EDAR (To1) al juny i al novembre i al tram situat riera avall de l'EDAR (To2) al novembre devien ser prou restrictives per a la vida piscícola, tal i com ha estat observat altres anys. En el context de la dinàmica típica de les rieres mediterrànies, això no vol dir ni molt menys que la riera de Tossa no sigui adient per a la supervivència de poblacions estables de peixos com el barb de muntanya, sinó que en aquestes condicions més dràstiques la comunitat piscícola es desplaçaria temporalment cap a hàbitats amb condicions més favorables com basses permanents fins l'arribada de les pluges. Ara per ara, l'únic

peix que ha estat observat als trams d'estudi de la riera de Tossa ha estat l'anguila (*Anguilla anguilla*), la darrera vegada al tram situat riera avall de l'EDAR l'abril de 2006. Aquest és un peix amb certa tolerància a la contaminació i als cabals baixos que necessita però que la riera estigui connectada al mar, encara que sigui de manera temporal, per completar el seu cicle vital.

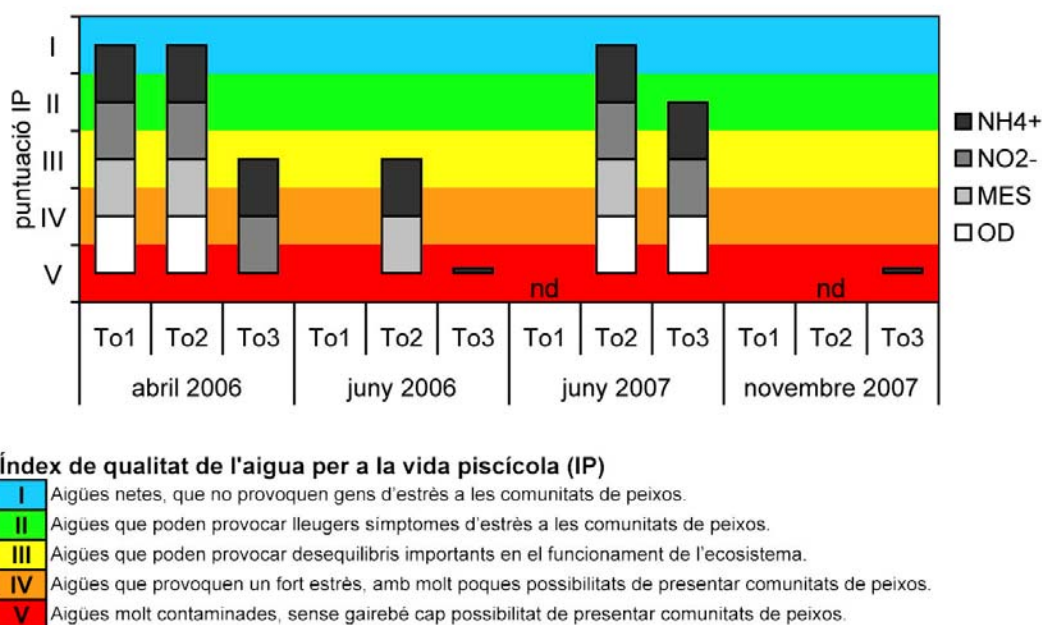


Figura 34: Valors de l'índex IP per als punts de mostreig de la riera de Tossa els anys 2006 i 2007.

A la basa del parc de Sa Riera, el valor de l'índex IP també va ser prou elevat i indicava aigües que poden provocar lleugers símptomes d'estrès a les comunitats de peixos per excés de sòlids en suspensió. Al novembre però, les condicions fisicoquímiques a la bassa del parc de sa Riera es van degradar i l'índex va minvar fins el nivell de qualitat més baix, que indica aigües molt contaminades, sense gairebé cap possibilitat de presentar comunitats de peixos. Les baixes concentracions d'oxigen dissolt i elevades concentracions de matèria en suspensió fan de la bassa un

ecosistema amb molt poques probabilitats de poder suportar una comunitat de peixos estable tret que es tracti d'espècies resistents a les condicions de confinament que la caracteritzen. N'és un exemple la gambúsia (*Gambusia holbrooki*), un peix de petites dimensions, molt competitiu i productiu, capaç de resistir condicions extremes d'eutròfia que va ser portat del continent nord-americà per combatre les plagues de mosquits, i ara és un veritable problema ecològic al conjunt del país –en depredar i competir amb altres espècies de la fauna autòctona- (Figura 35). Les dades obtingudes a partir de les pesques amb salabre indiquen l'existència d'una població de gambúsia amb una densitat elevada i amb una dinàmica estacional molt marcada (Taula 3). Tot i que amb densitats molt més baixes, el cranc vermell americà (*Procambarus clarkii*), també sembla mantenir una població estable i estructurada (Figura 36). També d'origen nord-americà però introduït amb finalitats culinàries, representa una altra espècie amb efectes nefastos per a l'ecologia dels ecosistemes aquàtics perquè afecta seriosament l'estabilitat dels vessants i moltes espècies vegetals i animals.

Taula 3. Mitjana ($\pm$ desviació estàndard), nombre total, longitud forcal mitjana, pes mitjà i pes total dels peixos i crancs americans capturats amb salabre a la bassa del parc de Sa Riera (To3) durant el període 2006 - 2007.

	<i>Gambusia holbrooki</i>					<i>Procambarus clarkii</i>				
	nombre d'individus mitjana ($\pm$ DE)	total	longitud (mm)	pes (g)	pes total (g)	nombre d'individus mitjana ($\pm$ DE)	total	longitud (mm)	pes (g)	pes total (g)
11/04/2006	42.0 ($\pm$ 7.8)	546	-	-	-	0.1 ($\pm$ 0.1)	1	-	-	-
07/06/2006	24.2 ($\pm$ 7.2)	315	-	-	-	0.1 ($\pm$ 0.1)	1	-	-	-
15/06/2007	60.2 ($\pm$ 7.0)	782	18.4	0.2	127.8	0.3 ($\pm$ 0.1)	4	72.3	11.0	44.1

–: no disponible.

Altres espècies animals introduïdes que viuen de manera habitual a la bassa del parc de Sa Riera, són la tortuga de Florida (*Trachemys scripta*), amb unes densitats molt elevades, i l'ànec mut (*Cairina moschata*), responsables tots dos de l'augment de l'eutròfia de l'ecosistema: com a conseqüència de les càrregues de nutrients elevades dels seus excrements, de la seva activitat bioturbadora –remoure el sediment en busca de menjar- i del menjar que els faciliten de manera incontrolada molts visitants del parc

(Figures 37 i 38). Per contra, la bassa també ofereix refugi a algunes espècies autòctones com la granota verda (*Pelophylax perezi*) i, molt menys freqüents, la polla d'aigua (*Gallinula chloropus*) i el blauet (*Alcedo atthis*). Aquests dos darrers ocells presenten un gran valor ecològic, i indiquen un inici de naturalització de la bassa que es podria potenciar amb una gestió més adequada de les espècies vegetals i animals que hi viuen.



Figura 35. Gambúsies a la bassa del parc de Sa Riera (To3) el juny de 2007.



Figura 36. Cranc vermell americà a la bassa del parc de Sa Riera (To3) el juny de 2007.



Figura 37. Tortugues de Florida a la bassa del parc de Sa Riera (To3) el novembre de 2007.

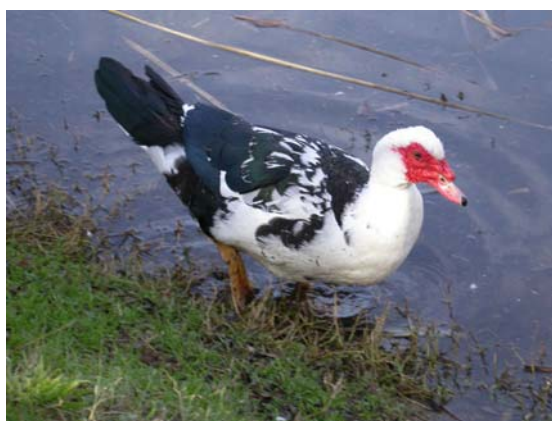


Figura 38. Ànec mut a la bassa del parc de Sa Riera (To3) el juny de 2007.

4. CONCLUSIONS

D'acord amb els resultats obtinguts en aquest estudi, la filtració d'aigua regenerada cap a la riera de Tossa segueix tenint uns efectes positius en la seva estructura i funcionament. Malgrat que la qualitat ecològica és lleugerament inferior al tram situat riera avall de l'EDAR (To2) respecte del tram riera amunt (To1), l'aportació d'aigua regenerada es considera positiva per a l'ecologia de l'ecosistema fluvial. Permet que l'aigua hi flueixi durant un període de temps més llarg que si no se'n fes la infiltració al subsòl i, per tant, és un element clau per a la supervivència de moltes espècies vegetals i animals.

Aquest efecte positiu de l'aigua regenerada de l'EDAR de Tossa, però, tan sols es fa evident uns centenars de metres per sota de l'entrada d'aigua, ja que l'aigua no es manté superficialment a la riera gaire més enllà del començament del nucli urbà, a l'alçada de l'hotel Soms Park (punt To6): pel tipus de substrat predominant a la llera -sauló-, per la magnitud de les extraccions d'aigua subterrània en aquell sector i per la recanalització periòdica de la llera per part de personal de la brigada municipal.

En aquest tram inferior, cal destacar-hi els efectes negatius sobre la qualitat biològica derivats de la pertorbació que suposen els murs de contenció i, sobretot, la canalització periòdica de la riera de Tossa des de riera avall del tram To2 fins la seva desembocadura. Els efectes negatius dels murs de contenció sobre la vegetació de ribera i la dinàmica fluvial són de difícil solució actualment, donada la pressió urbanística elevada de la zona, que per això queda exposada als efectes de les riuades. Per altra banda, es recomana fermament la supressió de la canalització periòdica -setmanal- de la llera de la riera per mitjà d'un tractor; aquesta actuació manca de cap sentit ecològic, a banda d'altres consideracions, dubtoses, de tipus estètic.

Així mateix, el valor ecològic de la bassa del parc de Sa Riera (To3) l'any 2007 continua essent molt baix, com a conseqüència del seu grau elevat d'eutròfia i el predomini de plantes i animals al·lòctons. S'hi aconsella un assecatge temporal, però total, amb el propòsit d'eradicar-hi les espècies introduïdes, al·lòctones (gambúsia,

cranc vermell americà i tortuga de Florida, essencialment), que en malmeten la qualitat ecològica i hi impossibiliten l'evolució de la bassa envers un millor estat ecològic.

La qualitat del bosc de ribera era millorable en general, especialment els darrers metres de la riera de Tossa (trams To6, To7 i To8), on la urbanització altera considerablement la zona ripària i sovint no permet el desenvolupament d'espècies arbòries. Al tram riera amunt del parc (punt To1) la qualitat del bosc de ribera era d'una qualitat bastant superior, però dissortadament encara hi domina la canya. En canvi, després de les actuacions de rehabilitació fetes al tram inferior a l'EDAR al parc de Sa Riera (punt To2), la qualitat del bosc de ribera en aquest punt evoluciona satisfactòriament. S'hauria de tendir a actuar en aquest sentit al conjunt de la riera.

Finalment, destacar dos elements a tenir en compte cara al proper any (2008):

- 1) La possibilitat d'afegir nous punts d'avaluació de l'estat ecològic riera amunt, de la capçalera de la conca, que serveixin de referència per a la restauració del conjunt de la riera. Els punts que es proposa incorporar al seguiment de l'any 2008 són aquests:
 - To9 – Torrent d'Aiguafina (aigua amunt de la resclosa del mateix nom).
 - To10 – Riera de Can Samada (aigua amunt del càmping Tossa).
- 2) Fer un nou mostreig de l'estat del poblament de peixos a la riera, repetint l'efectuat l'any 2004, per conèixer –ne l'estat actual i la seva evolució.

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis, Museu Industrial del Ter
Manlleu, 9 de gener de 2008

5. AGRAÏMENTS

Volem agrair la bona predisposició i la confiança mostrades per Jordi Couso, tècnic de l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Tossa de Mar, i l'interès i les facilitats de Lluís Sala, tècnic del Consorci de la Costa Brava.

A banda, també volem destacar la col·laboració de Francesc Llach en el treball de camp com a estudiant en pràctiques de la Universitat de Girona.

6. BIBLIOGRAFIA

- 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). *Limnetica*, 4:51-56.
- Alba-Tercedor, J.; Jáimez-Cuellar, P.; Álvarez, M, Avilés, J.; Bonada, N.; Casas, J.; Mellado, A.; Ortega, M.; Pardo, I.; Prat, N.; Rieradevall, M.; Robles, S.; Sáinz-Cantero, C. E.; Sanchez.Ortega, A.; Suarez, M. L.; Toro, M.; Vidal-Albarca, M. R.; Vivas, S. i Zamora-Muñoz, C. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica*, 21: 175-185.
- Barbour, M. T.; Gerritsen, B. D.; Snyder, B. D. I Stribling, J. B. Editors. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water, Washington, D.C.
- Benito, G. I Puig, M. A. 1999. BMWPC un índice biológico para la calidad de las aguas adaptado a las características de los ríos catalanes. *Tecnología del Agua* 191:43-56.
- Boix, D.; Gascon, S.; Gifre, J.; Moreno-Amich, R.; Martinoy, M.; Quintana, X.; i Sala, J. 2004. *Caracterització, Regionalització i Elaboració d'eines d'establiment de l'estat ecològic de les zones humides de Catalunya*. 90 pàg. Agència Catalana de l'Aigua, Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Burriel, J. A.; Ibañez, J. J.; Mata, T.; Vayreda, J. 2001 Regió forestal III. Alt Empordà, Baix Empordà, Gironès, Pla de l'Estany, Selva. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*, 3. Sistema d'Informació dels Boscos de Catalunya. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals i Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. 143 pàg. Barcelona.

- Lenat, D. R. 1983. Chironomid taxa richness: natural variation and use in pollution assessment. *Freshwater Invertebrate Biology* 2:192-198.
- Pardo, I.; Álvarez, M.; Casas, J.; Moreno, J. L.; Vivas, S.; Bonada, N.; Alba-Tercedor, J.; Jaimez-Cuellar, P.; Moya, G.; Prat, N. L.; Robles, S.; Suarez, M. L.; Toro, M.; Vidal-Albarca, M. R. 2002. El hàbitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hàbitat. *Limnetica* 21:115-133
- Prat, N.; Munné, A.; Rieradevall, M.; Solà, C. i Bonada, N. 2000. *Ecostrimed. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis*. Estudis de la qualitat ecològica dels rius, 8. Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient. 94 pàg. Barcelona.
- Prat, N.; Munné, A.; Solà, C., Casanovas-Berenguer, R.; Vila-Escalé, M.; Bonada, N.; Jubany, J., Miralles, M.; Plans, M.; Rieradevall, M. 2002. La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix i la Tordera. Informe 2000. Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 10). 163 pàg. Barcelona.

7. ANNEXOS

Annex 1. Localització dels punts d'estudi a la riera de Tossa i la bassa del parc de Sa Riera durant els mostrejos l'any 2007.

Estació	Descripció - topònim	Altitud (m.s.n.m.)	Ordre	Localització (UTM)
To1	Riera de Tossa amunt de l'EDAR de Tossa (riera avall del pont de la GI-681)	5.8	2	31T 0492657, 4619985
To2	Riera de Tossa avall de l'EDAR de Tossa (riera amunt del pont del càmping Can Martí)	5.6	2	31T 0493816, 4619673
To3	Bassa del terciari de l'EDAR de Tossa, al Parc de Sa Riera (punt de sortida)	5.9	-	31T 0493718, 4619980
To6	Riera de Tossa a l'alçada de l'hotel Soms Park	2.0	2	31T 0494261, 4619240
To7	Riera de Tossa entre el pont del carrer de Ferran Agulló i el pont de la Tolerància	1.5	2	31T 0494355, 4619112
To8	Riera de Tossa entre el pont Disco Paradís i el gual de Sa Platja	0.5	2	31T 0494502, 4618929

Annex 2. Concentracions de matèria en suspensió i nutrients a la riera de Tossa i a la bassa del parc de Sa Riera durant el període 2006 - 2007.

Data	MES (mg/L)			NH4-N (mg N/L)			NO2-N (mg N/L)			NO3-N (mg/L)			FRS (mg P/L)		
	To1	To2	To3	To1	To2	To3	To1	To2	To3	To1	To2	To3	To1	To2	To3
09/01/2006	6	9	10	< 2.0	< 2.0	< 2.0	0.1	0.0	0.2	2.0	1.9	6.3	< 0.4	< 0.4	2.8
06/02/2006	10	8	57	< 2.0	< 2.0	< 2.0	0.0	0.0	0.1	2.3	1.1	5.9	< 0.4	< 0.4	3.0
06/03/2006	5	3	15	< 2.0	< 2.0	< 2.0	0.0	0.0	0.0	3.1	1.9	1.0	< 0.3	< 0.3	1.2
05/04/2006	1	4	102	< 2.0	< 2.0	< 2.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.6	0.1	0.3	0.3	1.6
08/05/2006	10	4	75	< 2.0	< 2.0	< 2.0	0.0	0.0	0.6	1.7	1.6	1.4	< 0.3	< 0.3	3.6
12/06/2006	-	9	250	-	< 2.0	4.0	-	0.5	0.5	-	0.8	0.5	-	< 0.3	3.2
03/07/2006	-	9	80	-	< 2.0	< 2.0	-	0.0	0.1	-	1.0	0.3	-	< 0.3	2.1
02/08/2006	-	5	97	-	< 2.0	< 2.0	-	0.0	0.0	-	0.3	0.0	-	0.3	2.8
18/09/2006	3	1	107	< 2.0	< 2.0	< 2.0	0.0	0.0	0.1	1.8	1.7	0.8	< 0.3	< 0.3	2.2
16/10/2006	nd	nd	nd	< 2.0	< 2.0	< 2.0	0.0	0.0	0.1	1.1	1.2	2.6	nd	nd	nd
08/01/2007	16	4	96	3.2	0.2	0.6	0.0	0.0	0.1	1.4	1.2	4.1	0	0	0
05/02/2007	6	14	154	1.6	0.2	1.1	0.0	0.0	0.3	1.1	1.1	3.7	0	0	3
12/03/2007	1	1	98	1.2	0.2	2.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.8	0.0	0	0	0
17/04/2007	10	8	63	0.4	0.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0	0	1
16/05/2007	1	1	105	0.4	0.4	0.8	0.0	0.0	0.1	1.1	1.1	0.2	0	0	0
11/06/2007	nd	1	60	nd	0.4	0.6	nd	0.0	0.0	nd	0.0	0.2	nd	0	0
03/07/2007	-	2	77	-	0.6	0.8	-	0.0	0.0	-	1.2	0.0	-	0	0
06/08/2007	-	1	17	-	0.5	1.1	-	0.0	0.1	-	1.4	0.1	-	nd	nd
17/09/2007	-	4	69	-	0.6	11.8	-	0.1	0.6	-	0.9	0.0	-	0	1
08/10/2007	-	1	79	-	1.1	6.8	-	0.0	0.3	-	1.3	0.8	-	0	1
12/11/2007	-	nd	76	-	nd	2.8	-	nd	0.1	-	nd	0.6	-	nd	0

MES: matèria en suspensió; FRS: fòsfor reactiu soluble. -: sec, nd: no disponible. Dades cedides pel Consorci de la Costa Brava.

Annex 3. Taxons de macroinvertebrats capturats als punts de mostreig a la riera de Tossa durant el període 2006 - 2007. Continua.

Ordre o cat. sup.	Família	gènere/espècie	estadi	11-04-06			07-06-06		15-06-07			29-11-07
				To1	To2	To6	To1	To2	To1	To2	To6	To2
Cnidaria	Hydridae		A				x			x		
Nematoda			A					x				
Nematomorpha			A			x						
Oligochaeta	Haplotaxidae		A							x		
	Lumbricidae	<i>Eiseniella tetraedra</i>	A	x	x		x		x			x
	Naididae		A	x	x	x	x	x		x	x	x
	Tubificidae		A							x		
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Dina lineata</i>	A	x			x	x	x	x	x	x
	Glossiphonidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	A							x		x
Gasteropoda	Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>	A	x			x	x		x	x	x
	Ferrisidae	<i>Ferrisia</i> sp.	A									x
	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> sp.	A		x							x
		<i>Radix</i> sp.	A				x	x	x	x	x	x
	Physidae	<i>Physa</i> sp.	A		x			x	x	x	x	x
	Planorbidae	<i>Gyraulus</i> sp.	A		x							
Cladocera			A			x						
Copepoda			A	x	x	x	x	x			x	
Ostracoda			A		x	x	x	x	x	x	x	x
Amphipoda	Niphargidae		A	x								
Hydracarina			A	x	x	x	x	x	x	x		
Colembola			A		x		x	x		x		x
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i> sp.	N				x					
		<i>Baetis rhodani</i>	N	x	x							
		<i>Cloeon</i> sp.	N				x			x		x
		<i>Cloeon inscriptum</i>	N						x		x	
	Caenidae	<i>Caenis luctuosa</i>	N		x				x	x	x	x
	Ephemerellidae	<i>Serratella ignita</i>	N	x	x	x			x	x		
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus aurantiacus</i>	N	x								
		<i>Ecdyonurus lateralis</i>	N	x								
	Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia fusca</i>	N	x	x		x	x	x	x	x	
Plecoptera	Chloroperlidae	<i>Siphonoperla torrentium</i>	N	x	x	x						
	Nemouridae	<i>Nemoura lacustris</i>	N		x							
	Perlodidae	<i>Isoperla moselyi</i>	N	x	x							
Odonata	Coenagrionidae	<i>Pyrrhosoma</i> sp.	N									x
	Cordulegasteridae	<i>Cordulegaster</i> sp.	N	x			x		x			
	Lestidae	indet.	N	x	x							
		<i>Chalcolestes viridis</i>	N					x				
	Libellulidae	<i>Libellula</i> sp.	N									x

Annex 3. Continua.

Ordre o cat. sup.	Família	gènere/espècie	estadi	11-04-06			07-06-06		15-06-07			29-11-07	
				To1	To2	To6	To1	To2	To1	To2	To6	To2	
Odonata	Libellulidae	<i>Sympecma</i> sp.	N									x	
		<i>Sympetrum</i> sp.	N								x		
Heteroptera	Platycnemididae	<i>Platycnemis</i> sp.	N	x									
	Gerridae	<i>Gerris</i> sp.	A	x						x			
	Hydrometridae	<i>Hydrometra stagnorum</i>	A		x		x	x		x			
	Nepidae	<i>Nepa cinerea</i>	A	x	x		x	x	x	x	x	x	
	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.	A	x			x		x		x	x	
	Veliidae	indet.	N		x								
		<i>Velia</i> sp.	A	x			x	x	x	x			
<i>Microvelia</i> sp.		A				x							
Coleoptera	Dryopidae	<i>Dryops</i> sp.	A				x			x		x	
	Dytiscidae	<i>Agabus</i> sp.	L	x	x	x				x			x
		<i>Agabus</i> sp.	A	x			x			x		x	
		<i>Deronectes</i> sp.	L	x	x	x				x			
		<i>Deronectes</i> sp.	A	x			x	x	x	x	x		
		<i>Dytiscus</i> sp.	L	x									
		<i>Hydroporus</i> sp.	L		x								
		<i>Meladema coriacea</i>	A				x			x			
		<i>Stictonectes</i> sp.	A				x						
	Elmidae	<i>Esolus</i> sp.	L									x	
		<i>Oulimnius</i> sp.	L		x		x	x					
		<i>Oulimnius</i> sp.	A	x	x		x			x		x	
	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i> sp.	L	x									
		<i>Gyrinus</i> sp.	A				x	x			x	x	x
	Haliplidae	<i>Haliplus</i> sp.	L	x			x						
		<i>Haliplus</i> sp.	A	x	x					x	x	x	x
	Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.	A							x			
	Hydrophilidae	<i>Chaetarthria</i> sp.	A							x		x	
		<i>Hydrobius</i> sp.	L									x	
		<i>Hydrobius</i> sp.	A									x	
		<i>Laccobius</i> sp.	A				x			x			
	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	L	x								x
<i>Hydroptila</i> sp.			N									x	
Limnephilidae		cf. <i>Limnephilus</i> sp.	L	x	x								
		cf. <i>Limnephilus</i> sp.	N		x								
Diptera	Chironomidae	<i>Corynoneura</i> sp.	L		x	x				x		x	
		Chironomini2	L			x	x	x	x		x		
		Chironomini2	N					x					
		Orthocladiinae1	L	x	x	x	x	x		x	x		
		Orthocladiinae1	N	x	x								
		Tanypodinae1	L		x		x	x	x	x	x		
		Tanytarsini2	L	x	x			x	x				

Annex 3. Continua.

Ordre o cat. sup.	Família	gènere/espècie	estadi	11-04-06			07-06-06		15-06-07			29-11-07
				To1	To2	To6	To1	To2	To1	To2	To6	To2
Diptera	Dixidae	<i>Dixa</i> sp.	L	x						x		
	Empididae	Clinocerinae1	L	x				x				
	Limoniidae	indet.					x					
		Pediciini2	L	x	x	x						
		Hexatomini2	L	x	x				x			
	Psychodidae		L		x	x						x
	Simuliidae	Simuliini2	L	x	x	x					x	
	Stratyomyidae		L	x								
	Tabanidae		L	x								
	Tipulidae		L	x	x		x	x		x	x	x
Nombre total de taxons:				43	38	16	34	25	33	27	26	25

1 subfamília, 2 tribu.

Els indeterminats (indet.) es corresponen a individus massa petits per poder ser determinats taxonòmicament.

Estadis vitals: L=larva, N=nimfa, A=adult.