

LA TORDERA COM A CONNECTOR ECOLÒGIC

CARME ROSELL^{*,**}, ROSER CAMPENY^{*} I
MARC FERNÁNDEZ^{*}

*MINUARTIA, Estudis Ambientals. P/ Domènech, 3. 08470 Sant Celoni. Barcelona.

**Departament de Biologia Animal, Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal, 625. 08028 Barcelona.

ROSELL, C., CAMPENY, R. I FERNÁNDEZ, M. (2008). «La Tordera com a connector ecològic». A: BOADA, M., MAYO, S. & MANEJA, R. [Cur.]. *Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural, p. 71-94. ISBN: 978-84-7283-983-0

Resum

Els hàbitats fluvials associats al curs de la Tordera i als seus afluents desenvolupen una funció clau per garantir la connectivitat funcional entre els espais naturals protegits de la conca hidrogràfica. Malgrat que diversos estudis han realitzat aproximacions a l'anàlisi de connectivitat que inclouen una part de la conca, no s'ha efectuat encara una avaluació global de la funció connectiva dels corredors fluvials de la Tordera. En aquest article es revisen els conceptes bàsics que han de fonamentar aquesta avaluació, partint d'una anàlisi de la matriu territorial que identifiqui els sectors més estratègics per a la connectivitat i que integri, posteriorment, l'anàlisi de les barreres que obstaculitzen la funció connectora. D'aquestes, se n'identifiquen quatre tipus bàsics: les generades per l'assecament de llargs trams del curs en períodes més extensos dels esperats d'acord amb el règim hidrològic de la conca, les generades per mala qualitat físicoquímica de l'aigua, les barreres físiques associades a infraestructures transversals (viàries i hidràuliques) i longitudinals (esculleres, endegaments, etc.), i la degradació de la qualitat dels hàbitats fluvials. Finalment, es posa de manifest que, mentre que en alguns aspectes s'aprecia una franca millora, en altres cal invertir encara esforços importants per revertir les tendències actuals, i es destaquen actuacions que poden contribuir a la millora de la funció connectora dels corredors fluvials de la Tordera.

PARAULES CLAU: connectivitat ecològica, hàbitats fluvials, efecte barrera, infraestructures viàries, infraestructures hidràuliques, conca de la Tordera.

Resumen

Los hábitats fluviales asociados al curso del río Tordera y a sus afluentes desarrollan una función clave para garantizar la conectividad funcional entre los espacios naturales protegidos de la cuenca hidrográfica. A pesar de que diversos estudios han realizado aproximaciones al análisis de conectividad incluyendo una parte de la cuenca, no se ha efectuado todavía una evaluación global de la función conectiva de los corredores fluviales del Tordera. En este artículo se revisan los conceptos básicos que deben fundamentar dicha evaluación, partiendo de un análisis de la matriz territorial que identifique los sectores más estratégicos para la conectividad y que integre, posteriormente, el análisis de las barreras que obstaculizan dicha conectividad. De éstas, se identifican cuatro tipos básicos: las generadas por la falta completa de caudal en largos tramos del curso en periodos más extensos de lo esperado de acuerdo con el régimen hidrológico de la cuenca, las generadas por mala calidad físico-química del agua, las barreras físicas asociadas a infraestructuras transversales (viarias e hidráulicas) y longitudinales (escolleras, encauzamientos, etc.), y la degradación de la calidad de los hábitats fluviales. Finalmente, se pone de manifiesto que, mientras que en algunos aspectos se aprecia una franca mejoría, en otros es todavía

necesario invertir esfuerzos importantes para revertir las tendencias actuales, y se destacan actuaciones que pueden contribuir a mejorar la función conectora de los corredores fluviales del río Tordera.

PALABRAS CLAVE: conectividad ecológica, hábitats fluviales, efecto barrera, infraestructuras viarias, infraestructuras hidráulicas, cuenca del río Tordera.

Abstract

The fluvial habitats associated with the Tordera River and their tributaries develop a key function for guaranteeing the functional connectivity between the natural areas of the basin. Although several studies have carried out approximations to the connectivity analysis that include part of the basin, a global evaluation of the connectivity function in the fluvial corridors of the Tordera has not yet been done. In this article the basic concepts that should form a basis for this evaluation are reviewed, starting with an analysis of the territorial matrix which identifies the most strategic sectors for the connectivity and which integrates, later on, the analysis of the barriers that prevent the connectivity. Four basic types of barriers are identified: those generated by the drying of long sections of the fluvial course in longer periods than expected according to the basin hydrological regime; those generated by the poor chemical and physical properties of water quality; the physical barriers associated with transversal infrastructures (transport and hydraulic) and longitudinal (embankments, ditches, etc.) and the degradation of the quality of fluvial habitats.

Finally, it should be pointed out that whilst in some aspects an improvement can be appreciated, in others it is still necessary to invest an important effort in order to reverse the current tendencies. Actions that could contribute to an improvement in the function of connectors of the fluvial corridors of the Tordera are being considered.

KEYWORDS: ecological connectivity, fluvial habitats, barrier effect, transport infrastructures, hydraulic infrastructures, Tordera basin.

1. INTRODUCCIÓ

Un riu admet múltiples mirades. Ens podem centrar en l'aigua que hi circula i el modela, en els organismes associats al medi aquàtic, en la gran diversitat biològica que pobla les riberes, o en el ric patrimoni etnològic que els homes i les dones han anat bastint al seu redós. Aquest article presenta la visió del riu com a camí, com a via de pas per on discorren fluxos biològics i, entre ells, un dens entrellat de moviments d'incomptables animals que troben en les rieres i els torrents, corredors que canalitzen els seus desplaçaments a través d'una matriu territorial en la qual s'han erigit múltiples barreres, com ara carreteres, ferrocarrils o espais urbanitzats; territoris inhòspits que, tot i això, són travessats per l'aigua i la seva càrrega de nutrients i d'organismes, per les diàspores vegetals i pels animals.

La funció connectiva de la Tordera no ha estat objecte encara de cap anàlisi global i, tot i que la fragmentació dels hàbitats té efectes nefastos en la conservació de la diversitat biològica i paisatgística, es tracta d'una problemàtica socialment poc percebuda, i sovint no integrada en les anàlisis dels processos socioecològics en relació amb els espais fluvials. En aquest context, l'article es planteja com una revisió dels conceptes i de la informació de base que podrien orientar l'avaluació global de la funció connectora dels cursos fluvials de la conca i de les actuacions que poden contribuir a reforçar aquesta funció.

2. ELS CORREDORS FLUVIALS EN EL MARC DE LA XARXA ECOLÒGICA

Una tendència global dels paisatges del nostre país, com de la resta d'Europa, és la fragmentació dels hàbitats. Progressivament, el desenvolupament d'espais urbanitzats i d'infraestructures ha anat configurant barreres que converteixen els abans grans contínuums d'hàbitats naturals o seminaturals en un mosaic on queden retalls d'espais naturals, no sempre connectats entre ells i immersos en un context fortament artificialitzat. A la conca de la Tordera, i especialment a les planes del seu curs mitjà, les darreres dècades han estat marcades per una progressiva i ràpida transformació del paisatge, que ha evolucionat des d'una matriu agroforestal, esquitxada arreu de petites clapes de nuclis urbans, cap a una situació inversa: una matriu territorial constituïda per densos contínuums urbanitzats i grans infraestructures, entre els quals es conserven fragments dels boscos i dels espais agrícoles. La interconnexió d'aquests fragments és essencial per conservar l'encara rica diversitat biològica que allotgen.

2.1. REFERENTS I CONCEPTES BÀSICS

Els efectes de la fragmentació dels hàbitats en la conservació de les poblacions i de la qualitat dels sistemes ecològics han estat clarament posats de manifest i són reconeguts com una de les amenaces més grans per a la conservació de la diversitat biològica

(per exemple, Wilcox i Murphy, 1985; Saunders *et al.*, 1991; Fahrig i Merriam, 1995; Forman, 1995; Lindenmayer *et al.*, 1999). Aquest aspecte concentra cada vegada més interès entre la comunitat científica i els gestors del territori, tot i que, com hem dit, encara hi ha una escassa percepció social del grau d'amenaça que representa i dels importants canvis ambientals que està induint.

Les estratègies per mantenir la connectivitat ecològica entre els diferents espais naturals protegits —però no exclusivament entre aquests— han estat objecte d'atenció des de diverses perspectives, que abasten l'escala europea i mundial (vegeu-ne la revisió a Mallarach i Germain, 2006). Cal destacar, en el context europeu, l'impuls inicial que va generar l'Estratègia Paneuropea per a la Diversitat Biològica i Paisatgística (1995), que estableix la necessitat de desenvolupar una xarxa ecològica paneuropea, la qual defineix com un sistema que integri «zones nucli» (espais naturals protegits i altres àrees d'interès per a la conservació de la diversitat biològica), encerclades per «àrees tampó» que atenuïn els impactes i enllaçades per «connectors ecològics» que n'afavoreixin la interconnexió. Així mateix, la Directiva Hàbitats (Directiva 92/43/CEE) també promou la conservació dels elements de connectivitat en el marc de la creació de la xarxa europea d'espais protegits Natura 2000, quan en el seu article 10 insta els estats membre, amb l'objectiu de millorar la coherència de la xarxa, a fomentar la gestió «d'elements del paisatge que, ja sigui per la seva estructura lineal (rius, marges de camps de conreu, etc.), o pel seu paper com a punts d'enllaç (estanys, bosquetons, etc.), són essencials per a la migració, la distribució geogràfica i l'intercanvi genètic de les espècies silvestres».

A Catalunya, ja el Pla d'Espais d'Interès Natural, l'any 1992, en el seu Programa de Desenvolupament, especifica que cal determinar els criteris i les mesures necessàries per garantir el manteniment de les connexions biològiques entre els espais inclosos en el Pla, i posteriorment, diferents resolucions del Parlament de Catalunya insten a definir estratègies per mantenir la connectivitat ecològica (Resolució 552/V del Parlament de Catalunya, del 16 d'abril de 1998, sobre l'elaboració d'un pla d'àrees de connexió biològica, BOPC núm. 280, del 27/4/1998, i Resolució 1153/VI, del 23 d'octubre de 2002, sobre la preservació i el desplegament de les directrius estratègiques per al manteniment de les connexions biològiques i paisatgístiques entre els espais protegits a Catalunya, BOPC núm. 353, de l'11/11/2002). Aquestes determinacions, tot i alguns avenços inicials com la definició de les directrius estratègiques per al manteniment de les connexions ecològiques (Carceller, 1999), no han aconseguit encara fer quallar el Pla Territorial Sectorial de Connectivitat Ecològica de Catalunya. Malgrat això, en paral·lel, diverses entitats i administracions han generat anàlisis de les àrees d'interès per a la connectivitat en diferents zones de Catalunya, que van essent recollides en documents del planejament territorial, i també en alguns d'àmbit sectorial. També es va assolir una fita important amb la redacció de les Bases per a les directrius de connectivitat ecològica a Catalunya (Mallarach i Germain, 2006), presentades pel Departament de Medi Ambient i Habitatge a finals del 2006. Es tracta d'un nou referent, fonamental en l'àmbit català, que analitza, des d'una perspectiva sectorial, les múltiples actuacions que cal impulsar per afavorir la connectivitat ecològica. El document planteja dues diferències notables respecte als anteriors; per una banda, no se circumscriu a la connexió entre espais naturals protegits, sinó que es planteja en un marc integral del territori; per l'altra, opta fermament per la identificació i la recuperació dels punts crítics en què la connectivitat ecològica es troba obstaculitzada perquè s'han interceptat connectors estratègics. Es tracta, per tant, d'una visió que, a més de la conservació d'espais d'interès per a la connectivitat, opta també per la desfragmentació del territori.

Però, a què ens referim quan parlem de xarxa ecològica i de connectivitat ecològica funcional? Una xarxa ecològica (Bennet, 1998a) és una estructura integrada en la matriu territorial que es compon, bàsicament, de dos tipus d'elements:

- Les àrees nucli: àrees d'especial interès per la riquesa o la singularitat de la diversitat biològica que allotgen.
- Els connectors ecològics: àrees relativament ben conservades i amb hàbitats adequats per a permetre la dispersió de les espècies de la fauna i la flora i per on, en general, discorren els fluxos que permeten mantenir sistemes naturals en bon estat de conservació.

Les àrees nucli són importants perquè, quan es produeixen extincions de poblacions locals d'una determinada espècie, és a partir d'aquestes àrees que poden tenir lloc recolonitzacions de l'espai on s'ha produït l'extinció. Es garanteix, doncs, la pervivència de l'espècie en un territori ampli, sempre que disposem de connectors per on els individus es puguin desplaçar (Wiens, 1976; Haas, 1995; Pulliam, 1996; Benett, 1998b; Ricketts, 2001). Sovint, considerem «àrea nucli» com a sinònim del concepte «espai natural protegit», però no sempre és així, i alguns indrets d'interès estratègic per a determinades espècies es troben fora d'aquests àmbits. Per una altra banda, les àrees nucli i els espais d'interès per a la seva connexió mostren una notable variació interespecífica, i així podrem definir, per a diferents espècies o grups taxonòmics, una distribució diferent dels hàbitats que ocupen i dels connectors per on poden dispersar-se. En aquest context, els connectors es definiran com els espais de la matriu territorial que els ofereixen menys resistència als desplaçaments (Baudry i Merriam, 1988; Belisle i Clair, 2001; Bani *et al.*, 2002; Sastre *et al.*, 2002; Adriaensen *et al.*, 2003; Minuartia, 2003; Rosell i Brotons, 2003; Brotons *et al.*, 2004 i 2005). Així, per a una espècie forestal, una zona de conreus ofereix més resistència que un bosc, mentre que per a una espècie pròpia d'espais oberts una zona forestal oposa més resistència a la seva dispersió que un espai agrícola. És complex, certament, o almenys es tracta d'una visió en la qual els connectors ecològics no són fàcils d'identificar, ja que ens cal avaluar els connectors segons quines són les espècies a les quals van destinats. Ara bé, és clar que en el territori s'identifiquen espais que podríem qualificar com a «connectors multifuncionals» (vegeu la figura 1), capaços d'afavorir la dispersió d'una àmplia diversitat d'espècies, tant aquàtiques com semiaquàtiques i terrestres i, fins i tot, d'admetre certs usos socials, compatibles amb la conservació de la diversitat biològica. En aquest sentit, els hàbitats fluvials excel·leixen en la seva qualitat de connectors multifuncionals.

2.2. FUNCIO CONNECTORA DELS CURSOS FLUVIALS

Els cursos fluvials són, doncs, un element fonamental en qualsevol plantejament de xarxa ecològica. Estableixen intenses interrelacions amb tot el territori pel qual discorren i les seves riberes són alhora límit i espai d'intercanvi. A més d'enllaçar els espais de capçalera i els del tram mitjà o baix, són connectors privilegiats del conjunt del territori per on el curs flueix i hi discorren fluxos de tota mena (d'energia, de nutrients, de llavors...), entre els quals destaquen els moviments de la fauna, i no només de les espècies associades directament al medi aquàtic (com ara els peixos, o la llúdriga), sinó també de moltes espècies de fauna terrestre, des d'una infinitat d'invertebrats fins a una

gran diversitat d'espècies de vertebrats que troben en els ambients riparis zones on arrecerar-se, aliment o corredors per on desplaçar-se, fins i tot a través de medis completament hostils.



FIGURA 1. La Tordera al seu pas per Sant Celoni. Tot i que el curs es troba en un sector fortament fragmentat per eixos viaris i zones urbanitzades, l'espai fluvial constitueix encara un connector per on es canalitzen els fluxos biològics a través de la matriu territorial (foto: Carme Rosell).

El primer graó de les prioritats entre les àrees a connectar és el constituït pels espais naturals protegits. En el cas de la Tordera, aquesta consideració pren un significat especial, ja que la seva conca abasta diversos espais protegits inclosos a la Xarxa Natura 2000: el Parc Natural del Montseny, Montnegre-el Corredor, la riera d'Arbúcies, la riera de Santa Coloma, els estanys de Sils, la roureda de Tordera i els estanys de Tordera. D'altra banda, però, s'ha constatat que les zones on trobem la màxima riquesa d'espècies per a un determinat grup zoològic o les poblacions més importants d'espècies d'interès rellevant per a la conservació no sempre es localitzen dins els espais naturals protegits; vegeu, com a exemples, que la localització de moltes espècies d'aus en regressió a Catalunya es troba associada a espais agrícoles sovint no inclosos dins els espais protegits (Estrada *et al.*, 2004), o com les àrees de major interès per a algunes espècies de resistència a la dispersió de mamífers, ocells forestals i d'espais oberts del mòdul de fauna i connectivitat del Sistema d'informació territorial de la Xarxa d'Espais Lliures de la província de Barcelona (SITXELL, Diputació de Barcelona; Brotons *et al.*, 2004, 2005; Minuartia, 2005a). A més, per a la conservació a llarg termini de molts tàxons és indispensable que els diferents nuclis on es troben distribuïdes les seves metapoblacions puguin mantenir intercanvis d'individus, que han de desplaçar-se a través d'hàbitats adequats.

Sintetitzant, doncs, dos conceptes clau per a les estratègies de conservació de la diversitat biològica i paisatgística que ens porten a considerar la rellevància dels corredors fluvials, són que:

- Conservar la diversitat d'organismes i sistemes no comporta únicament preservar un conjunt d'espais naturals protegits, sinó que cal garantir també la preservació (o la

restauració) dels sectors del territori que connecten entre si aquests espais, constituint una xarxa ecològica ben estructurada i funcional.

- La funcionalitat de la xarxa, és a dir, la seva capacitat real per canalitzar fluxos biològics, ens obliga a avaluar i a gestionar la matriu territorial considerant com a components d'un mateix sistema tant les zones on es concentren el gruixos de població de les espècies com els espais que les interconnecten.

És en aquest punt on se subratlla la funció connectora dels corredors fluvials, justament per la seva disposició lineal que va recorrent amplis territoris, la seva estructura ramificada que abasta superfícies extenses i la relació estreta d'intercanvi que manté el curs amb tot el territori per on circula.

3. L'AVALUACIÓ DE LA CONNECTIVITAT A ESCALA TERRITORIAL

Moltes aproximacions a l'avaluació de la connectivitat ecològica aporten imatges de connectors més virtuals que reals. Les anàlisis de cobertes del sòl i altres elements del territori mitjançant els sistemes d'informació geogràfica (SIG) ens permeten identificar connectors potencials que, avaluats sobre el terreny, poden presentar punts crítics no sempre apreciables a escala regional, on els fluxos biològics estan completament interceptats. Per aquesta raó, es fa indispensable una avaluació que consideri dues escales:

- Una anàlisi de la matriu territorial, que ens permetrà valorar l'interès per a la connectivitat d'un determinat tram del curs.
- Una anàlisi a escala local, que inclogui una revisió de possibles barreres (vegeu l'apartat 4.4.) que puguin condicionar la capacitat del curs per donar lliure pas als fluxos biològics.

Tot seguit es formula una proposta d'avaluació d'aquest tipus, global i a dues escales, però no sense destacar prèviament que, a la darrera dècada, diverses entitats (i aplicant distintes metodologies) han realitzat treballs que inclouen en el seu àmbit d'estudi alguna part de la conca de la Tordera; tots ells constitueixen referents d'interès indubtable en l'avaluació de la connectivitat de la conca (vegeu els treballs de Diego *et al.*, 1994; Passarell Lagunas, 1998; Pino *et al.*, 2000; Pino i Rodà, 2002; Forman, 2003; Brotons *et al.*, 2005; Minuartia, 2005a; ADENC 2006).

Per tal d'avaluar la connectivitat d'una determinada matriu territorial a escala regional, s'han plantejat diferents eines de modelització mitjançant SIG (vegeu-ne antecedents a Catalunya a Marull i Mallarach, 2002 i 2005; Brotons *et al.*, 2005; Minuartia, 2005a). Un exemple d'aquest tipus d'anàlisi és el model DISPERSA (Rosell *et al.*, 2003), que analitza diferents elements del paisatge (entès aquest terme des de la perspectiva de l'ecologia del paisatge; vegeu Forman i Godron, 1986; Forman, 1995) que mostren una associació amb la presència i abundància d'alguns dels tàxons de fauna terrestre més sensibles a l'efecte barrera i a la fragmentació dels seus hàbitats. La identificació d'aquests elements del paisatge s'ha basat en estudis empírics que avaluaren la distribució de diferents grups de vertebrats (ocells, carnívors i ungulats principalment)

en els seus períodes anuals de major dispersió (Brotons i Rosell, 2001). El model, doncs, es basa en una avaluació conjunta de tres elements:

- La continuïtat de certes cobertes vegetals concordants amb els requeriments ecològics de les espècies de referència (a partir del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya; CREAM, 2001).
- La distància a cursos fluvials i masses d'aigua (a partir de la Base Topogràfica de Catalunya 1:50.000; ICC, 2002).
- La presència d'elements del relleu que canalitzen la dispersió i els desplaçaments de certs grups de vertebrats (anàlisi basada en el model digital d'elevacions i mapa de curvatures generat a partir de la base topogràfica).

Mitjançant l'aplicació del model, s'obtenen mapes de resistència al pas dels grups zoològics de referència (el model es pot adaptar als requeriments ecològics de diferents grups faunístics) i s'assigna a cada punt del territori un valor d'Índex de resistència (IR) que el categoritza en funció del seu paper potencial per al desplaçament de les espècies de referència i permet així la identificació de connectors i de grans barreres a escala regional.

A la figura 2 es representa un exemple dels resultats que projecta l'aplicació del model DISPERSA al tram mitjà de la Tordera, a l'entorn de Sant Celoni. Els sectors en to més fosc es corresponen a zones amb IR baixos, on el pas de les espècies de referència es veu facilitat pel tipus d'ús del sòl dominant i per l'existència d'altres elements del paisatge, com ara un fons de vall o un curs fluvial. Contràriament, les zones destacades en tons gris clar identifiquen barreres a la dispersió de la fauna, amb valors màxims de l'IR.

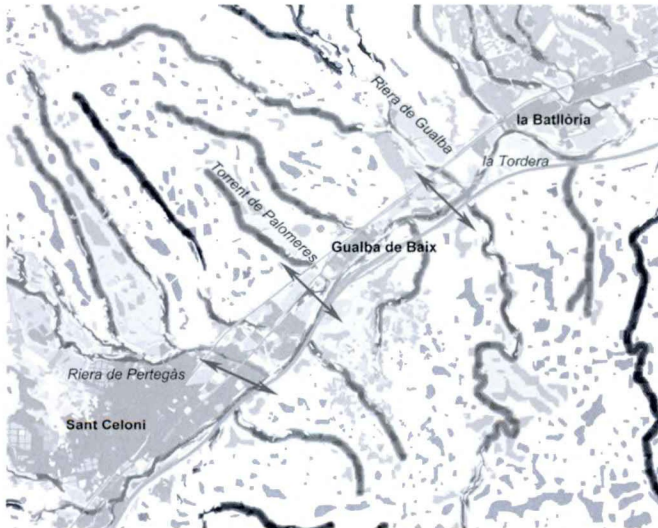


FIGURA 2. Anàlisi dels sectors d'interès per a la connectivitat a partir de l'obtenció d'índex de resistència a la dispersió de la fauna de referència. Es posa de manifest el fort efecte barrera dels contínuums urbanitzats i de les grans infraestructures de transport, així com la funció connectora dels espais fluvials i les seves zones d'influència. En to més fosc es representen les àrees de més alt interès per a la connectivitat (IR 1 a 5) i en tons gris clar les barreres que obstaculitzen els fluxos biològics (IR 9 a 10). Font: Elaboració pròpia.

L'avaluació d'aquest sector del curs mitjà de la Tordera posa clarament de manifest la magnitud de les barreres que constitueixen les grans infraestructures viàries i els continuums urbanitzats, així com la deficient connexió entre el Parc Natural del Montseny (situat a l'esquerra de la llera) i el de Montnegre-el Corredor (a la seva dreta). A la figura 2 destaca també, en aquest context altament fragmentat, la importància que tenen els cursos fluvials con a elements connectors, i es posa en relleu l'interès estratègic dels cursos de la riera de Pertegàs, del torrent de Palomeres (on s'està portant a terme una actuació de desfragmentació a l'actual via del ferrocarril; vegeu l'apartat 4.) i de la riera de Gualba com a connectors fluvials que afavoreixen la connexió entre el Montseny i Montnegre. També destaca l'eix del curs principal de la Tordera com a element vertebrador i distribuïdor de tots els fluxos.

4. L'AVALUACIÓ DE LA CONNECTIVITAT A ESCALA LOCAL: IDENTIFICACIÓ DE BARRERES

Un segon pas, complementari a la visió territorial i alhora indispensable, ens porta a identificar les barreres puntuals que afecten la connectivitat i a avaluar-ne el grau de permeabilitat. És una fase que ens obliga a deixar els ordinadors i ens porta sobre el terreny.

La connectivitat ecològica és, en certa manera, una visió funcional de la continuïtat física dels hàbitats i, per tant, perquè el corredor fluvial pugui realment desenvolupar funcions connectives, es requereix conservar hàbitats fluvials en bon estat i sense barreres que interceptin els fluxos biològics. En aquest apartat es revisen els diferents tipus de barreres que obstaculitzen la funció connectora de les lleres de la Tordera i de les quals es diferencien, bàsicament, quatre tipus:

- L'assecament de trams del curs durant períodes molt perllongats.
- Les barreres químiques.
- Les barreres físiques.
- La degradació dels hàbitats de ribera.

Tot seguit s'analitzen els aspectes més rellevants de cadascuna.

4.1. ASSECAMENT DE TRAMS DEL CURS FLUVIAL DURANT PERÍODES PERLLONGATS

La Tordera, amb un règim hidrològic mediterrani humit en la major part de la seva conca, presenta importants oscil·lacions intra i interanuals del seu cabal. El seu règim natural de cabals ja imposa, doncs, períodes d'estiatge, en els quals els cursos presenten trams secs. Aquestes «crisis» estivals, per manca de cabal, alternades amb les «crisis» generades per increments sobtats de cabals en períodes d'avinguda (les rierades o torderades), configuren la dinàmica dels cursos de règim mediterrani i alhora contribueixen a imprimir el seu caràcter, a donar forma a la seva llera i a enriquir la diversitat de les comunitats d'organismes que hi viuen, adaptats ja a les condicions de cabal canviant.

Ara bé, l'asseccament continuat durant llargs períodes i de llargs trams del riu s'ha intensificat de manera molt notòria a les darreres dècades i actualment constitueix un dels principals condicionants de la qualitat biològica dels cursos i un dels factors que genera més inquietud social.

No s'intueix fàcil el canvi de tendència, i menys en el marc de canvi ambiental global (vegeu el capítol *El canvi global a la conca de la Tordera*), entès com la transformació dels paisatges induïda per factors socials i econòmics, a la qual s'afegeix l'amenaça creixent generada pel canvi climàtic. La manca de cabals és un problema evident, amb una transcendència que no escapa a ningú i amb unes conseqüències transversals que degraden tot el sistema fluvial. Afecta també, de manera dràstica, la capacitat connectiva del curs, especialment en el curs mitjà i baix, justament allà on és més intens l'efecte barrera que generen els extensos i creixents continus urbanitzats i la concentració de grans infraestructures viàries que recorren arrelglerades per la vall.

La problemàtica, doncs, no serà fàcil de gestionar per la complexitat dels factors que la generen i les sinergies que s'estableixen entre ells. Però, almenys en un dels fronts, l'extracció de cabals destinats a diferents usos, cal esmerçar-hi tots els esforços. Els recursos hídrics de la conca han estat intensament sobreexplotats, fins al punt ja que no són capaços de cobrir les demandes actuals, i un 15 % de les quals es cobreixen amb recursos externs (aportats pel Ter i la dessalinitzadora d'aigua marina de Blanes, (vegeu el capítol *La dimensió social dels recursos hídrics de la conca de la Tordera: usos i percepcions*). Durant anys, les aigües de la conca han donat resposta a les demandes creixents generades per l'expansió del sòl residencial i industrial, talment es tractés d'un recurs il·limitat, i sense cap mena de consideració per les necessitats de mantenir cabals que permetin sostenir la diversitat biològica dels hàbitats fluvials.

Ara, però, s'obren noves perspectives amb l'aprovació, el juliol del 2006, del Pla Sectorial de Cabals de Manteniment a les Conques Internes de Catalunya redactat per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) (ACA, 2005a; Resolució MAH/2465/2006). El Pla estableix els cabals de manteniment, anomenats també ecològics o ambientals, que defineix com el règim de cabals mínim que cal mantenir a la llera al llarg del temps (sempre que es doni de manera natural), i que «té una funció ecològica prioritària, per garantir unes condicions mínimes acceptables d'habitabilitat, i s'obté de manera independent dels condicionants socioeconòmics i alteracions antròpiques del règim i magnitud dels cabals dels rius». També estableix trams on cal garantir el règim natural de cabals, i entre ells s'inclouen a la conca diversos trams de les rieres d'Arbúcies, de Santa Coloma i del curs principal de la Tordera, així com la riera de Fuirosos. La situació actual de la Tordera és molt lluny d'assolir els objectius marcats pel Pla, com es posa de manifest pel fet que actualment, a l'estació d'aforament de Sant Celoni, el cabal de manteniment només s'assoleix el 50 % dels dies (dades del període 2003-2005; vegeu el capítol *Estudi hidrològic de la Tordera: elements per al seguiment de la biodiversitat i la gestió de l'aigua*).

La implantació d'aquest Pla marca un punt d'inflexió, i el seu desenvolupament, certament no gens fàcil i que ha de comptar amb una àmplia implicació de diferents agents econòmics i amb el consens social, obre expectatives noves per capgirar la nefasta tendència de sobreexplotació dels recursos hídrics. S'imposa una racionalització de l'ús de l'aigua, en el marc d'aquesta anomenada «nova cultura de l'aigua», que ens ha de permetre adaptar l'extracció de cabals als recursos disponibles, sense que l'aprofitament del recurs afecti la qualitat biològica del curs fluvial. Sens dubte aquest és un element de base que no podem obviar en un marc d'anàlisi de la connectivitat dels cursos fluvials, ja que condicionarà tota la resta d'actuacions per millorar la seva funció connectiva.

4.2. BARRERES QUÍMIQUES

Malgrat que la làmina d'aigua mantingui una continuïtat, en concordança amb el seu règim natural de cabals, les mateixes aigües, o els contaminants que transporten, poden constituir també obstacles als desplaçaments de fauna. Un tram d'aigües amb una qualitat fisicoquímica diferent, pot ser una barrera insalvable per a moltes espècies aquàtiques. Prou sabem que hi ha organismes especialment resistent a la contaminació, però són minoria, i l'empobriment dels sistemes ecològics en els trams en què les aigües tenen qualitat deficient és sempre notori i, de fet, nombrosos índexs desenvolupats en el marc del compliment de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA) 2000/60/CE identifiquen la qualitat fisicoquímica de les aigües a partir de l'anàlisi de les comunitats animals o vegetals i diversos protocols d'avaluació de la qualitat relacionen la qualitat biològica amb la presència de determinats organismes (ACA, 2003; ACA, 2006a).

Les barreres químiques foren, en el passat recent, la principal causa de regressió de moltes espècies; per exemple, la presència a les aigües de contaminants bioacumulables s'ha identificat com la causa principal de la regressió de les poblacions de llúdriga, *Lutra lutra* (Ruiz-Olmo i Delibes, 1998; Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995). Aquesta espècie fou detectada per darrera vegada a la conca —concretament a la riera d'Arbúcies— el 1982 (Boada, 1986) i cal esperar-ne el retorn, sempre, és clar, que es recuperin les poblacions d'iciti fauna, que també han estat afectades tant per la mala qualitat de l'aigua com per altres factors com la manca de cabals i la degradació dels hàbitats (vegeu la figura 3).

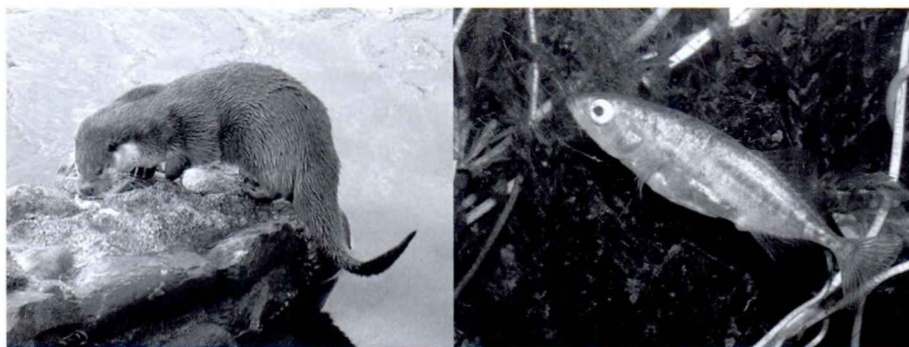


FIGURA 3. Algunes espècies protegides resulten afectades per la presència de trams fluvials amb mala qualitat de l'aigua, o per la destrucció dels seus hàbitats, com és el cas de la llúdriga o de l'espínol (fotos: Carme Rosell, Quim Pou-Rovira).

A mitja dècada dels noranta del segle passat, la Tordera, a partir del nucli de Sant Celoni, presentava un aspecte deplorable i a les seves aigües es trobaven solament comunitats d'organismes empobrides, dominades només per grans masses de cucs de sang (*Tubifex sp*) i cucs de rata (*Syrphidae*). Els índexs de qualitat biològica (concretament l'índex BMWP; Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1998), avaluats l'any 1995 per la llavors anomenada Junta de Sanejament (actualment aquestes funcions les desenvolupa l'ACA), mostraven que totes les estacions de mostratge de la Tordera, des de Sant Celoni fins a la desembocadura, presentaven una qualificació d' «aigües molt o fortament contaminades» (dades recopilades a l'Auditoria Ambiental Municipal de Sant Celoni, Minuartia, 1996). En aquell moment, el paisatge olfatiu en aquest tram certa-

ment no convidava a evocar les escenes que ens explicaven els avis de dones fent la buda a la riera, de banys de la jovenalla a les tardes d'estiu... o de pesca d'anguiles. No obstant això, aquesta situació ha canviat de manera molt notòria; les actuacions en matèria de sanejament de les aigües han estat molt destacables i s'han desenvolupat processos industrials menys contaminants. Tot plegat permet apreciar actualment una millora evident de la qualitat de les aigües de la Tordera, com es posa de manifest en els mostratges de primavera de l'Observatori (període 2003-2005), en els quals el 80 % dels punts de la Tordera i de la riera d'Arbúcies presenten una valoració de qualitat «bona» o «molt bona» (segons valors de l'índex BMWPC; vegeu el capítol *Seguiment de la qualitat biològica de l'aigua de la Tordera mitjançant la comunitat de macroinvertebrats*), rangs de qualitat que assoleixen els objectius fixats per la DMA.

La millora de la qualitat fisicoquímica de les aigües de la Tordera ens permet apreciar la capacitat de revertir les tendències que degraden un recurs natural quan tots els agents socials contribueixen a assolir l'objectiu. En aquest context pren encara més rellevància el repte de garantir la disponibilitat del cabal de manteniment com a factor bàsic determinant per a la recuperació de la qualitat dels hàbitats del corredor fluvial.

4.3. BARRERES FÍSQUES

En aquest apartat l'atenció se centra en un altre tipus de barreres, amb una localització geogràfica molt més concreta. Es tracta d'una àmplia diversitat d'obstacles físics puntuals que s'interposen en els desplaçaments de moltes espècies de la fauna i que es poden distribuir en dos grans grups:

- Les infraestructures transversals al curs, siguin hidràuliques (rescloses, estacions d'aforament) o associades a la intercepció de xarxa viària (guals, estructures de drenatge, ponts i viaductes).
- Les infraestructures longitudinals que afecten els marges de la llera, com són les estructures de protecció (murs, esculleres, endegaments) i els recs o canals.

Els inventaris d'infraestructures transversals, encara parcials, donen una primera visió de l'abast de la problemàtica (vegeu la taula 1), però no aporten les dades que es requereixen per avaluar el grau de permeabilitat de cada element. La DMA fa referència a la funció connectora dels cursos, incorporant el concepte de continuïtat de l'espai fluvial, i considera que per garantir la funcionalitat de l'ecosistema fluvial i la conservació de les espècies autòctones de peixos cal evitar l'existència de barreres que trenquin la connectivitat longitudinal dels rius. Per donar compliment a aquesta directriu, l'ACA ha desenvolupat l'índex de continuïtat fluvial (ICF; ACA, 2006b) que permet avaluar els diferents obstacles transversals en un curs fluvial en funció de la seva franquejabilitat, i considera com a barrera física infranquejable per als peixos, bona part de l'any o sempre, qualsevol barrera de més d'un metre d'alçada.

D'altra banda, en el Pla Sectorial de Cabals de Manteniment s'estableix la necessitat de construir passos per a la fauna que facilitin la superació de les barreres tant si es tracta d'espècies aquàtiques com terrestres; aquesta determinació serà d'obligat compliment en totes les noves infraestructures de regulació de cabals. El compliment d'aquestes directrius topa amb la dificultat d'establir prescripcions tècniques que orientin els projectistes per al disseny dels elements de permeabilització, ja que bona part de la informació tècnica disponible es basa en dades de rius centreeuropeus i està, per tant, poc

adaptada a les condicions dels espais fluvials i de les espècies de peixos que es troben a Catalunya. Aquesta situació es veurà millorada progressivament perquè s'han iniciat ja els treballs de seguiment i avaluació de l'efectivitat d'algunes de les estructures construïdes a Catalunya, algunes de les quals prou innovadores (ACA, 2004; Ordeix *et al.*, 2006), i que permetran elaborar manuals de prescripcions tècniques per reduir l'efecte barrera de les petites infraestructures hidràuliques (ACA, en preparació).

Actualment, la presa més gran que trobem a la conca de la Tordera és la de Santa Fe del Montseny, situada a la capçalera de la riera de Gualba, amb 0,9 hm³ de capacitat (vegeu la taula 1). Es localitzen també diverses rescloses que generen embassaments de menors dimensions on es desenvolupen hàbitats lenitics, singulars en el context paisatgístic on es troben, i que sovint constitueixen ambients d'interès per a algunes espècies i en particular per a la reproducció d'amfibis. És el cas, per exemple, de les rescloses dels Crous i de les Eugues, ambdues a la riera d'Arbúcies, del pantà de Fuirosos, a la riera del mateix nom, o de l'estanyol de Santa Fe, a la riera de Gualba (Minuartia, 2005b; figura 4). L'interès d'aquests hàbitats es pot veure compromès, però, pel risc d'implantació d'espècies exòtiques (per a més informació, vegeu <http://hidra.udg.es/invasiber/>) i per la temporalitat d'alguns d'ells, que desapareixen o que redueixen el seu interès a causa de la colmatació o de les intervencions periòdiques associades a les tasques de manteniment de la infraestructura.

Altres infraestructures transversals a la llera són les estacions d'aforament i els guals. La seva incidència pel que fa a efecte barrera per a espècies terrestres o

TAULA 1. Infraestructures transversals inventariades als cursos de la conca de la Tordera. Les llistes no són exhaustives i posen en relleu la necessitat de completar la informació requerida per a l'avaluació de la seva permeabilitat.

Tipus d'estructura	Total	Curs fluvial: nombre d'estructures	Informació complementària	Font d'informació
Preses i rescloses	11	la Tordera: 1 riera de Gualba: 2 riera de Fuirosos: 1 altres cursos: 7	- Pantà de Santa Fe. - Assut de Viladecans. - Assut de Gualba (sota can Sala). - Presa de can Riera. - S'hi afegeixen un total de 7 petites preses en cursos secundaris, principalment de la comarca de la Selva (la Torderola, riera de Pins, riera d'en Llobet, etc.).	Servidor de mapes del document IMPRESS, de divulgació de la Directiva Marc de l'Aigua (ACA, 2005b) http://mediambient.gencat.net/aca/ca/planificacio/directiva/inici.jsp
Guals	10	la Tordera: 4 riera de Breda: 1 riera d'Arbúcies: 5		Planificació de l'Espai Fluvial de la Conca de la Tordera (Sener, 2002)
Ponts	15	la Tordera: 6 riera de Gualba: 1 riera de Breda: 4 riera d'Arbúcies: 2 riera Santa Coloma: 2		Planificació de l'Espai Fluvial de la Conca de la Tordera (Sener, 2002)
Estacions d'aforament	7	la Tordera: 4 riera d'Arbúcies: 2 riera Santa Coloma: 1	La nova estació EA89, construïda el 2006 al terme de Fogars de Tordera, ha incorporat un dispositiu de pas de peixos.	Planificació de l'Espai Fluvial de la Conca de la Tordera (Sener 2002) Avaluació de la connectivitat per als peixos als rius de Catalunya (Ordeix <i>et al.</i> , 2006)

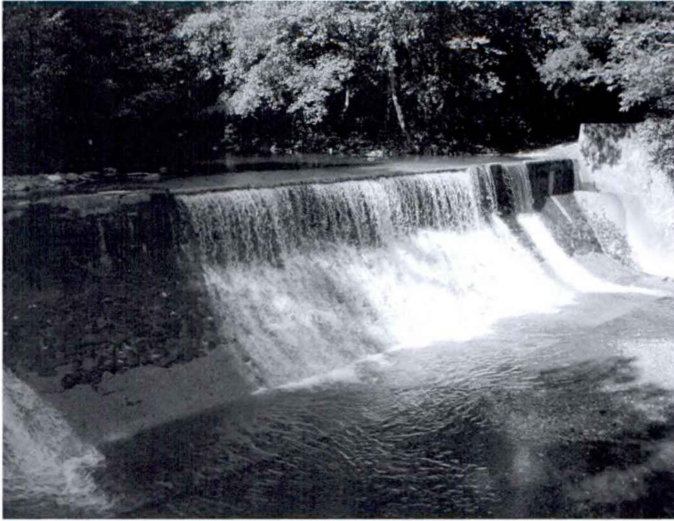


FIGURA 4. Assut de Viladecans (Fogars de Montclús). Les petites rescloses creen hàbitats particulars que poden tenir interès per a la conservació, però cal permeabilitzar-les per evitar que esdevinguin un obstacle per als desplaçaments de peixos (foto: Arnau Urgell).

semiaquàtiques sol ser limitada, ja que es tracta de barreres de petita magnitud, però en canvi poden ser obstacles insalvables per al desplaçament dels peixos i altres espècies aquàtiques. Aquestes estructures haurien de ser objecte d'una anàlisi específica per avaluar-ne el grau de permeabilitat i, posteriorment, realitzar les actuacions necessàries per restablir la connectivitat en aquests punts. A la conca, alguna de les estructures construïdes recentment i en concret la nova estació d'aforament de la Tordera, la de Fogars de la Selva-Can Simó (EA 86), ja incorporen mesures per afavorir la superació de la barrera per part de fauna aquàtica; concretament s'hi ha construït un dispositiu de pas de peixos del tipus de safareigs successius (vegeu la figura 5) que permet reduir l'efecte barrera que altrament tindria la barrera de formigó transversal al curs fluvial. Aquest és, però, l'únic dispositiu d'aquest tipus que identifica el recent inventari que ha portat a terme el Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM, Ordeix *et al.*, 2006).

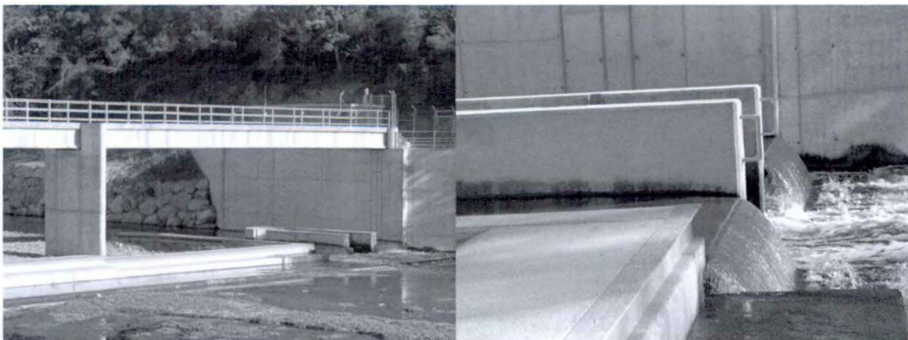


FIGURA 5. Nova estació d'aforament EA86 de Fogars de la Selva, que incorpora un dispositiu del tipus de safareigs successius per afavorir el pas de peixos (fotos: Marc Fernández Bou).

Si ens traslladem a l'àmbit de les infraestructures viàries, el seu impacte pren tota una altra magnitud a causa de la gran extensió de les barreres lineals i a l'alt nombre de torrents i rieres que intercepten. És al curs mitjà de la Tordera on aquesta problemàtica es revela amb més intensitat que en cap altre lloc de la conca, ja que en paral·lel al curs fluvial discorre un gran corredor viari que concentra carreteres de gran capacitat (AP-7), carreteres convencionals d'alta intensitat de trànsit (C-35), la línia de ferrocarril convencional i el traçat de la nova línia d'alta velocitat (LAV). La vall de la Tordera és, des de segles ençà, un gran corredor de pas, també per a les persones, i en aquest estret corredor del curs mitjà de la Tordera la xarxa viària que concentra els fluxos de mobilitat de vehicles ha entrat en obert conflicte amb la xarxa ecològica que canalitza els fluxos de mobilitat de fauna i els ecològics en general.

Per aportar una orientació sobre el nombre de punts d'intercepció de torrents i rieres per la xarxa viària, indicarem només que en el tram entre Sant Celoni i Hostalric de l'AP-7 s'han inventariat un total de setze estructures que intercepten torrents i rieres. Aquestes foren objecte de seguiment per avaluar-ne l'operativitat com a passos de fauna (Rosell *et al.*, 1992; vegeu la figura 6) i consisteixen bàsicament en petits tubs o caixons de dimensions i característiques clarament deficientes per afavorir el pas de moltes espècies d'animals. En el nou traçat de la LAV, només entre Sant Celoni i Riells ja trobem un total de deu estructures de drenatge i quatre viaductes. En aquest cas s'han incorpo-

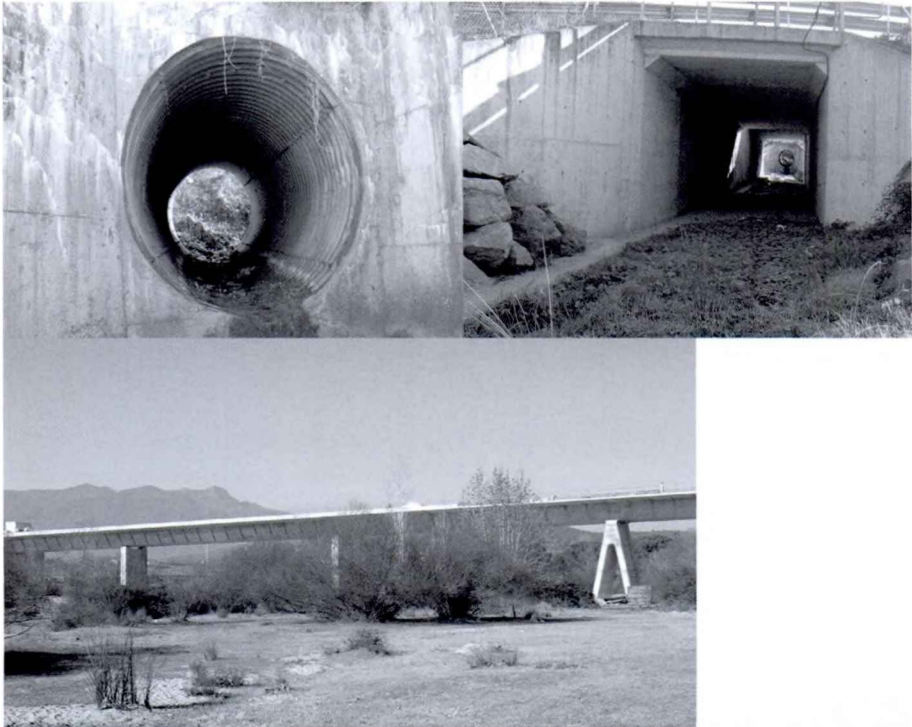


FIGURA 6. A la part superior, drenatges poc permeables al pas de fauna construïts a l'autopista AP-7. A la part inferior, viaducte en el traçat de la LAV construït en el creuament de la riera d'Arbúcies i que afavorirà el manteniment de la continuïtat dels hàbitats fluvials (fotos: Marc Fernández Bou i Carme Rosell).

rat, en els sectors de més interès, grans voltes o caixons que afavoriran el pas de fauna, a més dels viaductes que permetran reduir l'efecte barrera en la intercepció dels espais fluvials. Tot i això, l'efecte barrera de la via és prou evident.

L'efecte barrera de les estructures transversals de drenatge i creuament de corredors fluvials mostra una gran variabilitat en funció de les seves dimensions, localització, condicionament dels accessos i altres característiques locals. Es tracta d'un aspecte que a la darrera dècada ha rebut molta atenció (vegeu-ne la revisió a Forman *et al.*, 2003) i, a Catalunya mateix, s'han portat a terme diversos seguiments per avaluar l'efectivitat per al pas de fauna d'estructures de drenatge en carreteres, alguns dels quals a diferents indrets de la conca de la Tordera (Rosell *et al.*, 1997; Rosell i Navàs, en premsa). Els resultats, junt amb els d'altres experiències realitzades arreu d'Europa, han permès elaborar directrius i prescripcions tècniques molt detallades. Aquestes aporten les orientacions bàsiques perquè els projectes de traçat i constructius incorporin estructures de drenatge adaptades per afavorir el pas de fauna, així com altres estructures multifuncionals que conservin la permeabilitat en els connectors ecològics estratègics (Rosell i Velasco Rivas, 1999; Juell *et al.*, 2005; Ministerio de Medio Ambiente, 2006). Les directrius més recents estableixen ben clarament que en els espais fluvials d'interès estratègic per a la connectivitat, aquesta ha de ser garantida mitjançant viaductes que permetin conservar intacta la vegetació de ribera i que assegurin que el corredor fluvial es manté obert en tota la seva amplada. Aquestes mesures res no tenen a veure ja amb els petits caixons que es constrüen a les infraestructures viàries fa més de trenta anys.

Alguns projectes incorporen també, com a mesura compensatòria, la permeabilització de connectors estratègics intercepcats per infraestructures ja existents. Una de les primeres actuacions de desfragmentació que s'està portant a terme a la conca es troba en la intersecció del traçat de la LAV i el torrent de Palomeres. Es tracta d'un sector d'interès indubtable per a la connectivitat (vegeu la figura 2) i que es troba adjacent a una àrea identificada com a «d'interès per a la connectivitat ecològica» entre el Montseny i Montnegre, en el nou Pla Especial de Protecció del Medi Físic i del Paisatge del primer d'aquests espais, actualment en fase de redacció. En aquest punt estratègic, la Declaració d'Impacte Ambiental del traçat de la línia d'alta velocitat, en el tram «Barcelona - frontera francesa» (Resolució de 25/9/2001; BOE núm. 231), recollint una proposta d'actuació de l'Auditoria ambiental municipal de Sant Celoni (Minuartia, 1996), determina actuacions per a restablir la funció connectora del torrent de Palomeres. Amb aquest objectiu estableix l'obligatorietat de la construcció d'un gran pas per a la fauna en el traçat de la LAV i, a més, l'obertura d'un caixó de grans dimensions en el terraplè de l'antiga línia de ferrocarril per afavorir que el corredor fluvial recuperi en aquest tram la seva funcionalitat. Aquesta actuació, actualment en fase d'execució (vegeu la figura 7), haurà de ser completada amb la implicació de les administracions local i autonòmica (en particular, de la Direcció General de Carreteres del Departament de Política Territorial i Obres Públiques, i del Departament de Medi Ambient i Habitatge) per permeabilitzar (o eliminar) la resta de barreres que encara obstaculitzen la funcionalitat del connector entre la línia de ferrocarril convencional i l'eix de la Tordera. Entre aquestes destaquen la carretera C-35 i les edificacions implantades en el sector industrial adjacent, que no s'han aconseguit aturar i que actualment són el principal factor limitador per a la permeabilització del connector.

Aquest darrer exemple aporta una idea de la complexitat que tenen les actuacions de recuperació de la connectivitat, que han de comptar amb la implicació d'administra-



FIGURA 7. Recuperació del connector del torrent de Palomeres. El nou traçat de la LAV ha incorporat, com a mesura compensatòria del projecte, la construcció d'un pas de fauna en el terraplè de la línia de ferrocarril convencional (a la dreta s'aprecien encara el terraplè i la petita estructura de drenatge que interceptaven el curs fluvial). Falta encara donar continuïtat a la intervenció fins a connectar el torrent amb l'eix de la Tordera (foto: Carme Rosell).

cions i agents socials ben diversos. Sovint, resultaria molt menys costós prevenir les agressions que fragmenten àrees d'interès estratègic i evitar la superposició de noves barreres que els afectin; en aquest sentit, l'Avaluació Ambiental de Plans i Programes (Directiva 2001/42/CE) ens obre també expectatives importants de millora en la prevenció dels impactes.

4.4. DEGRADACIÓ DELS HÀBITATS DE RIBERA

Finalment, una important barrera que afecta també diversos trams fluvials de la conca és la degradació dels hàbitats de ribera. Entre les causes que redueixen la funció connectora dels espais fluvials destaca la pèrdua o empobriment de les comunitats de vegetació de ribera, i en especial dels boscos riparis que, segons l'Índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR; Munné *et al.*, 1998), mostren actualment un nivell de qualitat «deficient» o «dolent» en el curs baix de la Tordera i també en alguns trams del seu curs mitjà (vegeu el capítol *Anàlisi de la diversitat i la qualitat de la vegetació de ribera a la Tordera i a la riera d'Arbúcies*). La pèrdua d'aquests hàbitats es produeix, en ocasions, per la construcció d'infraestructures hidràuliques destinades a l'endegament de trams, a l'estabilització de marges o a la protecció d'estructures transversals (pilars de viaductes, per exemple), que generen discontinuïtats de la coberta de la vegetació de ribera. Aquests tipus de construccions, sens dubte necessàries en molts casos, poden reduir significativament els impactes si incorporen en el seu disseny sistemes per conservar al màxim la vegetació existent o afavorir-ne la ràpida recuperació (ACA, 2002).

En molts trams del curs mitjà i baix de les rieres, l'espai fluvial ha estat tractat com un àmbit marginal on proliferen tota mena d'usos inadequats com ara l'abocament incontrolat de materials inservibles, l'establiment d'horts dins la pròpia llera (amb un gran

nombre de petites barraques i tancaments de tot tipus), la implantació d'activitats productives (extracció d'àrids per exemple) o, fins i tot, activitats lúdiques poc compatibles amb la bona qualitat biològica i la funció connectora del curs fluvial, com és el cas de la circulació motoritzada per dins la llera (vegeu la figura 8). Aquests impactes són encara ben evidents en alguns espais de la conca, com ho podem comprovar si fem una passejada pel curs en el terme de Sant Celoni. Els efectes d'aquest tipus d'agressions són ben diversos i, si bé en molts llocs es tracta d'un impacte puntual i poc significatiu, en d'altres afecta de tal manera el curs que en redueix clarament la funció connectiva.



FIGURA 8. En alguns trams de la Tordera, les comunitats vegetals de ribera es troben molt empobrides i els hàbitats fluvials resulten afectats per usos socials poc compatibles amb la funció connectiva, com ara la circulació motoritzada (fotos: Ferran Navàs i Marc Fernández Bou).

Tot i la situació actual, cal no oblidar que els hàbitats fluvials tenen un potencial de recuperació molt alt, justament perquè es tracta de sistemes modulats per una dinàmica natural que ja inclou grans «crisis» periòdiques, com les que suposen les grans rierades. Per aquesta raó, la recuperació de les comunitats de ribera sovint requereix només dos elements: l'eliminació dels factors causants de la degradació i el temps. El pas del temps serà imprescindible per aconseguir que la vegetació de ribera recuperi terreny progressivament, a partir del ric banc de llavors de la pròpia conca. Aquest enfocament no descarta que, en alguns casos, s'apliquin intervencions puntuals que sens dubte poden afavorir els processos de recuperació de la vegetació i, és clar, també, que en altres casos es poden requerir projectes més complexos per aconseguir la restauració dels hàbitats (vegeu el capítol *Els espais naturals protegits a la conca de la Tordera*).

5. CONCLUSIONS

El rellevant interès per la connectivitat ecològica dels espais fluvials de la conca de la Tordera es posa clarament de manifest en una anàlisi global de la matriu territorial, on els corredors fluvials apareixen sovint com els únics connectors que permeten conservar els fluxos biològics a través de territoris fragmentats. A la Tordera, les màximes pressions que amenacen el manteniment de la connectivitat es localitzen en el curs mitjà i

baix, on entren en conflicte evident les infraestructures de transport que canalitzen els fluxos de mobilitat de vehicles i els connectors fluvials que concentren els fluxos ecològics i, entre aquests, els desplaçaments de fauna.

La revisió dels impactes que poden degradar la funció connectiva del curs fluvial integra una àmplia diversitat de factors, que abasten des de la manca de disponibilitat d'un règim de cabals suficient per mantenir les comunitats fluvials fins a la deficient qualitat fisicoquímica de les aigües, els obstacles que imposen una gran diversitat de barreres físiques (tant longitudinals com transversals al curs) o la degradació dels hàbitats de ribera.

Les tendències que mostren aquests diversos factors són ben diferents. Així, la millora de la qualitat fisicoquímica de les aigües és un fet evident i notori, que s'ha aconseguit gràcies als esforços aplicats en sanejament de les aigües, cosa que ha exigut la implicació de diverses administracions i d'agents socials i econòmics; els avenços aconseguits són un reflex de la nostra capacitat de capgirar les tendències quan s'apliquen fermes actuacions amb un objectiu ben clar. Queden altres fronts, i un dels més importants, sens dubte, és la recuperació dels cabals, que es preveu prou complexa i, més encara, en el marc del canvi ambiental global, al qual no és aliena la conca. Noves eines, com el Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les Conques Internes de Catalunya, ens permeten albirar una recuperació d'aquest element indispensable, que és a la base de tota la resta d'esforços que es facin per recuperar els hàbitats fluvials de la Tordera. Els programes de restauració i de recuperació de les riberes es veuen també fortament condicionats per la presència d'un cabal suficient per al manteniment de les comunitats vegetals; en alguns casos es pretén recuperar formacions vegetals que requereixen una disponibilitat d'aigua que, ara mateix, la sobreexplotació dels recursos hídrics de la conca no permet de cap manera garantir.

Molts altres factors, com la permeabilització de barreres puntuals, ja siguin infraestructures hidràuliques o associades a la xarxa viària, requereixen el desenvolupament de programes de desfragmentació dels hàbitats que identifiquin els punts crítics on la permeabilitat es troba obstaculitzada i plantegin actuacions concretes per recuperar-la. Tanmateix, no cal dir, tots els nous projectes constructius d'infraestructures haurien de garantir la seva permeabilitat (com, de fet, molts ja estan fent). Aquest objectiu es pot aconseguir amb dispositius addicionals que facilitin els desplaçaments de fauna, però també amb un disseny de l'obra diferent, que incorpori des dels seus inicis el concepte de permeabilitat al pas de fauna i de manteniment de la continuïtat dels hàbitats.

No es pot obviar tampoc la transcendència de les estratègies de planificació, que han de permetre prevenir des dels seus orígens la incidència de nous projectes que puguin causar fragmentació dels hàbitats fluvials. En aquest sentit, s'han destacat diversos documents —normatius alguns, encara orientatius d'altres— que avancen en aquesta direcció. Entre ells destaca el marc que ens ofereix l'Avaluació Ambiental Estratègica o les bases per a les Directrius de Connectivitat Ecològica a Catalunya. Igualment, cal valorar documents de planificació que estan en fases avançades de concreció, com els plans que identificaran els espais d'interès per a la connectivitat en els àmbits de la planificació territorial i ambiental, així com la incorporació de la connectivitat ecològica com un objectiu estratègic en els nous plans de gestió de demarcacions hidrogràfiques que estan ja en preparació.

La multifuncionalitat dels connectors fluvials és ben evident, com també ho són els forts vincles de l'àmbit fluvial amb la resta d'usos i cobertes del sòl dels territoris on

s'inscriuen. Això es tradueix en una gran diversitat d'agents i administracions que han d'estar implicats en el desenvolupament de les actuacions de millora de la funció connectiva dels espais fluvials de la conca de la Tordera. I és per això que s'imposen clarament com una necessitat el treball multidisciplinari, la cooperació entre agents i administracions i la recerca de complicitats i de consens social.

AGRAÏMENTS

Agraïm el suport de Ferran Navàs, tècnic de l'equip de MINUARTIA, i també del nostre col·laborador Quim Pou-Rovira, que ens ha facilitat informació sobre ictiofauna i dispositius de pas de peixos. Destaquem també el suport de Jordi Pagès, tècnic de l'Agència Catalana de l'Aigua i bon coneixedor de la conca de la Tordera, que ens ha orientat en la vasta informació generada per aquesta administració. El nostre agraïment també al suport per a l'edició del document de Sílvia Mayo i d'Arnau Urgell, de l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA) de la Universitat Autònoma de Barcelona.

BIBLIOGRAFIA

- ACA (2002). *Criteris d'intervenció en espais fluvials*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.
- ACA (2003). *Desenvolupament d'un índex d'integritat biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya. Aplicació de la Directiva Marc en Política d'Aigües de la Unió Europea (2000/60/CE)*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- ACA (2004). *Mesures per minimitzar l'impacte en petites obres fluvials*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- ACA (2005a). *Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les Conques Internes de Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- ACA (2005b). *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi de risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (Conques intra i intercomunitàries)*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- ACA (2006a). *BIORI. Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- ACA (2006b). *HIDRI. Protocols per a la valoració de la qualitat hidromorfològica dels rius*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- ACA (en prep.). *Guia Tècnica: Impactes de les petites infraestructures hidràuliques sobre la fauna i els hàbitats fluvials. Mesures preventives i correctores*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- ADENC (2006). *Pla d'acció per a la conservació de la biodiversitat i la connectivitat a la plana del Vallès*. Document inèdit.

- ADRIAENSEN, F.; CHARDON, J. P. M.; DE BLUST, G.; SWINNEN, E.; VILLALBA, S.; GULINK, H.; MATTHYSEN, E. (2003). «The application of “least cost” modelling as a functional landscape model». *Landscape and Urban Planning*, 996, p. 1-5.
- ALBA-TERCEDOR, J.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A. (1988). «Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978)». *Limnética*, 4, p. 51-56.
- BANI, L.; BAIETTO, M.; BOTTONI, L.; MASSA, R. (2002). «The use of focal species in designing a habitat network for a lowland area in Lombardy, Italy». *Conservation Biology*, 16, p. 826-831.
- BAUDRY, J.; MERRIAM, G. (1988) «Connectivity and connectedness: functional versus structural patterns in landscapes». A: SCHREIBER, K. F. (ed.). *Connectivity in landscape ecology. Proceedings of the 2nd international seminar of the “International association for landscape ecology”*. Münster, Alemania: *Münstersche Geographische Arbeiten*, 29, p. 23-28.
- BELISLE, M.; CLAIR, C. C. S. (2001). «Cumulative effects of barriers on the movements of forest birds». *Conservation Ecology*, 5 (2), p. 9.
- BENNET, G. (1998a). *The Paneuropean Ecological Network. Questions and Answers*, 4. Council of Europe.
- BENNET, A. F. (1998b). *Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- BOADA, M. (1986). *Vertebrats del Montseny*. A: *El patrimoni biològic del Montseny. Catàlegs de flora i fauna, 1*. Barcelona, p. 151-171.
- BOADA, M. (2001). *Manifestacions del canvi ambiental global al Montseny*. Tesi doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Document inèdit.
- BROTONS, LL.; ROSELL, C. (2001). «Identifying asymmetries in landscape uses at different scales by forest birds and mammals: a tool for ecological planning and corridor design». A: MANDER, U.; PRINSMANN, A.; PALANG, H. (ed.). *IALE. European Conference 2001. Development of European Landscapes. Conference proceedings*. Publicatione Institutii Geographici Universitatis Tartuensis, 92, p. 565-566.
- BROTONS, L.; CAMPENY, R.; PLA, M.; ROSELL, C. (2005). *Obtenció de mapes de resistència a la dispersió per als ocells d'espais oberts en el Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures (SITXELL) de les comarques de Barcelona*. Diputació de Bardelona. Document inèdit.
- BROTONS, L.; CAMPENY, R.; PLANAS, V.; ROSELL, C. (2004). *Models per a l'obtenció de mapes de resistència a la dispersió d'ocells forestals en el Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures (SITXELL) de les comarques de Barcelona*. Diputació de Barcelona. Document inèdit.
- CARCELLER, X. (1999). *Directrius estratègiques per al manteniment de les connexions ecològiques i paisatgístiques entre els espais protegits*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Direcció General de Patrimoni Natural i del Medi Físic. Document inèdit.
- CHARDON, J. P.; ADRIAENSEN, F.; MATTHYSEN, E. (2003). «Incorporating landscape elements into a connectivity measure: a case study for the Speckled wood butterfly (*Pararge aegeria* L.)». *Landscape Ecology*, 18, p. 561-573.
- CLERGEAU, P.; BUREL, F. (1997). «The role of spatio-temporal patch connectivity at the landscape level: an example in a bird distribution». *Landscape and Urban Planning*, 38, p. 37-43.
- CLEVENGER, A. P.; WIERZCHOWSKI, J.; CHRUSZCZ B.; GUNSON, K. (2002). «GIS-generated, expert-based models for identifying wildlife habitat linkages and planning mitigation passages». *Conservation Biology*, 16 (2), p. 503-514.

- DIEGO, F.; MARTIN, J.; RIBAS, J. (1994). *Connexions biològiques dels espais d'interès natural del Vallès. Criteris de conservació*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Direcció General de Patrimoni Natural. Document inèdit.
- ESTRADA, J.; PEDROCCHI, V.; BROTONS, L.; HERRANDO, S. (ed.). (2004). *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*. Institut Català d'Ornitologia; Lynx Edicions. Barcelona.
- FAHRIG, L.; MERRIAM, G. (1995). «Conservation in fragmented populations». *Conservation Biology*, 8, p. 50-59.
- FORMAN, R. T. T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge University Press. Nova York, Cambridge.
- FORMAN, R. T. T. (2003). *Land Mosaic for the Greater Barcelona Region*. Barcelona Regional. Barcelona.
- FORMAN, R. T. T.; GORDON, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley, Nova York.
- FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. (2003). *Road Ecology. Science and Solutions*. Island Press. Washington.
- HAAS, C. A. (1995). «Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape». *Conservation Biology*, 9, p. 845-854.
- HALPIN, P. N.; ANDREW, B. G. (2000). «Using GIS to compute a Least-Cost Distance Matrix: A Comparison of Terrestrial and Marine Ecological Applications». A: *Twentieth Annual ESRI User Conference*, Juney 2000.
- IUELL, B.; BEKKER, H.; CUPERUS, R.; DUFEK, J.; HLAVAC, V.; KELLER, V.; ROSELL C.; SANGWINE, T.; TORSLOW, N.; WANDALL, B. (2003) *COST 341. Wildlife ant traffic. A European Handbook for identifying conflicts and designing solutions*. KNNV Publishers.
- LIMPENS, H. J. G. A.; TWISK, P.; VEENBAAS, G. (2005). *Bats and road construction*. Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Institute. Society for the Study and Conservation of Mammals. Delft.
- LINDENMAYER, D. B.; CUNNINGHAM, R. B.; POPE, M. L. (1999). «A large scale experiment to examine the effect of landscape context and habitat fragmentation on mammals». *Biological Conservation*, 88, p. 387-403.
- MALLARACH, J. M.; GERMAIN, J. (ed.) (2006). *Bases per a les directrius de connectivitat ecològica a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- MARULL, J.; MALLARACH, J. M. (2002). «La conectivitat ecològica en el Àrea Metropolitana de Barcelona». *Ecosistemes* 2002/2.
- MARULL, J.; MALLARACH, J. M. (2005). «A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area». *Landscape and Urban Planning*, 71 (2-4), p. 243-262.
- MATTHYSEN, E. (2000). *Evaluation of the corridor function of landscape elements using connectivity models*. University of Antwerp.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- MINUARTIA (2003). *Proposta d'estructuració del mòdul de fauna i connectivitat en el Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures de la província de Barcelona*. Diputació de Barcelona. Document inèdit.
- MINUARTIA (2005a). *Obtenció de mapes de resistència a la dispersió de mamífers dins el mòdul de fauna i connectivitat del SITXELL*. Diputació de Barcelona. Document inèdit.
- MINUARTIA (2005b). *Seguiment de les poblacions d'amfibis al Parc Natural del Montseny*. Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals.
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; PRAT, N. (1998). «QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera». *Tecnología del Agua*, 175, p. 20-37.

- ORDEIX, M.; POU, Q.; SELLARÈS, N. (2006). *Avaluació de la connectivitat per als peixos als rius de Catalunya*. Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis. Agència Catalana de l'Aigua. Document inèdit.
- PASSARELL LAGUNAS, C. (1998). *Estudi per a la definició de la connexió ecològica entre els Parcs Naturals del Montseny i el Corredor-Montnegre*. Document inèdit.
- PIAZZI, A.; COZZOLINO, G. (2004). *An analytical model to assess ecological connections in the ecological network. A landscape perspective on Mediterranean vertebrate ecology*. Montpellier, 25-26 març 2004. Pòster.
- PINO, J.; RODÀ, F.; RIBAS, X.; PONS X. (2000). *Estructura del paisatge i riquesa d'espècie d'ocells. Implicacions per a la conservació en àrees rurals entre parcs naturals*. Document inèdit.
- PINO, J.; RODÀ, F. (2002). *Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures de la província de Barcelona (SITXELL)*. Cartografia bàsica i anàlisi preliminar del paisatge. Diputació de Barcelona. Document inèdit.
- PULLIAM, H. R. (1996). «Sources and sinks: empirical evidence and population consequences». A: RHODES, O. E.; CHESSER, R. K.; SMITH, M. H. (ed.). *Population dynamics in ecological space and time*. University of Chicago Press. Chicago, p. 46-59.
- RICKETTS, T. H. (2001). «The matrix matters: Effective isolation in fragmented landscapes». *American Naturalist* 158 (1), p.87-99.
- ROSELL, C.; PARPAL, J.; CAMPENY, R.; JOVÉ, S.; PASQUINA, A.; VELASCO, J. M. (1997). «Mitigation of barrier effect of transportation infrastructures to wildlife». A: CANTERS (ed.). *Habitat fragmentation and transportation infrastructures. Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructures and the role of ecological infrastructures. 1999*. Maastricht and The Hague, The Netherlands. p. 367-377.
- ROSELL, C.; VELASCO RIVAS, J. (1999) (segona edició, 2001). *Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna*. Documents dels Quaderns