

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
NATURA, ÚS O ABÚS? (2018-2019)

L'aigua, un bé preuat que cal protegir

ANTONI MUNNÉ, NÚRIA BONADA i NARCÍS PRAT

© 2019, Institut d'Estudis Catalans
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

© Dels autors dels articles

Article rebut el febrer de 2018

Text revisat lingüísticament per Roser Carol i Àlvar Valls

ISBN: 978-84-9965-457-7

DOI: 10.2436/15.0110.22.10

L'aigua, un bé preuat que cal protegir

Antoni Munné,¹ Núria Bonada² i Narcís Prat²

1. Departament de Control i Qualitat de les Aigües, Agència Catalana de l'Aigua.
2. Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Universitat de Barcelona.

Article rebut el febrer de 2018.

Sumari

1. UN CANVI DE PARADIGMA EN LA GESTIÓ DE L'AIGUA
2. LES PRINCIPALS PRESSIONS QUE AFECTEN ELS ECOSISTEMES AQUÀTICS A CATALUNYA
 - 2.1. La proliferació d'espècies exòtiques
 - 2.2. Reducció de cabals i alteracions morfològiques de rius i rieres
 - 2.3. Aglomeracions urbanes. El sanejament i la reutilització
 - 2.4. L'activitat agrària. Contaminació difusa (nitrats i plaguicides)
 - 2.5. Contaminants químics prioritaris, emergents, persistents i bioacumulables
 - 2.6. L'eutrofització dels embassaments
 - 2.7. L'elevada pressió sobre les zones humides
 - 2.8. L'alteració del litoral i les aigües costaneres
 - 2.9. La sobreexplotació de les aigües subterrànies
 - 2.10. La salinització del Cardener i del Llobregat
3. ESTAT ACTUAL I PRINCIPALS REPTES

REFERÈNCIES

1. UN CANVI DE PARADIGMA EN LA GESTIÓ DE L'AIGUA

La Directiva marc de l'aigua (2000/60/CE) (en endavant, DMA) va incorporar, a principis del 2000, un nou concepte en la gestió i planificació de l'aigua, amb ambiciosos objectius basats en la protecció i la millora dels ecosistemes aquàtics com a model sostenible de garantia de recurs, tenint en compte també els principis d'eficiència econòmica a través de la recuperació de costos associats als serveis que proveeix l'aigua, sota el principi de «qui contamina paga», i incloent la participació pública en la presa de decisions per a la millora de la governança. La DMA ha incorporat, en un instrument jurídicament vinculant per als estats membres de la Unió Europea (UE), els principis clau per a la gestió integrada de les conques hidrogràfiques, en què s'inclouen també les aigües costaneres i de transició (la demarcació hidrogràfica o districte de conca fluvial). Per primera vegada a Europa es requereix una veritable gestió transfronterera entre pobles, regions i estats que permet una gestió de l'aigua sota criteris homogenis, i això provoca un important esforç de cooperació interregional i internacional per a la concreció d'objectius de qualitat i el consens de programes de seguiment i control per a avaluar correctament l'estat de les masses d'aigua.

La DMA estableix un calendari perquè els estats membres de la UE es dotin dels instruments de cooperació i anàlisi del medi necessaris (avaluació de l'estat de les masses d'aigua, grau de recuperació de costos, etc.), que permetin elaborar els plans hidrològics o plans de gestió de districte de conca fluvial (en endavant, pla de gestió o pla de conca) que haurien d'haver estat publicats per primera vegada (primer cicle de planificació) a finals de 2009 i que cal revisar cada sis anys (2015 i 2021). Aquests plans de conca han de determinar totes les actuacions necessàries dins de la demarcació hidrogràfica per assolir els objectius planificats, havent estat debatuts i analitzats mitjançant processos de participació amb la ciutadania i amb els principals actors i organismes competents i/o implicats, i han de tenir associats els programes de seguiment i control (en endavant, PSiC) que han de permetre avaluar l'estat de les masses d'aigua i la seva evolució.

A Catalunya, el Govern de la Generalitat ha aprovat, fins ara, dos PSiC de les masses d'aigua al districte de conca fluvial de Catalunya (conques internes), un per al període 2007-2012 (ACA, 2008) i un altre (revisió i actualització del primer) per al període 2013-2018 (ACA, 2013a). Els PSiC tenen també una vigència de sis anys per poder adquirir una sèrie de dades significatives i representatives, tenint en compte els

diferents elements de qualitat emprats en la diagnosi ambiental (qualitat biològica, fisicoquímica, hidromorfològica, contaminants químics prioritaris, estat quantitatiu pel que fa a les aigües subterrànies, etc.), que permetin la classificació correcta de l'estat de cada una de les masses d'aigua. D'altra banda, també a Catalunya s'estan duent a terme diversos programes de recerca destinats a incrementar el coneixement per a la correcta valoració de l'estat ecològic dels rius i altres ecosistemes aquàtics: FEHM (<www.ub.edu/fem>), FLUMEN (<www.flumen.upc.edu>), CERM (<mon.uvic.cat/cerm>), etc. Així mateix, administracions locals o supramunicipals, com és el cas de la Diputació de Barcelona, han donat suport durant anys a diversos projectes de seguiment de l'estat dels sistemes aquàtics i programes de recerca associats, la qual cosa ha permès millorar enormement el coneixement en aquest camp a Catalunya (Prat i Rieradevall, 2006). Fruit d'aquesta intensa activitat científica i dels diversos treballs duts a terme a Catalunya, a principi de 2016 es van publicar dos llibres en els quals es recollien un total de vint-i-sis capítols escrits per diversos autors i científics catalans en què es descriu els principals treballs duts a terme a Catalunya en els darrers quinze anys per a dissenyar sistemes de monitoreig eficients destinats a avaluar l'estat dels ecosistemes aquàtics en rius, estanys, zones humides i aigües costaneres i l'estat químic i quantitatiu de les aigües subterrànies (Munné *et al.*, 2016a i 2016b).

2. LES PRINCIPALS PRESSIONS QUE AFECTEN ELS ECOSISTEMES AQUÀTICS A CATALUNYA

D'acord amb l'article 5 de la DMA, els fins ara vint-i-set estats membres de la Unió Europea, més Noruega (país que ha adoptat la DMA sense ser membre de ple dret de la UE), i més concretament, els corresponents organismes de conca o responsables de la gestió i planificació de les 202 demarcacions hidrogràfiques (també anomenades districtes de conca fluvial) (figura 1a), estan requerits a fer una anàlisi de les principals pressions que afecten o poden afectar l'estat de les masses d'aigua i, alhora, determinar el grau d'impacte que provoquen, o poden provocar, aquestes pressions sobre els ecosistemes aquàtics. Aquest és un element essencial per a poder analitzar amb garanties les mesures més apropiades a implantar i, d'aquesta manera, redactar els plans de conca (o plans hidrològics) dins de cada cicle de sis anys, que permeti assolir el bon estat de les masses d'aigua. Així doncs, l'anàlisi de pressions és una eina fonamental

per a valorar i comparar el grau de pressió que suporten els ecosistemes aquàtics en cada demarcació hidrogràfica i vincular-ho amb l'activitat humana (extracció d'aigua, abocaments, activitat industrial o ramadera, generació d'energia, transport fluvial, etc.) duta a terme en cada demarcació.

Aquesta anàlisi de pressions i impactes es coneix, dins la nomenclatura de la DMA, com a document IMPRESS (European Commission, 2003). L'anàlisi IMPRESS aporta informació sobre els possibles problemes que poden afectar les masses d'aigua d'una determinada demarcació hidrogràfica, però no necessàriament aquesta pressió s'ha de traduir en un impacte sobre el medi, ja que la pressió pot ser gestionada adequadament, mitjançant mesures correctores o pal·liatives, i això pot fer que, tot i existir una determinada pressió, l'estat del medi pugui ser bo o molt bo si la gestió que se'n fa és correcta. Naturalment, les mesures aplicades per a pal·liar i corregir els efectes de la pressió tenen un cost que caldrà finançar sota el principi de «qui contamina paga». Els estats membres de la UE han de presentar els documents IMPRESS respectius i les seves successives revisions dos anys abans de l'aprovació de cada cicle de planificació (dos anys abans de cada revisió del pla de conca).

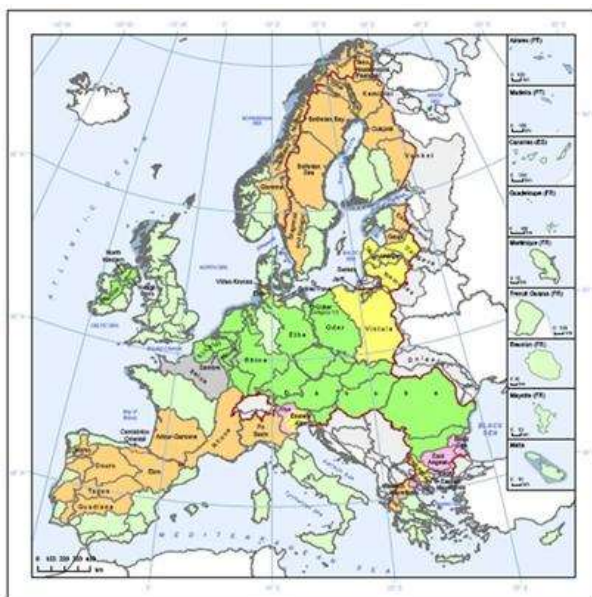


FIGURA 1a. Mapa de demarcacions hidrogràfiques a Europa (2012). Es mostra: en verd intens, les conques internacionals amb acords internacionals vigents, amb sistemes de coordinació actius i que han aprovat un pla de gestió internacional; en taronja, les conques internacionals amb acords internacionals vigents, amb sistemes de coordinació actius, però que no han aprovat un pla de gestió internacional; en groc, les conques internacionals amb acords internacionals vigents, sense sistemes de coordinació actius i sense haver aprovat un pla de gestió internacional, i en rosa, les conques internacionals sense acords

internacionals vigents ni sistemes de coordinació actius i que no han aprovat un pla de gestió internacional. En verd clar es mostren les conques no internacionals.

Font: European Commission, 2012.

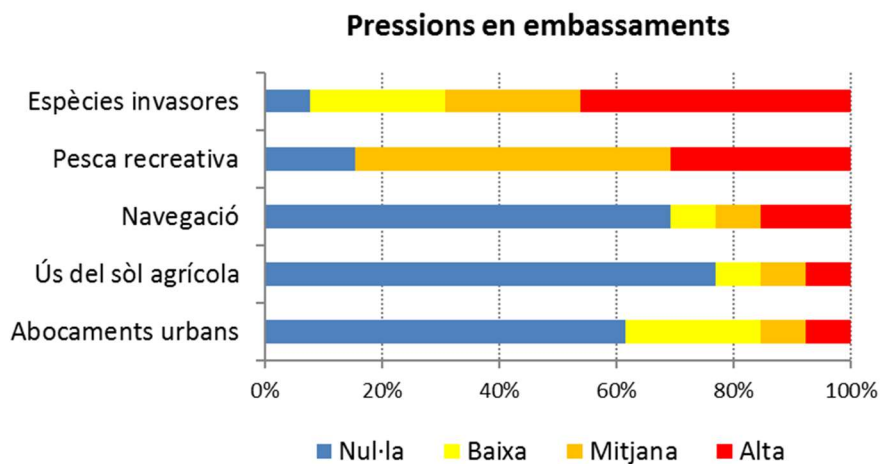
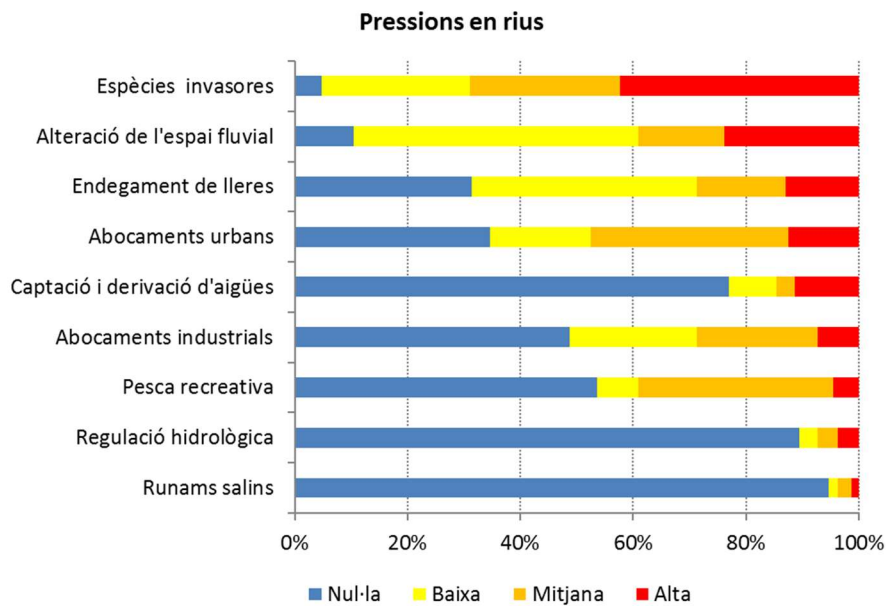


FIGURA 1b. Mapa de demarcacions hidrogràfiques a Catalunya. Es mostra (en fons taronja) el districte de conca fluvial de Catalunya (o conques internes de Catalunya), també amb les aigües costaneres associades, i en fons gris, la part catalana de la demarcació hidrogràfica de l'Ebre, que inclou també la conca de la Garona a Catalunya (que drena cap a França) i la part de la demarcació hidrogràfica del Xúquer (part de la conca de la Sènia) a Catalunya.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

Pel que fa a les conques internes de Catalunya (districte de conca fluvial de Catalunya també anomenat demarcació hidrogràfica de Catalunya) (figura 1b), l'Agència Catalana de l'Aigua ha elaborat el corresponent document IMPRESS (ACA, 2013b). Les pressions més rellevants fruit de l'activitat humana a la conca es resumeixen a la figura 2 per a les diferents categories de massa d'aigua (rius, embassaments, estanys o zones humides, aigües costaneres i aigües subterrànies). S'observa que una de les principals pressions que afecta o pot afectar l'estat dels ecosistemes aquàtics a Catalunya, i que en els darrers anys s'ha incrementat, és la presència d'espècies exòtiques, no pròpies de la regió biogeogràfica on se situa Catalunya, i que poden esdevenir invasores i provocar efectes nocius sobre el funcionament dels ecosistemes i l'activitat econòmica. En la majoria dels casos, aquest increment d'espècies exòtiques i invasores, pròpies d'altres regions biogeogràfiques, es deu, a més d'una especial activitat humana a la zona, al fet que la morfologia i els

hàbitats de molts ecosistemes aquàtics s'han vist seriosament alterats i modificats, fent que les espècies autòctones perdin competitivitat en benefici de les introduïdes (Bonada i Resh, 2013; Marr *et al.*, 2013). Així doncs, aquesta pressió no és res més que el fruit d'altres pressions i de l'alteració i modificació dels ecosistemes que l'activitat humana ha generat.



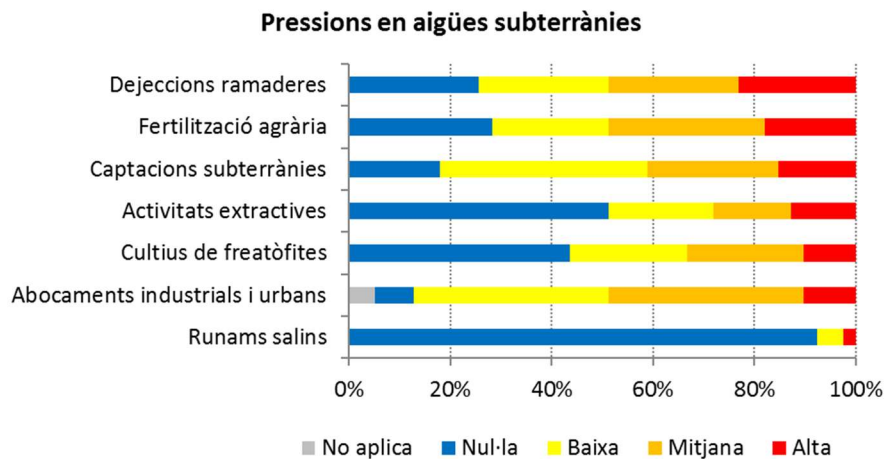
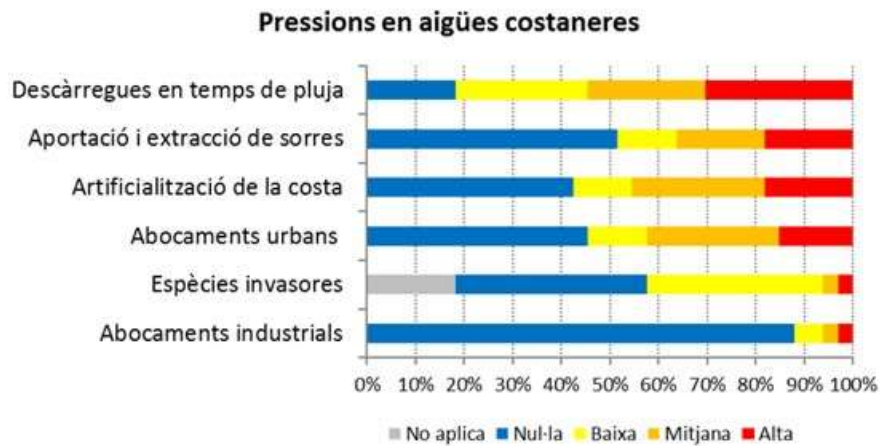
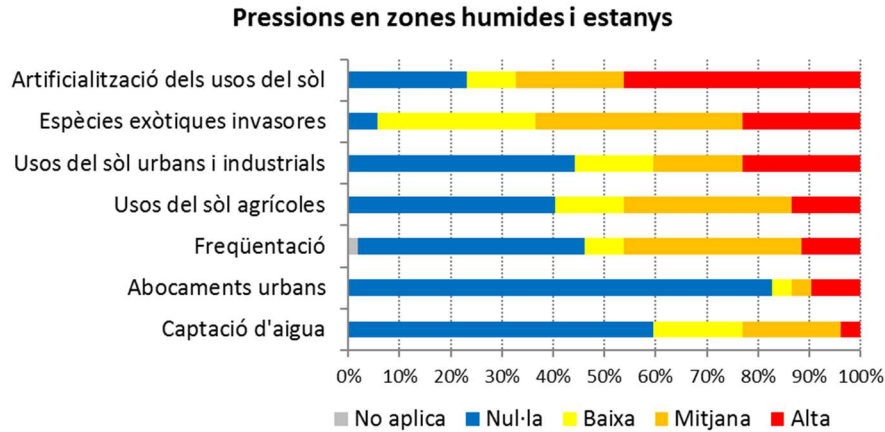


FIGURA 2. Principals pressions identificades als rius, embassaments, zones humides i estanys, aigües costaneres i aigües subterrànies del districte de conca fluvial de Catalunya. Per a cada una de les pressions destacades es mostra el percentatge del nombre de masses d'aigua en què la pressió és «nul·la» o inexistent, el d'aquelles en què la pressió és lleu o «baixa», el d'aquelles en què la pressió és significativa o «mitjana», i finalment, el percentatge de masses d'aigua en què la pressió té un efecte sever i directe sobre la massa d'aigua (alta).

Font: Agència Catalana de l'Aigua (ACA, 2013b).

Entre la resta de pressions que afecten o poden afectar els ecosistemes aquàtics catalans, destaquen, amb més o menys magnitud, les alteracions morfològiques (endegaments i ocupació i alteració de l'espai fluvial i de les conques de drenatge d'estanys i zones humides) i l'alteració del règim de cabals (amb una elevada extracció d'aigua del medi, en un país amb escassa disponibilitat d'aigua i molt variable en el temps), la qual cosa produeix l'alteració de l'hàbitat i de l'ecosistema. Finalment, les pressions per contaminació de l'aigua també juguen un paper important, tot i que cada vegada menys rellevant. La forta inversió en sanejament efectuada a Catalunya en els darrers trenta anys, amb més de 500 M€ invertits, i en l'actualitat amb més de 510 depuradores en marxa, ha fet que la qualitat fisicoquímica de l'aigua hagi millorat substancialment, almenys en els eixos fluvials principals i les aigües costaneres, evidenciant cada vegada més l'alteració morfològica que s'esdevé com a element clau per a permetre recuperar els ecosistemes degradats. També la contaminació d'origen difús, bàsicament fruit de l'activitat agrària (nitrats i plaguicides), però també de les aglomeracions urbanes i industrials, com els compostos químics prioritaris (organoclorats, dissolvents orgànics, metalls pesants) o els contaminants emergents (fàrmacs, productes d'ús domèstic i de cura personal, biocides, etc.), han sorgit com a problema latent que cal solucionar si es vol assolir o sostenir una bona estructura i funcionament dels ecosistemes (Muñoz *et al.*, 2009) i, alhora, el proveïment dels serveis essencials que aquests ecosistemes proporcionen al benestar social i a l'activitat humana.

2.1. La proliferació d'espècies exòtiques

Pel que fa als rius, una de les pressions que més s'ha incrementat en els darrers anys, i que afecta més masses d'aigua en grau mitjà o alt, és la presència d'espècies exòtiques invasores, que arriben a afectar fins a un 69 % de les masses d'aigua dels rius (ACA, 2013b) (figura 2). La millora de la qualitat de l'aigua, junt amb l'encara insuficient qualitat hidromorfològica que es detecta en alguns trams fluvials per l'alteració de cabals i la multitud d'infraestructures que embassen l'aigua i alteren els hàbitats fluvials, ha potenciat la capacitat d'introducció i dispersió d'espècies al·lòctones, que han esdevingut, en alguns casos, invasores (amb efectes nocius sobre el medi i l'activitat econòmica). Actualment, la base de dades EXOAQUA que gestiona

L'Agència Catalana de l'Aigua (<<http://aca-web.gencat.cat>>) ha comptabilitzat un total de 272 espècies exòtiques o translocades detectades en els sistemes aquàtics de Catalunya (taula 1), xifra que lamentablement augmenta any rere any. En determinats trams fluvials, el nombre d'espècies exòtiques presents domina sobre les autòctones, com és el cas dels peixos en gran part dels principals eixos fluvials a Catalunya, i en determinats ambients pràcticament han desaparegut les espècies autòctones (Maceda-Veiga, 2013; Marr *et al.*, 2013). Fruit d'aquesta alteració, s'han iniciat estudis sobre l'impacte d'aquestes espècies en el medi i l'activitat econòmica associada, i sobre l'abast d'aquesta pressió (figura 3).

Alguns d'aquests treballs, com els duts a terme a la conca de l'Ebre respecte al musclo zebra (*Dreissena polymorpha*) (figura 4a), indiquen que els costos associats a l'expansió d'aquest bivalve a la conca superen els onze milions d'euros anuals (Duran *et al.*, 2012) i causen diversos impactes sobre els ecosistemes (Rodríguez-Labajos *et al.*, 2016). La translocació i introducció de peixos en llacs del Pirineu català (Miró i Ventura, 2015), o l'afecció creixent de la cloïssa asiàtica (*Corbicula fluminea*) en diversos trams fluvials (Ferreira-Rodríguez *et al.*, 2016) (figura 4b), el cranc americà (*Procambarus clarkii*), o la creixent expansió del silur (*Silurus glanis*) i altres peixos piscívors altament depredadors, tenen un efecte especial sobre l'estructura i la composició de les comunitats biològiques que habiten els nostres ecosistemes aquàtics (Clavero i García-Berthou, 2005).

La introducció d'espècies foranes i deslocalitzades és fruit de l'alteració dels hàbitats aquàtics i de l'activitat i l'acció humana sobre el medi, que es potenciarà encara més en el futur com a conseqüència del canvi climàtic (Rahel i Olden, 2008; Prat i Munné, 2009), per la qual cosa cal una implicació de les administracions, les empreses i els particulars en el control del comerç i el transport d'espècies de diferents àmbits geogràfics, i una cura especial en la minimització del risc d'introducció i dispersió d'espècies exòtiques fruit de l'activitat humana (pesca esportiva, aquariofilia, etc.). A Catalunya s'estan duent a terme diversos projectes per a avaluar l'impacte d'aquestes espècies exòtiques en els ecosistemes aquàtics i minimitzar-lo. Aquests projectes proporcionen una informació molt valuosa per a la correcta gestió i correcció dels impactes (per exemple, LIFE Potamofauna, LIFE LimnoPirineus, etc.) i impedir-ne la introducció i la proliferació.

TAULA 1. Nombre d'espècies exòtiques detectades als sistemes aquàtics de Catalunya*

	<i>Algues</i>	<i>Invertebrats</i>	<i>Amfibis i rèptils</i>	<i>Peixos</i>	<i>Mamífers</i>	<i>Plantes superiors</i>	<i>Total</i>
Rius	7	8	12	27	2	180	236
Embassaments	3	5	5	20	1	118	152
Estanys	-	2	3	16	-	72	93
Zones humides	-	7	5	14	1	160	187
Estuaris	-	7	1	15	-	106	129
Badies	3	6	-	1	-	-	10
Aigües costaneres	9	8	-	1	-	-	18
Total	17	24	12	32	2	185	272

* La taula comptabilitza les espècies exòtiques, algunes de les quals considerades també invasores, detectades als sistemes aquàtics de Catalunya. S'han agrupat per categoria de massa d'aigua i grup taxonòmic. S'han comptabilitzat les espècies o grups taxonòmics que s'han pogut identificar, i per tant és molt probable que no es tingui un recompte exhaustiu de totes les espècies exòtiques presents als ecosistemes aquàtics catalans, especialment pel que fa als grups de les algues i els invertebrats. No s'han comptabilitzat els ocells. S'han comptabilitzat també espècies translocades (tot i ser presents a Catalunya d'una manera natural, s'han trobat en altres indrets on no es té coneixement de la seva presència natural). Pel que fa a les plantes superiors, s'han comptabilitzat les plantes higròfites, els hidròfites i la vegetació freatòfita més estretament vinculada a sistemes aquàtics.

Font: EXOAQUA (<<http://aca-web.gencat.cat>>).

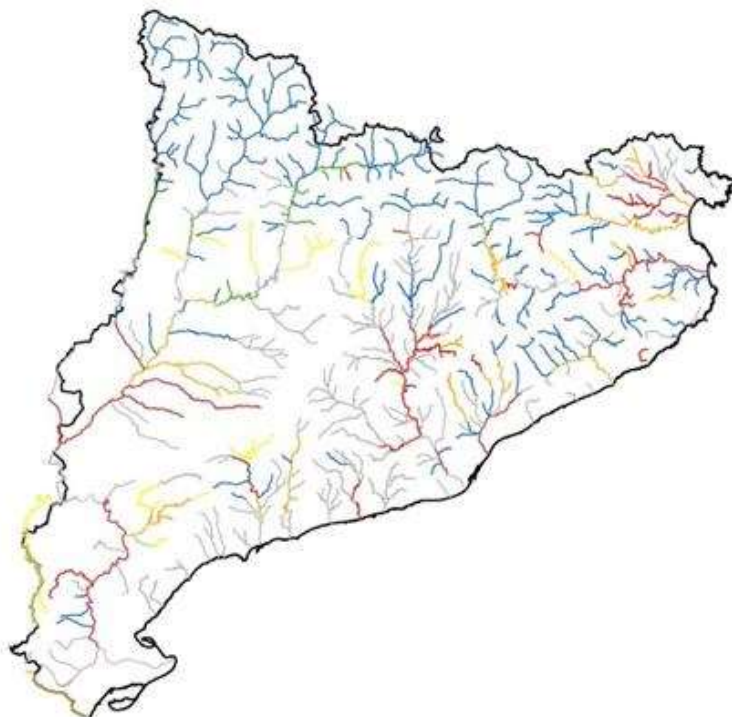


FIGURA 3. Resultat de l'aplicació de l'índex de biopol·lució IBPR als rius de Catalunya. L'índex IBPR té en compte el nombre d'espècies invasores detectades, la seva capacitat de dispersió i el grau d'impacte o risc sobre l'ecosistema.

Font: Rodríguez-Labajos *et al.*, 2016.



FIGURA 4a. Exemplars de musclo zebra (*Dreissena polymorpha*) presents a la paret de la presa de la Baells. Aquesta espècie es troba actualment a la Baells (Llobregat) i al tram del riu Ebre a Catalunya, especialment als embassaments de Riba-roja i de Mequinensa.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.



FIGURA 4b. Exemplars de cloïssa asiàtica (*Corbicula fluminea*) present en una gran part dels trams baixos dels rius catalans. La seva dispersió ha anat augmentant en els darrers anys als trams finals dels principals rius catalans (Ter, Llobregat, Ebre, etc.), i també s'ha detectat incipientment a l'estany de Banyoles, on s'estan duent a terme accions d'erradicació i control per part del Consorci de l'Estany.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

2.2. Reducció de cabals i alteracions morfològiques de rius i rieres

L'alteració de la qualitat morfològica en diverses masses d'aigua a Catalunya condiona en gran mesura l'assoliment del bon estat i el funcionament correcte dels ecosistemes aquàtics. Dels tres elements dels quals la DMA requereix l'anàlisi per a determinar l'estat ecològic dels rius (condicions morfològiques, alteració de cabals i connectivitat), les condicions morfològiques són les que comprenen un nombre més gran de masses d'aigua amb qualitat inferior a bona (un 54 %), segons dades de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA, 2013c), reflectint així els problemes d'ocupació dels marges dels rius i de l'espai fluvial, la pèrdua de riberes i de diversitat d'hàbitats i les alteracions importants de la morfologia a causa d'endegaments i modificació del curs. Les zones més afectades per aquestes modificacions són el tram baix de la Muga, el tram final del Ter, el Daró, la desembocadura de la Tordera, el Besòs, el Llobregat al seu pas per l'àmbit d'influència de l'Àrea Metropolitana de Barcelona i el tram baix del Francolí a Tarragona.

La forta ocupació de les planes fluvials, originàriament dominades pels boscos de ribera, afecta greument l'equilibri dels ecosistemes fluvials i, alhora, incrementa el risc i els danys en episodis d'inundació (Anderson *et al.*, 2006).

Per minimitzar aquesta afecció, les autoritats encarregades de la gestió de les conques estan cridades a delimitar les zones inundables i a definir actuacions de protecció contra les inundacions a les zones on els usos i les activitats humanes consolidades ho requereixin (Directiva 2007/60/CE). Les principals mesures que cal dur a terme són la zonificació de l'espai fluvial de la xarxa principal catalana, la delimitació de zones potencialment inundables de la xarxa segons la magnitud i la intensitat de les crescudes, l'inventari de cons de dejecció i zones de concentració immediata de cabals en crescuda, la millora de la funcionalitat hidràulica mitjançant actuacions de manteniment i rehabilitació de lleres i zones d'expansió i retenció de crescudes, i actuacions de protecció de les ocupacions consolidades en l'espai fluvial compatible amb el funcionament hidromorfològic del riu. Els llits dels cursos fluvials, les ribes i les riberes estan sotmesos a diferents tipus d'alteracions a causa de les activitats humanes (Stella *et al.*, 2013). Com a conseqüència, els boscos de ribera han minvat en extensió i se n'ha alterat l'estructura i la complexitat, i així han perdut gran part de les seves capacitats funcionals (retenció i alentiment de crescudes, autodepuració i filtre de la contaminació difusa, catalitzador en la dinàmica de nutrients, proveïdor d'hàbitat, etc.).

És necessari vetllar per la conservació i la recuperació de la funcionalitat de les riberes a partir de la reordenació i gestió d'activitats i usos, amb mesures com la recuperació i millora de la vegetació autòctona de ribera, l'eliminació i reducció progressiva de les espècies exòtiques i invasores que dominen una gran part dels espais marginals o degradats i la recuperació de la naturalitat de les lleres i del transport de sediments.

Les alteracions del règim hidrològic per extraccions, derivacions i/o regulació de cabals per als diferents usos provoquen una qualitat inferior a bona en un 17 % de les masses d'aigua a Catalunya, segons dades de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA, 2013c). Tot i que el percentatge de masses d'aigua amb baixa qualitat és inferior, els efectes d'aquesta alteració sobre l'estat ecològic són més grans perquè els cabals circulants condicionen directament la qualitat fisicoquímica de l'aigua i les comunitats biològiques. Per tant, l'escàs cabal circulant i l'alteració del règim hidrològic, com a conseqüència de l'elevat nombre de detraccions i derivacions de cabal, han estat identificats com uns dels principals problemes a Catalunya per aconseguir el bon estat dels rius. Els trams de riu amb el règim hidrològic més alterat són els que pateixen la regulació de cabals per permetre l'ús de l'aigua per a l'abastament, la indústria o el regadiu: la Muga des de la presa de Boadella fins al mar, el Ter des del Pasteral fins al

mar, el Gaià des de la presa del Catllar fins al mar, el Riudecanyes des de la presa fins al mar, el Siurana des de la presa i derivació de cabals al Riudecanyes, o el Foix des de la presa fins al mar.

D'altra banda, els usos no consumptius relacionats amb la producció elèctrica, tot i que no alteren el balanç de recursos —ja que no consumeixen aigua, sinó que la deriven lateralment al riu fins a retornar-la uns quants quilòmetres aigües avall—, dificulten enormement la continuïtat fluvial i l'assoliment del bon estat ecològic (figura 5). Els trams més afectats per la manca de cabals de manteniment per derivació de cabals per a ús hidroelèctric són l'alt i baix Ter, el Fluvià, l'alt i mitjà Llobregat i Cardener, el Segre i les Nogueres Pallaresa i Ribagorçana.

Per posar un exemple, les vuitanta-una centrals hidroelèctriques existents a la conca mitjana i alta del riu Llobregat turbinen de l'ordre de catorze vegades les aportacions mitjanes del riu (aigua que passa pels canals i no pel riu), i en el tram superior del Ter únicament un 7 % dels seus 208 km mostra un règim de cabals circulants sense alterar (on tota l'aigua passa pel riu). Els impactes sobre els trams amb pressió elevada són significatius i visibles (trams llargs de rius completament secs o amb basses desconnectades), i alteren significativament l'estructura de les comunitats biològiques pròpies dels ecosistemes fluvials (Benejam, *et al.*, 2016).

L'eina de gestió per a la minimització de l'alteració del règim hidrològic és l'establiment i implantació de règims de cabals de manteniment o cabals ecològics, i també cabals de crescuda (o cabals generadors) que reproduïxin, en la mesura del possible, el règim natural de cabals. A Catalunya s'han fet estudis d'implantació de cabals ecològics en els quals s'identifiquen els beneficis ambientals i el proveïment de serveis que proporcionen els cabals ecològics alliberats al riu en contraposició a les pèrdues de producció hidroelèctrica (Bardina *et al.*, 2016). Cal, doncs, una política d'implantació progressiva de cabals ecològics que permeti la connectivitat fluvial i els hàbitats adequats per sostenir una adequada estructura de les comunitats biològiques que habiten o habitarien els cursos fluvials. En aquest sentit, el Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya (Decret 1/2017) preveu la implantació de cabals ecològics a tots els cursos fluvials declarats massa d'aigua a partir de l'1 de juny de 2018 per a trams protegits i de l'1 de juny de 2020 per a la resta de trams fluvials.

Cal tenir en compte també que una gran part dels rius catalans estan sotmesos a un règim hidrològic mediterrani, i això suposa que, d'una manera natural, redueixen significativament el cabal durant els mesos d'estiu fins al punt de tornar-se rius

intermitents o fins i tot efímers. En aquestes condicions, l'avaluació de l'estat ecològic esdevé més problemàtica, atès que durant els mesos de sequera i just després de les primeres pluges les comunitats d'organismes se simplifiquen o desapareixen (Cid *et al.*, 2017). Tanmateix, molts d'aquests rius intermitents també pateixen alteracions hidromorfològiques que els transformen en permanents i, d'altra banda, hi ha rius permanents que s'estan tornant intermitents a causa d'alteracions hidromorfològiques. En aquests casos, es fa necessari determinar l'estat hidrològic del riu (és a dir, saber si està alterat o no hidrològicament) abans d'avaluar-ne l'estat ecològic. El programari TREHS (*Temporary Rivers Ecological and Hydrological Status*) (Gallart *et al.*, 2017) desenvolupat en el marc del projecte LIFE+ TRivers (<www.lifetrivers.eu>), és una eina que permet avaluar l'estat hidrològic i ecològic dels rius intermitents de Catalunya.

Finalment, el tercer element, la continuïtat fluvial, mostra una qualitat inferior a bona en un 13 % de les masses d'aigua per la presència de barreres a la continuïtat longitudinal dels rius, segons dades aportades per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA, 2013c). Als rius de Catalunya hi ha més de 900 obstacles a les migracions dels peixos (considerant únicament preses, rescloses i estacions d'aforament). Una part important, més de 800, són rescloses de derivació o extracció d'aigua (< 15 m d'alçada), i de la resta, 50 són grans preses (> 15 m d'alçada), bàsicament per a la regulació de cabals, i 97 són estacions d'aforament o infraestructures de gestió de cabals. Es reparteixen per totes les conques fluvials del país, però només la del riu Llobregat (amb unes 250 infraestructures), la del Ter (amb 165) i la del Besòs (amb 151) n'acullen dues tercers parts, el 66 % del total (figura 6).

En aquest cens encara faltaria afegir-hi altres elements que alteren substancialment la connectivitat longitudinal dels rius, com ara les travesses, les sabates i fonaments de ponts i viaductes que creuen els rius (algunes acaben funcionant com a veritables barreres fluvials), etc. Moltes d'aquestes infraestructures tenen, en funcionament o en procés de construcció, sistemes de permeabilització com ara escales o rampes de peixos, adequació d'estacions d'aforament, etc. Sigui com sigui, de les més de 900 infraestructures inventariades a Catalunya, un 58 % han estat declarades infranquejables per a la població piscícola (utilitzant l'índex ICF: Solà *et al.*, 2011), i un 32 % encara no han pogut ser valorades (ACA, 2013c).



FIGURA 5. Resclosa situada al riu Fluvià, a Serinyà. En molts casos, aquestes infraestructures interrompen completament la continuïtat i la connectivitat fluvial i alteren el règim de cabals i la funcionalitat de l'ecosistema.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

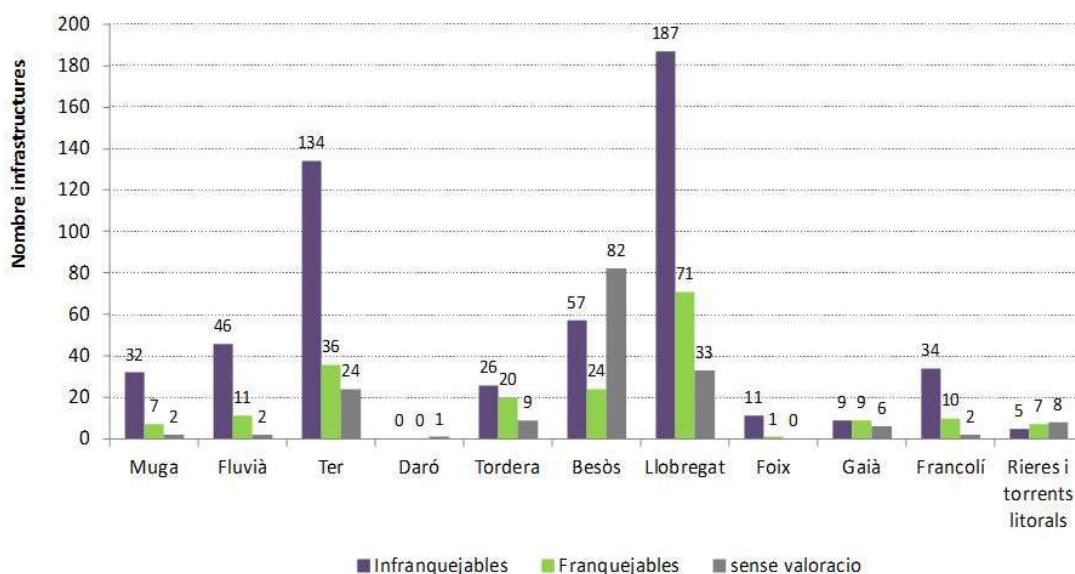


FIGURA 6. Nombre de rescloses i preses inventariades per a cada conca al districte de conca fluvial de Catalunya. Es diferencien per la seva capacitat de ser franquejades, o no, per la població de peixos pròpia de la zona.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

L'existència de rius amb una connectivitat insuficient es considera una de les causes principals del declivi de moltes espècies de peixos de les aigües continentals ibèriques

(Clavero *et al.*, 2004; Maceda-Veiga, 2013). La connectivitat és necessària per a poder restaurar el poblament natural dels peixos i altres organismes aquàtics d'un riu, atès que els permet efectuar els moviments estacionals —les migracions pròpiament dites— per arribar als ambients adequats per a reproduir-se o alimentar-se. Per fer compatibles els usos de l'aigua amb el manteniment de la necessària continuïtat fluvial, cal dur a terme mesures com eliminar les infraestructures que ja no tinguin cap ús o fer permeables les barreres encara en ús que impedeixen el moviment dels peixos i d'altres animals riu amunt i riu avall, especialment en trams de rius considerats prioritaris per la seva rellevància en la migració de les espècies de peixos autòctones.

2.3. Aglomeracions urbanes. El sanejament i la reutilització

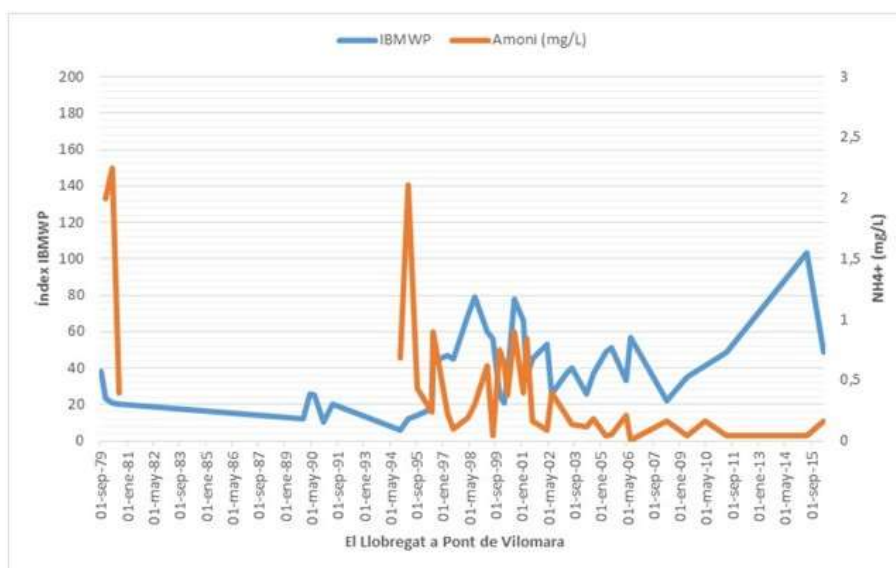
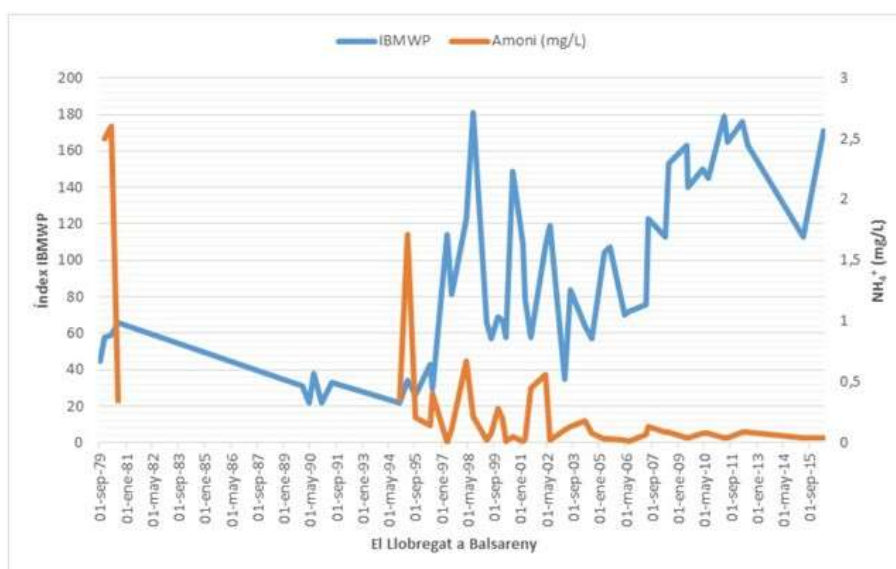
Catalunya té una elevada densitat de població, especialment concentrada al llarg de la zona més propera a la costa. El districte de conca fluvial de Catalunya (o conques internes de Catalunya) (figura 1b) té una de les densitats de població més altes d'Europa. Segons dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) (<<https://www.idescat.cat/>>), Catalunya, amb 32.108 km² de superfície, acull actualment 7,523 milions d'habitants, un 92 % dels quals viu al districte de conca fluvial de Catalunya, que representa el 52 % del territori, mentre que el 8 % restant habita les conques catalanes de l'Ebre, el Xúquer i la Garona, que representen el 48 % de la superfície del país. Així doncs, la densitat de població es decanta clarament cap al districte de conca fluvial, amb una densitat poblacional al voltant dels 415 habitants per km², comparable i fins i tot superant la densitat de zones fortament poblades a Europa, com Holanda o Bèlgica (amb 414 i 355 hab./km², respectivament), i molt per sobre d'altres demarcacions hidrogràfiques situades a Alemanya, Itàlia, França o a l'Estat espanyol, amb densitats que es mouen majoritàriament entre els 200 i per sota dels 100 hab./km². A tall d'exemple, la densitat de població de la conca de l'Ebre no arriba als 30 hab./km², més de deu vegades inferior a la de les conques internes de Catalunya. Alhora, cal tenir present que, juntament amb aquesta elevada densitat de població, la demarcació hidrogràfica de Catalunya se situa en una franja de clara influència mediterrània, amb estius secs i, en general, una pluviometria escassa (al voltant dels 600 l/m²), tot i que amb una elevada variabilitat espacial (des de 350 a la plana de Lleida fins a 1.200 l/m² al Pirineu i a la Garrotxa), i en molts casos concentrada en períodes

curts i puntuals en el temps, deixant llargs períodes amb escassos cabals circulants, especialment a la Catalunya central, la plana de Lleida i el litoral més meridional. Aquesta elevada densitat de població, de les més altes a Europa, conjuntament amb l'escassetat d'aigua al medi, de les més baixes en l'àmbit europeu, confereixen al districte de conca fluvial de Catalunya una elevada vulnerabilitat respecte a l'activitat humana i els abocaments de les aigües residuals un cop usades, vulnerabilitat que cal pal·liar amb estrictes sistemes de tractament abans de ser abocades al medi i amb el foment de la reutilització de l'aigua depurada.

Actualment existeixen a Catalunya més de 510 depuradores en servei que tracten uns 627 hm³ d'aigua residual a l'any (superior a l'aigua que descarregarien d'una manera natural al mar el Ter o el Llobregat en un any) i que correspon al 97 % de l'aigua residual de la població del territori, més la càrrega industrial associada (l'equivalent a 9,8 milions d'habitants). El tractament a través de les depuradores d'aigües residuals urbanes permet retirar una gran part de la càrrega orgànica que s'abocaria al medi, raó per la qual la qualitat dels sistemes aquàtics ha anat millorant en els darrers anys (figura 7).

Els sistemes de tractament en servei a Catalunya eviten l'entrada al medi de més de 200.000 tones de DBO₅ a l'any (sistema per comptabilitzar la quantitat de matèria orgànica a través de la seva capacitat de ser oxidada i valorada segons el consum d'oxigen en la seva oxidació), unes 18.400 tones de nitrogen i fins a 4.600 tones de fòsfor. Això representa un rendiment de sanejament al voltant del 94 % de reducció de la càrrega orgànica abocada (DBO₅), i per sobre del 70 % de reducció de nitrogen i fòsfor (nutrients) que serien abocats per les diferents aglomeracions urbanes i la seva activitat associada. Són uns rendiments realment elevats si es comparen amb els d'altres països europeus o amb els de les conques veïnes. La quantitat total de matèria orgànica aportada al medi (després del sanejament) és d'unes 7.000 tones de DBO₅, i els nutrients aportats es quantifiquen en unes 7.500 tones de nitrogen i 1.200 tones de fòsfor anuals. Aquestes aportacions podrien quedar diluïdes i integrades al medi si s'aboquessin d'una manera dispersa i en sistemes suficientment cabalosos, com passa a molts indrets centreeuropeus, però en el cas de Catalunya, i especialment al districte de conca fluvial (conques internes), els escassos cabals circulants i la concentració d'aquests abocaments en determinats punts amb manca de dilució fan que es detectin problemes d'eutrofització i manca de qualitat en determinades zones, i això fa que es requereixin sistemes de tractament més sofisticats i avançats i una cura especial en la

integració de l'efluent depurat al medi natural. Alhora, els anys més secs evidencien i agreugen, en algunes zones, aquest efecte. Una trentena de trams fluvials (un 12 % de les masses d'aigua), amb un escàs cabal circulant i una elevada càrrega urbana abocada, tot i tenir un sistema de sanejament acordat a les normatives europees de principis dels anys noranta (Directiva 91/271/EC), presenten signes d'alteració (figura 8) (ACA 2013b), i per això, en determinats casos, caldran sistemes de tractament més sofisticats i exigents.



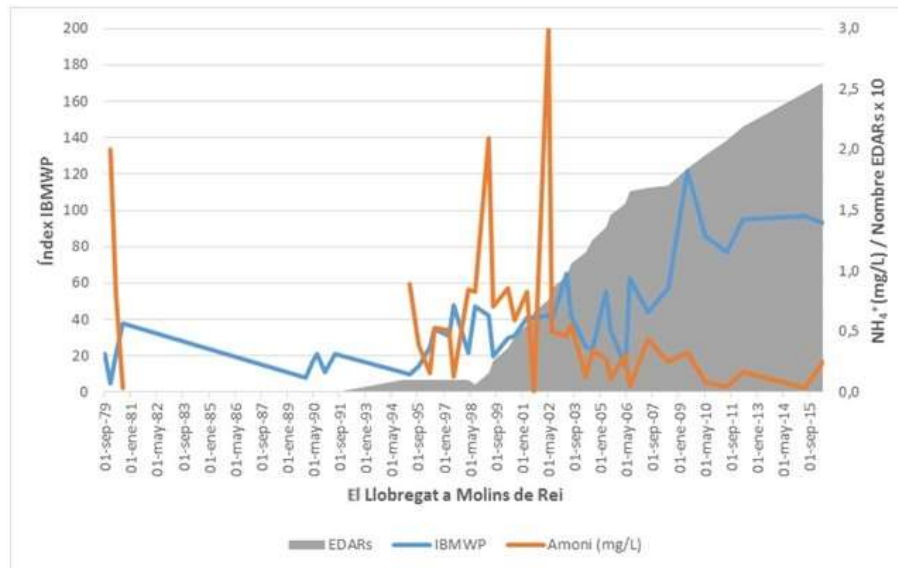


FIGURA 7. Evolució de la concentració d'amoni dissolt a l'aigua (línia taronja) i índex de qualitat biològica IBMWP (línia blava) en tres trams del riu Llobregat: a Balsareny (just abans de l'activitat minera del Bages), al Pont de Vilomara (per sota de l'activitat minera del Bages, però encara abans de la zona fortament urbanitzada i industrial del Baix Llobregat), i a Molins de Rei (zona afectada per la forta densitat urbana i industrial del Baix Llobregat, el Bages i l'Anoia. En el darrer gràfic (El Llobregat a Molins de Rei) es mostra també l'evolució de les estacions depuradores (EDAR) posades en servei.

Font dades amoni i índex IBMWP: Grup de recerca FEM (UB).

Font dades EDAR: Agència Catalana de l'Aigua.

Una de les solucions per minimitzar els abocaments sobre lleres sense pràcticament capacitat de dilució és reutilitzar l'aigua residual generada; així es redueix l'abocament i també l'extracció d'aigua del medi. La reutilització de l'aigua sanejada a les depuradores constitueix un recurs estratègic que en el futur ha de ser un element clau per a la millora de la disponibilitat del recurs i de l'estat de les masses d'aigua. Actualment, es tracta d'una font complementària, encara incipient i residual d'acord amb el seu potencial, fonamentalment pel seu cost econòmic i la complexitat de la tramitació i la gestió respecte a d'altres fonts d'aigua «tradicionals». Aquests inconvenients són principalment deguts al fet que no s'internalitza la totalitat dels costos ambientals que produeixen determinats usos «tradicionals» de l'aigua, i també a la complexitat tarifària dels usos de l'aigua que condicionen i que, en alguns casos, poden penalitzar l'ús d'aigua reutilitzada o regenerada. En els darrers anys, les aportacions d'aigua reutilitzada al conjunt de volums servits a Catalunya han experimentat una reducció significativa, especialment després de la sequera de 2007-2008, període en el qual es va arribar a un volum total d'ús d'aigua regenerada o

reutilitzada superior als 54 hm³/any. Actualment el volum d'aigua reutilitzada és d'uns 26,5 hm³ anuals, que representen el 2,5 % de la demanda d'aigua al districte de conca fluvial de Catalunya. Aquesta quantitat hauria d'augmentar per fer més eficients els usos de l'aigua en un país on l'elevada densitat demogràfica i la reduïda i variable pluviometria constitueixen un binomi que compromet la compatibilitat dels usos amb la preservació dels ecosistemes aquàtics en bon estat. El Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya, aprovat pel Govern de la Generalitat (Decret 1/2017), pretén assolir, i sobretot consolidar, el volum d'aigua reutilitzada al voltant dels 50 hm³/any per al 2021 mitjançant ajudes i subvencions per valor de cinc milions d'euros. De tota manera, estudis efectuats per l'ACA situen el sostre potencial de reutilització d'aigua a Catalunya entre els 150 i els 200 hm³/any (iagua: <<https://www.iagua.es/blogs/terraqui/gran-potencial-aprovechar-reutilizacion-aguas-regeneradas-cataluna>>), de manera que es podria arribar a satisfer entre el 15 i el 20 % de la demanda d'aigua al districte amb aigua regenerada i reutilitzada directament.

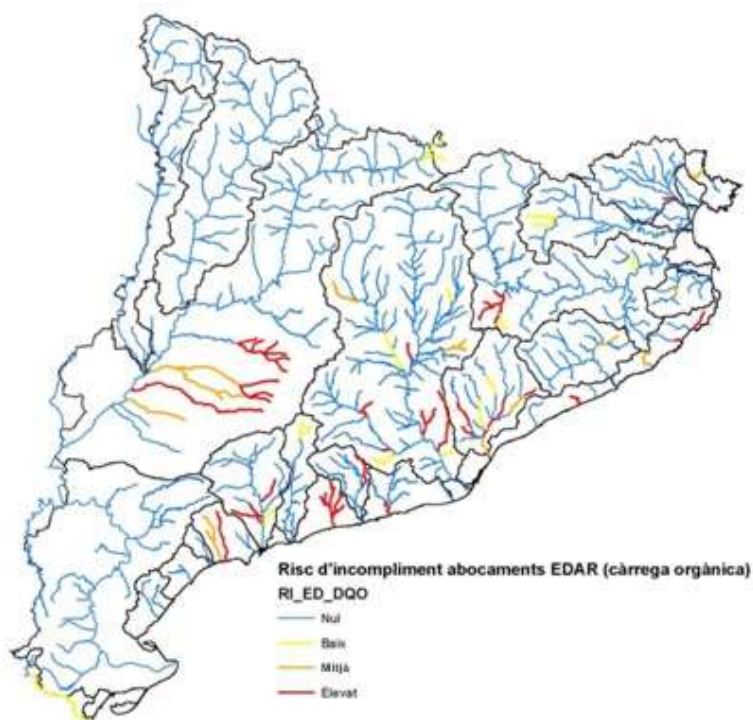


FIGURA 8. Mapa de les masses d'aigua (rius) amb possible risc per l'elevada pressió urbana i escàs cabal capaç de diluir els abocaments tot i complir amb els estàndards europeus de sanejament urbà. S'indiquen les masses d'aigua en blau quan el risc és pràcticament nul, en groc quan és baix, en taronja quan és mitjà i en vermell quan el risc és elevat.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

2.4. L'activitat agrària. Contaminació difusa (nitrats i plaguicides)

La presència de compostos nitrogenats (especialment nitrats) és un dels problemes més significatius de contaminació difusa que pateixen les aigües subterrànies a Catalunya. El 50 % de les masses d'aquestes aigües s'han declarat en mal estat químic, i d'aquestes, el 83 % (la gran majoria) s'ha diagnosticat en mal estat per excés de nitrats (concentracions per sobre de 50 mg/L) (dades disponibles al web de l'ACA). Així doncs, l'excés de nitrats provoca el mal estat en un 41 % de les masses d'aigua subterrànies a Catalunya (figura 9). Les més afectades es concentren a la plana de Vic (Osona), el Pla de l'Estany, la Selva, l'Empordà, el Maresme, el Garraf, el Baix Penedès, el Tarragonès, l'Alt Camp, la Conca de Barberà, la Segarra, les Garrigues, l'Urgell, el Baix Ebre i el Montsià. Alhora, tot i no presentar grans aquífers, es detecten afeccions per excés de nitrats en aigües subterrànies (pous i petits aquífers) i també en aigües superficials (rius) a la Catalunya central (Solsonès i Berguedà) i especialment a la plana d'Urgell (Segrià, Pla d'Urgell i sud de la Noguera).

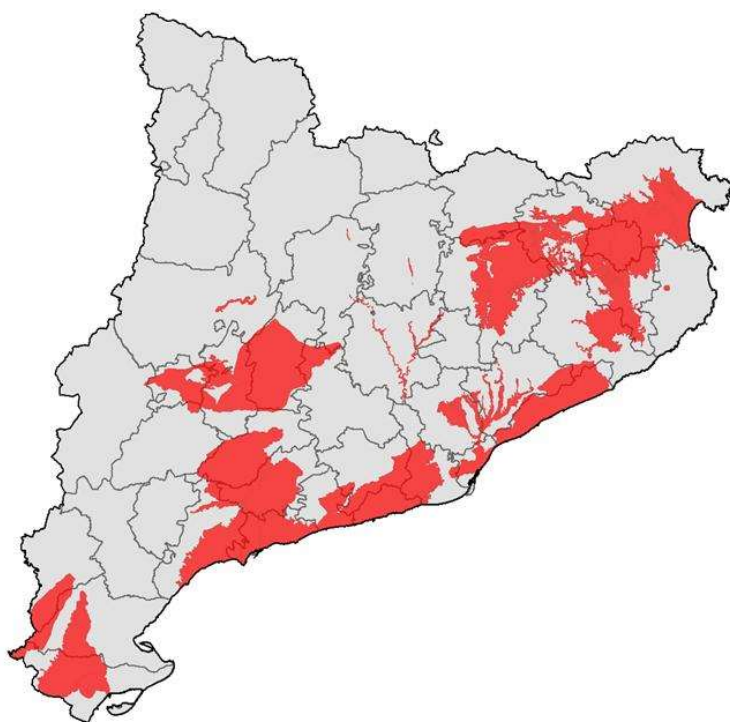


FIGURA 9. Situació de les masses d'aigua subterrànies de Catalunya en mal estat (en vermell) a causa de la presència de nitrats (valors superiors a 50 mg/L).

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

La recuperació d'aqüífers contaminats és difícil a curt termini i requereix un gran esforç de tots els sectors, especialment dels productors ramaders en zones d'elevada densitat d'explotacions (on es fa difícil gestionar l'excés de nitrogen excretat per les explotacions ramaderes) i de les administracions implicades, com ara l'Agència Catalana de l'Aigua, el Departament de Salut, la Direcció General de Qualitat Ambiental, l'Agència de Residus de Catalunya i molt especialment el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, que té atribuïdes les competències i les funcions de control, regulació i gestió de l'activitat ramadera i agrícola.

Sense menysprear les possibles implicacions mediambientals, les principals repercussions de l'excés de nitrats al medi afecten principalment l'ús d'aigua per a l'abastament humà. En aquest sentit, cal tenir present que el 70 % del territori de Catalunya depèn, en major o menor grau, de les aigües subterrànies per al seu abastament urbà (el 35 % en termes de volum d'aigua). El problema és especialment greu en aquells municipis, majoritàriament de l'interior, que no disposen de cap font d'abastament alternativa als recursos subterranis. Les aigües subterrànies tenen la virtut de ser presents en àmplies zones de Catalunya i permeten l'emmagatzematge d'aigua (similar al que fan els embassaments) per a pal·liar la forta variabilitat climàtica i, per tant, permetre l'abastament a nombrosos petits nuclis urbans i a activitats rurals. A través de les anàlisis fetes per l'Agència de Salut Pública de Catalunya (Departament de Salut, dades fins a 2014) i de les dades obtingudes de les xarxes de control de l'ACA, s'han detectat 139 municipis (un 14 % dels municipis de Catalunya) amb concentracions elevades de nitrats a la xarxa d'abastament d'aigua potable que han obligat a clausurar alguns pous, invertir en nous sondejors i pous, connectar-se a altres xarxes d'abastament i/o tractar les aigües per disposar d'aigua potable amb concentracions inferiors als 50 mg/L de nitrats. Aquests municipis solen situar-se en zones on existeix una activitat agrària significativa (la Catalunya central, l'Empordà, la plana d'Urgell, etc.).

Actualment (dades de 2015), el Departament de Salut té identificades al voltant de 65 zones amb excés de nitrats a les xarxes d'abastament que afecten un total aproximat de 23.100 habitants. Són zones per a les quals cal trobar una solució. El Pla d'abastament d'aigua de Catalunya (dades de 2002) estimava entre 25 i 35 hm³ el volum d'aigua destinada a ús de boca compromesa (i per tant, no utilitzable) per excés de concentració de nitrats (amb valors superiors a 50 mg/L).

S'ha analitzat el possible origen del nitrogen a l'aigua subterrània de Catalunya a través d'un projecte de col·laboració entre l'empresa TRAGSATEC i l'Institut d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient de la Universitat Politècnica de València, amb fons de la Subdirecció General de Planificació i Ús Sostenible de la DGA del MARM (2014). Aquests treballs (model matemàtic PATRICAL) van ser desenvolupats amb l'objectiu de reproduir la concentració de nitrats d'origen agrari i simular diferents escenaris a fi de conèixer l'evolució futura en les masses d'aigua subterrànies. El model de simulació utilitza el balanç d'entrades i sortides de nitrogen en sòl a escala municipal, que proporciona com a resultat l'excés de nitrogen també en aquesta escala (figura 10). Les entrades de nitrogen al sòl procedeixen principalment de l'agricultura i la ramaderia, però també s'han considerat altres fonts, com l'abocament urbà (tot i que el 97 % de la població disposa de sistemes de sanejament), la deposició atmosfèrica, la fixació biològica i les aigües de reg. Les sortides de nitrogen corresponen a la incorporació als conreus de la zona (ús com a fertilitzants), a la volatilització i a la desnitrificació (transformació de nitrat a nitrogen gas a partir de processos biològics naturals que es donen al sòl). Les dades del balanç mostren que un 69,3 % dels municipis presenten excedents de nitrogen d'origen agrari; d'aquests, un 47,9 % assoleixen excedents superiors a deu tones anuals, valor en què se situa la mediana, i un 26,9 % presenten valors superiors a 50 t/any de nitrogen, que correspon al percentil 75 de les dades. Aquestes dades posen de manifest que, en determinats indrets, la generació de nitrogen d'origen agrari excedeix la capacitat d'assimilació a la mateixa zona, raó per la qual l'excés de producció ha de ser tractat i/o transportat a altres indrets deficitaris amb el corresponent cost que això comporta, cost financer si és tractat o transportat, o cost ambiental si és abocat a la mateixa zona on es produeix l'excés (mal estat de les aigües subterrànies, pèrdua de recurs, etc.).

Tenint en compte les dades del Departament d'Agricultura de l'any 2013, a Catalunya es generen unes 91.156 tones de nitrogen orgànic a l'any d'origen ramader, xifra que representa gairebé quatre vegades més (un 70 % més) que el nitrogen que pot generar la població de Catalunya (27.634 tones de nitrogen anuals, que posteriorment passen per un sistema de tractament i depuració abans de ser abocats al medi).

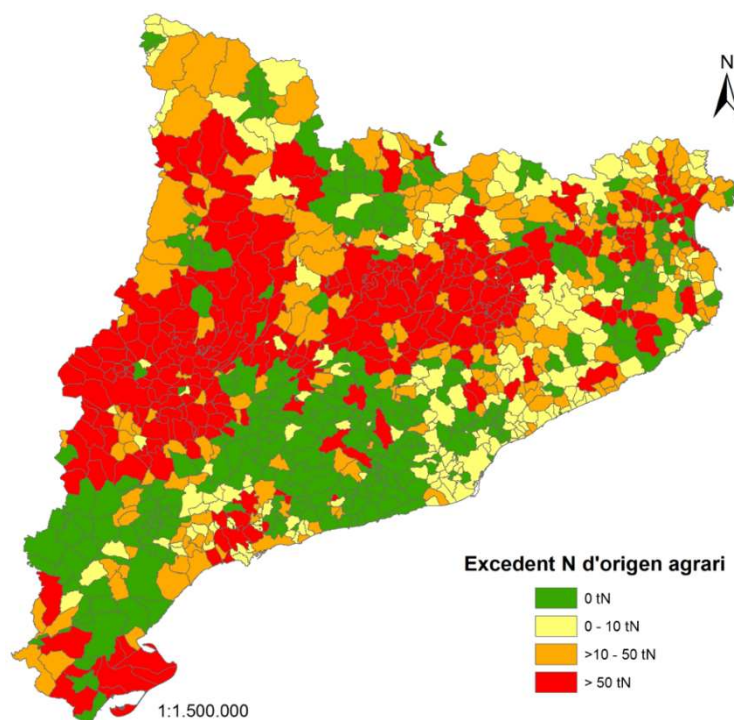


FIGURA 10. Excedents de nitrogen d'origen agrari (tones/any) a escala municipal segons el model emprat per l'Agència Catalana de l'Aigua (model PATRICAL). El balanç de nitrogen es calcula tenint en compte les entrades de nitrogen per excedents fruit de l'activitat ramadera de la zona, més les aportacions per fertilitzants i aportació atmosfèrica i fixació al sòl, i les sortides per consum de les plantacions, la lixiviació i els processos de desnitrificació produïts en el sòl.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

2.5. Contaminants químics prioritaris, emergents, persistents i bioacumulables

Des de fa uns quants anys, i a mesura que s'han anat concretant i definint noves tècniques analítiques que han permès detectar compostos a concentracions molt baixes, han anat apareixent els anomenats nous contaminants o contaminants emergents, amb efectes nocius sobre la salut humana o el medi ambient. Són emergents perquè s'han detectat als darrers anys i/o el seu ús és recent, i contaminants perquè se'ls atribueix, en major o menor mesura, un efecte sobre el medi a partir de tests de toxicitat i anàlisis de risc. Aquests compostos han anat apareixent al llarg del temps a mesura que l'home requeria nous productes químics i fàrmacs per a satisfer la seva activitat econòmica (plaguicides, biocides, dissolvents orgànics, etc.) i el sosteniment del seu benestar (medicaments, cosmètics, cremes de protecció solar, productes de cura personal, etc.).

Així, a mitjan segle XX apareixien els compostos organoclorats, majoritàriament plaguicides, que permetien lluitar contra les plagues i assolir cultius més rendibles, i posteriorment han anat apareixent, a mesura que s'han catalogat els diferents compostos com a perillosos i persistents, altres tipus de compostos (organofosforats, triazines, etc.) per substituir els prohibits (bàsicament per la seva toxicitat i capacitat de persistència) i satisfer la demanda de nous productes al mercat (retardants de flames, nous teixits repel·lents de taques, productes de neteja i cura personal, bronzejadors i protectors solars, fàrmacs de diverses formulacions i funcions: antibiòtics, antidepressius, anticonceptius, citostàtics, drogues, etc.). Tots aquests productes se sustenten moltes vegades sobre molècules recentment sintetitzades per permetre assolir una major eficiència i una menor persistència al medi o capacitat de bioacumulació, però, alhora, alguns d'aquests nous compostos mostren una certa toxicitat (alguns encara per determinar) o poden bioacumular-se, persistir i causar efectes subletals, alteracions fisiològiques, reproductives o fins i tot morfològiques.

Ja el 1995, el Consell de Govern del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA) va demanar l'adopció d'accions globals sobre els COP (compostos orgànics persistents), que definia com a «substàncies químiques que persisteixen en el medi ambient, es bioacumulen a través de la xarxa alimentària i comporten un risc de produir efectes adversos per a la salut humana i el medi ambient». Més recentment, el 23 de maig de 2001, es va adoptar la Convenció d'Estocolm, que va entrar en vigor el 17 de maig de 2004, en la qual es prohibien una dotzena de productes químics altament contaminants i persistents, es va limitar l'ús del DDT (insecticida organoclorat) i es va reduir la producció involuntària de dioxines i furans. Posteriorment, un nou conjunt d'aquests productes es van afegir a la prohibició en la conferència celebrada a Ginebra el 8 de maig de 2009. El Conveni d'Estocolm va ser incorporat a la legislació europea a través del Reglament (CE) núm. 850/2004 i, posteriorment, la UE va emetre dues directives (2008/105/CE i 2013/39/UE) en les quals s'establien els llimdars de qualitat per a quaranta-cinc substàncies prioritàries i prioritàries perilloses, i se'n limitava la presència en els ecosistemes aquàtics. Val a dir que, a més d'aquests quaranta-cinc compostos químics actualment regulats per la UE, existeixen els contaminants emergents que, tot i no estar regulats, la UE està interessada a fer-ne el seguiment d'alguns (el que anomena Watch List: European Commission, 2015).

A Catalunya, la presència de substàncies prioritàries i prioritàries perilloses en els sistemes aquàtics (bàsicament metalls pesants, plaguicides organoclorats i

organofosforats, dissolvents orgànics i hidrocarburs aromàtics policíclics) està molt localitzada en determinades zones amb una elevada activitat agrària i industrial, mentre que els anomenats contaminants emergents (fàrmacs, productes de cura personal, biocides, perfluorats, etc.) se solen trobar en zones amb una alta densitat de població i d'activitat industrial (tram mitjà i final del Llobregat, el Besòs, tram final del Francolí o la Tordera) (figura 11). La presència d'aquestes substàncies afecta un 21 % de les masses d'aigua rius i un 28 % de les masses d'aigua subterrànies de Catalunya (ACA, 2013b). També té una incidència relativa en zones humides i estanys, amb un 27 % de les masses d'aigua afectades. Pel que fa a les masses d'aigua costaneres, existeix el risc d'aquesta problemàtica a les situades davant de complexos industrials de Tarragona i Barcelona. Aquests compostos són usats tant en l'àmbit industrial com en el domèstic i són posteriorment abocats als sistemes de sanejament, els quals, en la gran majoria, no estan preparats per a tractar i retirar aquests tipus de compostos que, a molt baixa concentració, acaben al medi i poden afectar l'ecosistema a mitjà o a llarg termini.

Pel que fa a plaguicides d'origen agrari, aquesta problemàtica es detecta d'una manera evident en un 17 % dels rius (ACA, 2013b), bàsicament situats al voltant de zones amb una intensa activitat agrària (Sió, Segre, Ebre), tot i que també apareixen plaguicides d'origen industrial i domèstic (diuron, etc.) al tram baix del Llobregat, al Besòs, al Daró, etc. Pel que fa a les aigües subterrànies, no hi ha cap massa d'aigua en mal estat per excés de plaguicides (no existeix una contaminació massiva que afecti gran part d'una determinada massa d'aigua), tot i que puntualment se'n detecten incompliments, especialment en zones d'una elevada activitat agrícola (endosulfan, clorpirifós, atracina, glifosat, etc.). Més recentment, també s'han començat a detectar traces de les noves generacions de compostos plaguicides i fitosanitaris, com és el cas de compostos nicotinoïdes, etc., que substitueixen els usats anys enrere (prohibits o limitats).

El principal risc d'aquests compostos és la seva capacitat d'acumulació en teixits i òrgans a causa de la seva continuada exposició o consum. Les concentracions detectades actualment als sistemes aquàtics catalans solen ser molt baixes, però no es té un coneixement contrastat dels possibles efectes a llarg termini, a nivell letal o subletal, per la qual cosa, tot i no estar regulats per la normativa vigent, cal restar amatents i fer-ne un seguiment continuat, especialment en aquells indrets, com és el cas de Catalunya, on l'escassetat del recurs fa que l'aigua sigui reutilitzada, ja sigui directament o indirectament, incrementant encara més la concentració d'aquests compostos.



FIGURA 11. Mapa de l'estat químic (substàncies prioritàries i prioritàries perilloses) dels rius a Catalunya. Dades de 2013 a 2015. En verd es mostren les masses d'aigua en bon estat, i en vermell, les que estan en mal estat, en les quals s'ha detectat la presència d'alguna substància prioritària amb concentracions superiors als estàndards de qualitat establerts.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

Pel que fa als compostos no regulats (contaminants emergents), existeixen diversos estudis i projectes de recerca en els àmbits estatal i europeu focalitzats a obtenir informació del medi (prenent com a exemple conques de Catalunya) i de la seva toxicitat i risc sobre el medi ambient (projectes SCARCE, SOLUTIONS, MARS, GLOBAQUA, etc.). Aquests projectes, junt amb el seguiment i col·laboració de les autoritats de conca competents, estan obtenint resultats sobre la presència d'alguns d'aquests compostos en diversos rius de Catalunya (per exemple, Muñoz *et al.*, 2009), tot i que, en no estar regulats, no són usats per a classificar l'estat de les masses d'aigua. Cal també tenir present que es detecten a molt baixa concentració. A tall d'exemple, en el Projecte SCARCE (<<http://www.idaea.csic.es/scarceconsolider/publica/P000Main.php>>) s'han detectat al tram mitjà i baix del Llobregat, al Cardener i a l'Anoia un total de 24 compostos catalogats com a disruptors endocrins (bisfenol A, cafeïna, estradiol, nonilfenol, triclosan, etc.), 79 fàrmacs (carbamecèpina, codeïna, diazepam, diclofenac, ibuprofen,

naproxen, etc.), 12 drogues d'abús (amfetamina, cocaïna, metadona, morfina, etc.), 11 compostos usats en productes de cura personal i protectors solars (octocrilene, bentofenona), 19 compostos perfluorats (PFOS, PFOA, etc.) i 31 plaguicides de vella i nova generació (carbendazim, diacynon, piriproxifen, etc.).

Darrerament, la Comissió Europea ha instat els estats membres de la UE a analitzar compostos nicotinoides en els sistemes aquàtics (European Commission, 2015) gràcies a l'efecte que s'ha demostrat que tenen sobre el comportament de les abelles, en causar alteracions en la pol·linització d'arbres fruiters i pèrdua de serveis ambientals (Cresswell, 2011). Tots aquests compostos no tenen una clara interpretació pel que fa als límits que caldria no superar en el medi. Tot i que es presenten a molt baixa concentració (a nivell de parts per milió), alguns han mostrat una certa capacitat toxicològica a determinades concentracions en assajos de laboratori, i es desconeix el possible efecte combinat de la majoria. A Catalunya, aquest és un problema que se circumscriu en determinats ambients fortament poblats i/o amb elevada activitat agrícola i/o industrial, que s'agreuja a causa de l'escassetat dels cabals circulants pels rius, pròpia del règim mediterrani, i que els efectes del canvi climàtic poden fer empitjorar en un futur no gaire llunyà.

2.6. L'eutrofització dels embassaments

Pel que fa als embassaments, una de les principals pressions que reben és la pesca recreativa i l'elevada afluència de diverses activitats lúdiques que s'hi generen (figura 2). Aquestes activitats afecten, amb més o menys mesura, pràcticament la totalitat dels embassaments de Catalunya (el 85 %), especialment a les zones més poblades (al districte de conca fluvial de Catalunya), per la qual cosa és necessari ordenar els usos (redacció de plans d'usos) i implantar criteris d'ús i gestió que siguin compatibles amb el medi. La presència d'espècies invasores en aquests indrets ha anat també en augment als darrers anys, en part relacionada amb la pressió fruit de l'activitat lúdica i la pesca recreativa, i actualment afecta un gran nombre d'embassaments en grau mitjà o alt (el 70 %). D'altra banda, la contaminació difusa fruit de l'activitat agrícola i l'entrada de nutrients dels abocaments urbans a la conca afecta un 17 % dels embassaments (ACA, 2013b), bàsicament els situats en trams mitjans o baixos de les conques o en zones fortament urbanitzades (Sau-Susqueda, Foix o Gaià). El cas del Foix és singular, ja que

rep una elevada càrrega de matèria orgànica fruit dels abocaments urbans (sanejats) i de la important activitat agrària a la conca, la qual cosa, junt amb la poca capacitat de dilució i renovació pels escassos cabals naturals que aporta el riu, fa que l'embassament funcioni com a reactor biològic vers la matèria orgànica i els nutrients que s'hi concentren, i que es generin importants alteracions de la xarxa tròfica, amb una considerable eutrofització de l'aigua i destacables floracions algals de cianobacteris potencialment tòxics que apareixen a finals d'estiu i a la tardor de cada any (figura 12).



FIGURA 12. Floració de cianobacteris (*Microcystis* sp.) a l'embassament de Sau a la tardor de 2015. Aquest fet a Sau va ser ocasional, mentre que a Foix sol ser habitual cada any a l'estiu i a la tardor. Algunes vegades s'ha detectat toxicitat a l'aigua per l'alliberament de fitotoxines (microcistines) que generen aquests cianobacteris.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

A diferència de molts llacs naturals, l'hipolímnion que es forma a l'estiu als embassaments no està aïllat de les entrades directes des del riu. Això té importants implicacions en l'evolució de les característiques limnològiques durant el període d'estratificació, especialment si l'aigua del riu entra a l'embassament amb excés de nutrients o altres contaminants. A Catalunya existeixen diversos estudis efectuats als embassaments, especialment als de Sau i de Susqueda, durant molts anys (per exemple, Marcé *et al.*, 2006). En aquest seguiment es posa de manifest l'efecte de la millora en la qualitat de l'aigua als darrers anys, degut especialment a la millora de l'aigua del riu, conseqüència de la implementació de mesures de restauració i de la construcció de sistemes de sanejament a la conca. De tota manera, aquesta qualitat varia al llarg del

temps a causa de diversos fenòmens tant de caire global com de gestió dels embassaments (Marcé *et al.*, 2010). És per aquesta raó que cal tractar als embassaments com a sistemes vius i tenir una cura especial en la gestió dels temps de residència de l'aigua i en l'entrada de nutrients i energia que porten les crescudes.

2.7. *L'elevada pressió sobre les zones humides*

Pel que fa a les zones humides i als estanys (figura 2), l'artificialització dels usos del sòl que voregen o contenen aquests espais aquàtics és la principal pressió que s'hi detecta (figura 13), que alhora facilita la possibilitat d'introducció d'espècies exòtiques i invasores. Ambdues pressions estan estretament vinculades i són les que més afecten les zones humides (en un 67 i un 63 %, respectivament, de les masses d'aigua afectades en grau mitjà o alt) (ACA, 2013b). Els usos del sòl agrícoles, els usos del sòl urbans i industrials i la freqüentació de visitants i/o d'activitats de lleure són pressions que també tenen una certa incidència sobre les zones humides (afecten entre el 40 i el 50 % de les zones humides a Catalunya). D'altra banda, les captacions d'aigua, amb una alteració significativa del règim hidrològic, i els abocaments urbans també afecten un nombre significatiu d'aquestes masses d'aigua (un 23 i un 13 %, respectivament).



FIGURA 13. Imatge dels Ullals de Baltasar, al delta de l'Ebre. Pateix una progressiva degradació de l'entorn i de la dinàmica de cabals que rep.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

A Catalunya existeix l'inventari de zones humides (<http://mediambient.gencat.cat/ca/>) en el qual s'han identificat i delimitat 2.977 zones, i s'han generat fitxes per a 329, 25 de les quals corresponen als conjunts dels estanys alpins més representatius. En aquestes fitxes, s'hi ha anotat una caracterització ecològica, una avaluació de l'interès i la problemàtica de conservació i també s'han definit criteris i recomanacions per a la gestió de cada una. La resta de zones humides correspon a 2.069 estanys alpins i a 579 molles i torberes que s'han delimitat en la cartografia digital. D'aquestes, al districte de conca fluvial de Catalunya se n'han seleccionat un total de 27, que son considerades massa d'aigua (26 zones humides o llacunes somes més l'estany de Banyoles) i, per tant, cal diagnosticar-ne l'estat ecològic i químic d'acord amb els protocols establerts per la Directiva marc de l'aigua (2000/60/EC). A les conques catalanes de l'Ebre també hi ha definides vint-i-set masses d'aigua, entre les quals s'inclouen els estanys càrstics de Basturs i Montcortès i l'estany d'Ivars com a més representatives. Els principals aiguamolls i estanys es classifiquen en estat moderat o en mal estat principalment per l'alteració del règim de cabal, la dessecació, els impactes morfològics i la contaminació química fruit de l'activitat agrícola que hi pugui haver als voltants. Només un 26 % (7 sobre 27) d'estanys i aiguamolls interiors mostren un bon estat ecològic. D'altra banda, les condicions hidromorfològiques esdevenen un factor important per a diagnosticar l'estat de les zones humides i els estanys poc profunds, especialment a les zones mediterrànies, on l'aigua és un element escàs i existeix una intensa activitat humana (Boix *et al.*, 2005).

Les llacunes costaneres (aigües de transició) mostren condicions força semblants a les zones humides interiors. En la majoria dels casos pateixen una forta pressió urbanística, tret dels espais que han estat protegits (aiguamolls de l'Empordà, etc.). Tot i així, l'alteració de cabals drenants i la intensa activitat al voltant d'aquestes zones fan que moltes vegades el seu estat sigui crític. L'Agència Catalana de l'Aigua mesura l'estat d'un total de vint-i-cinc llacunes costaneres, la majoria de les quals molt amenaçades per la intensa pressió antròpica a la zona. La majoria d'aquestes llacunes han estat drenades i la seva superfície s'ha reduït substancialment. D'aquesta manera, només un 25 % de les llacunes costaneres presenten un estat ecològic bo (6 de les 25 zones humides del litoral al districte de conca fluvial de Catalunya). Iniciatives dutes a terme a Catalunya, com és el cas del LIFE Pletera (<http://lifepletera.com/>), aporten accions demostratives molt interessants per a recuperar espais inundables i per a la protecció i rehabilitació de zones humides altament amenaçades.

Un cas singular el trobem al delta de l'Ebre, una zona amb una rica extensió de zones humides, marjals, llacunes litorals i un complex entramat agroambiental que sustenta una elevada riquesa natural. Aquest biòtop, però, es veu amenaçat per la reducció de l'aportació de sediments que suporta el manteniment del Delta i pel progressiu increment del nivell del mar fruit del canvi global i de la subsidència pròpia de la zona. Treballs duts a terme a través del Projecte LIFE Ebro-Admiclim (<http://www.lifeebroadmiclim.eu/>) i altres estudis demostren com la subsidència enfonsa el delta de l'Ebre entre 1 i 3 mil·límetres anuals (d'una manera molt variable en l'espai) i que l'increment del mar s'ha registrat en uns 1,5 mil·límetres anuals, però amb previsió de poder assolir entre 3 i 5 mil·límetres anuals en funció dels escenaris de canvi climàtic a finals de segle. La combinació d'aquests dos elements posa en risc els aiguamolls i una gran part dels arrossars, que podrien veure's inundats per l'aigua del mar entre un 40 i un 50 % a finals del segle XXI.

2.8. L'alteració del litoral i les aigües costaneres

Pel que fa a les masses d'aigua costaneres, les principals pressions a què estan sotmeses provenen, en gran mesura, de l'activitat i la influència continental, especialment a través de les aportacions dels principals eixos fluvials (figura 14), i de la intensa activitat urbana i industrial a la línia de costa (Olivos *et al.*, 2002; Garcés *et al.*, 2011). Les aportacions terra-mar, i molt especialment les descàrregues en temps de pluja (figura 15), són pressions que afecten més del 50 % de les masses d'aigua costaneres a Catalunya (ACA, 2013b). L'artificialització de la costa amb esculleres i ports és igualment una pressió que afecta entre el 40 % i el 50 % de les masses d'aigua costaneres i que pot alterar significativament la dinàmica de sediments si no es du a terme una gestió acurada i no es prenen mesures correctores. També les extraccions i rebliments amb sorra a les platges, la pesca i l'ancoratge d'embarcacions recreatives (figura 16) són pressions que afecten l'estat de les praderies de posidònia (*Posidonia oceanica*) i altres fanerògames i macroalgues bentòniques en determinats indrets.

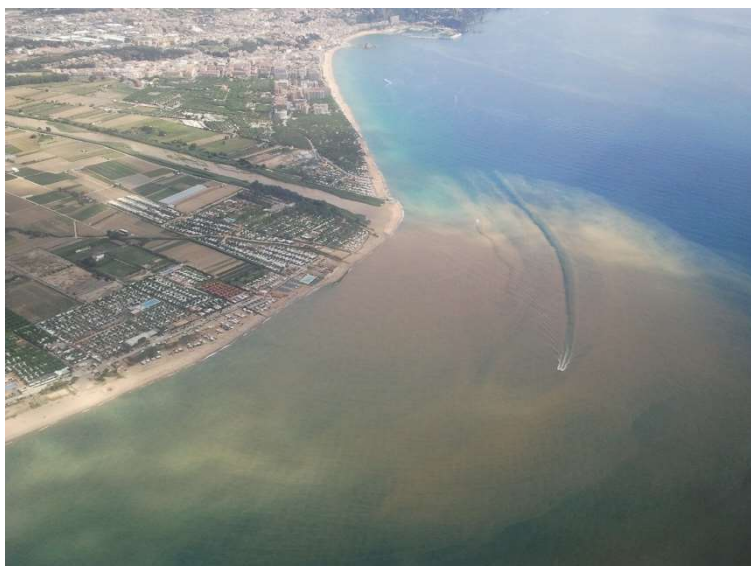


FIGURA 14. Aportació de sediments a les aigües costaneres en una riuada de la Tordera. L'aportació de sediments és un element essencial per a la dinàmica de nutrients al mar i la regeneració morfològica de la costa, però en determinades circumstàncies aquestes aportacions en temps de pluja poden descarregar substàncies contaminants provinents de sistemes de clavegueram col·lapsats o de rentats de paviments urbans o industrials.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.



FIGURA 15. Sortida al mar del barranc de Barenys, a Salou. Abocament d'aigües pluvials i sobreiximents de sistemes de col·lectors amb aigües residuals barrejades per la impossibilitat d'engolir la totalitat de l'aigua recollida després d'un episodi de pluja.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

A la costa catalana hi ha més d'un centenar d'emissaris submarins, actius o secundaris, que condueixen i allunyen les aigües residuals depurades més enllà de la primera línia de mar (diversos quilòmetres mar endins). L'evacuació de les aigües tractades mar endins permet mantenir unes zones de bany amb qualitat molt bona o

bona (avui dia, un 97 % de les aigües de bany del litoral es classifiquen com de molt bona qualitat); de tota manera, en el seu moment, la construcció d'aquests emissaris, i en alguns casos la mala selecció del punt on descarreguen les aigües, pot haver afectat les praderies de fanerògames marines, per la qual cosa són un bon indicador de l'estat del medi marí (Romero *et al.*, 2007). En determinats indrets, l'aparició d'espècies exòtiques com la *Caulerpa cylindracea* també sembla haver afectat poblacions de posidònia, com és el cas del golf de Roses. Altres espècies invasores igualment detectades al litoral marí són *Womerslillela setacea*, *Dyctiota cyalonoma*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Paraleucilla magna* o *Codium fragile* (García *et al.*, 2015), que afecten amb més o menys mesura l'estructura i la composició dels ecosistemes marins.



FIGURA 16. Afecció de morts usats en l'ancoratge d'embarcacions recreatives sobre les praderies de posidònia (*Posidonia oceanica*) i macroalgues bentòniques.

Font: Direcció General de Polítiques Ambientals.

Tot i que les praderies de posidònia han patit un elevat retrocés en les darreres dècades, últimament, estudis duts a terme a la Universitat de Barcelona mostren indicis d'una certa recuperació fisiològica (Roca *et al.*, 2016) que caldrà seguir per si es confirma i se'n noten els efectes a nivell poblacional.

Un dels principals punts negres pel que fa a la contaminació del litoral a Catalunya el trobem davant de la costa de Barcelona i de la desembocadura del riu Besòs, on durant molts anys es van abocar les aigües residuals de la conurbació barcelonina i de la seva zona industrial (Palanques *et al.*, 2017). Els nivells de metalls pesants i altres contaminants orgànics abocats i acumulats al front marí de Barcelona eren d'una

elevada magnitud a finals del segle passat, però han anat minvant gràcies als tractaments addicionals implementats a la darrera dècada especialment a l'EDAR del Besòs, i a la construcció i posada en marxa de l'EDAR del Llobregat el 2005.

És evident, però, que cal una acció coordinada de defensa i protecció del litoral que passa, en primer lloc, per tenir-ne un coneixement acurat, i en segon lloc, per coordinar les polítiques de conservació, protecció i gestió. El coneixement que se'n té és elevat gràcies als nombrosos estudis efectuats per centres de recerca i investigació catalans (l'Institut de Ciències del Mar, la Universitat de Barcelona, el Centre d'Estudis Avançats de Blanes, etc.), però no es coneixen amb prou detall alguns dels efectes i relacions entre l'activitat humana a la costa i la dinàmica marina, els efectes reals de l'artificialització i, a diferència dels ecosistemes terrestres i d'aigua dolça continentals, no es té un coneixement extens dels hàbitats marins ni una cartografia rigorosa que permeti fer-ne un seguiment que serveixi com a eina de gestió per a la preservació del bon estat dels fons marins i de les comunitats biològiques que els habiten.

2.9. *La sobreexplotació de les aigües subterrànies*

Aquesta és una problemàtica vinculada directament a les masses d'aigua subterrànies, tot i que també pot afectar zones humides i trams de rius que en depenen directament o indirectament. La sobreexplotació s'origina per l'elevada extracció d'aigua per a abastament urbà, regadius i altres usos en determinades zones a partir de pous o surgències, que, juntament amb les descàrregues naturals que tenen o haurien de tenir (a rius, rieres o zones humides vinculades), superen la recàrrega natural de les aigües subterrànies de la zona. Els resultats de la valoració global de l'estat quantitatiu de les 58 masses d'aigua subterrània que s'han identificat a Catalunya (ACA, 2013a) mostren que 49 d'aquestes masses estan en «bon estat» (un 84,5 %) i 9 en «mal estat» (un 15,5 %). A més de les masses d'aigua subterrània declarades en mal estat, també s'han valorat aquelles que es troben en bon estat, però en risc de poder passar a mal estat (7 masses, un 12 %) (figura 17).

Una de les masses d'aigua subterrànies afectades per excés d'extraccions a Catalunya, la trobem a la zona de Carme-Capellades, un aquífer que ha experimentat un notable increment de l'extracció i ús d'aigua, especialment a la dècada dels anys noranta, increment que, juntament amb una lleugera davallada de la recàrrega natural,

va provocar que els nivells piezomètrics baixessin notablement i asseguessin diverses fonts i surgències naturals (figura 18), situació que s'ha mantingut fins avui.

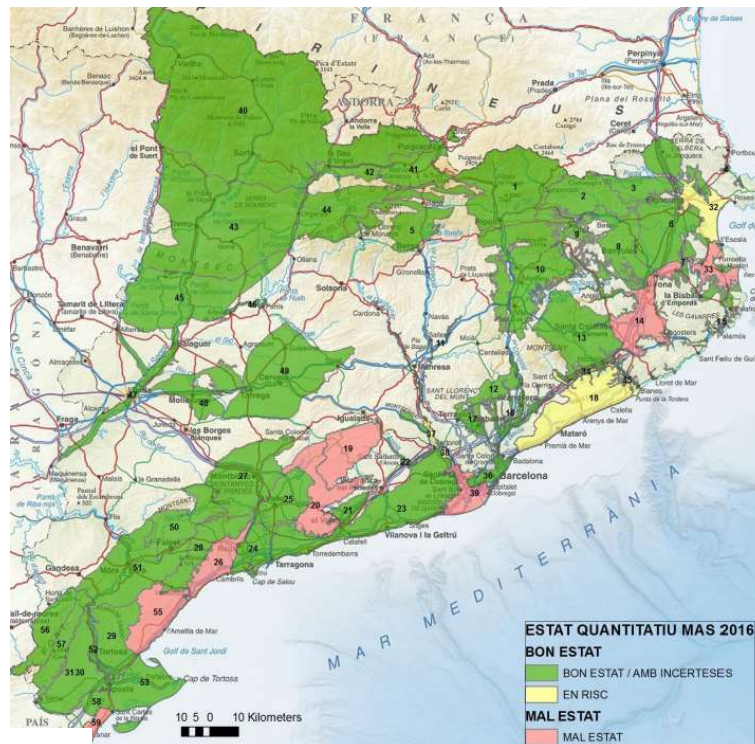


FIGURA 17. Valoració de l'estat quantitatiu de les masses d'aigua subterrànies.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.



FIGURA 18. Imatge de la bassa de Capellades (tardor de 2006), surgència natural de l'aquífer Carme-Capellades que des d'inici de l'any 2000 s'ha vist afectada diverses vegades pel descens dels nivells piezomètrics de l'aquífer i ha arribat a assegar-se completament durant llargs períodes.

Font: Antoni Munné.

Una altra de les zones on es detecten evidents alteracions en els nivells piezomètrics i intrusió marina (salinització de pous), molt especialment ja des dels anys setanta i vuitanta, és l'aquífer del delta del Llobregat. A principis del 2000 es van posar en marxa unes mesures correctores consistents en la injecció d'aigua regenerada com a barrera per evitar la intrusió marina (Ortuño *et al.*, 2012) i es van construir basses laterals al riu per incrementar la recàrrega, elaborant, alhora, protocols i normes d'explotació coordinada a fi de reduir les extraccions sota determinats nivells piezomètrics. Actualment, tot i la recuperació de nivells des de l'any 2009, es continuen detectant altes concentracions de clorurs en determinades zones de l'àmbit deltaic properes a la línia de mar.

També es detecten alteracions en els nivells piezomètrics per culpa d'elevades extraccions en comparació amb la recàrrega en altres aquífers i masses d'aigua, com és el cas dels al·luvials de l'Albera i el cap de Creus-la Selva, especialment a l'estiu, amb l'elevada demanda del turisme; al Baix Camp, on es detecten descensos de nivells piezomètrics locals en àmbits com Montbrió o Mont-roig del Camp; al baix Ter, amb una elevada explotació i amb un important con de bombament a la zona de Gualta a causa d'extraccions per a abastament, tot i que amb una certa tendència a la recuperació de nivells en els darrers cinc anys, i a la zona de l'Ametlla de Mar i el Perelló i a la plana d'Alcanar, on en determinades èpoques es detecten indicis evidents d'intrusió marina causada pels increments en l'extracció d'aigua.

Una bona qualitat de l'aigua i un nivell piezomètric sostenible al llarg del temps són els elements essencials per a preservar el bon estat dels aquífers i assegurar l'ús del recurs i, alhora, garantir el bon estat dels ecosistemes dependents (aiguamolls i surgències). Cal tenir en compte que les aigües subterrànies permeten una bona distribució i vertebració del territori. Actualment, el 44 % de la demanda d'aigua al districte de conca fluvial de Catalunya és abastida a través d'aigua subterrània, i el 7 % a les conques catalanes de l'Ebre (el 35 % a tot Catalunya), la qual cosa indica l'elevat grau de dependència, especialment a les conques internes (on habita el 92 % de la població del país), i la gran vulnerabilitat d'aquest recurs.

2.10. La salinització del Cardener i del Llobregat

La conca del Bages, per on discorren el Cardener i el Llobregat, és una conca salina, constituïda per roques sedimentàries, conglomerats, lutites calcàries i evaporites

(guixos, halita, silvita, etc.). Aquests nivells evaporítics, de vegades captius al subsòl i altres vegades aflorant en determinats diapirs, van ser explotats des de l'època romana, però va ser a la primera meitat del segle XX, a partir de 1926, quan els impactes sobre el medi es van començar a notar d'una manera significativa a causa de l'inici i l'increment de l'activitat extractiva de potassa (a Sallent, Balsareny i Súria) i de sal (majoritàriament a Cardona). L'activitat minera del Bages ha anat generant, des de mitjan segle XX, runams salins abocats a l'exterior de les mines fruit de l'elevada quantitat de materials de rebuig del procés d'extracció.

Aquest material de rebuig, compost bàsicament per clorur de sodi o sal comuna (NaCl), junt amb altres elements i additius usats en l'extracció i el tractament del mineral, ha estat històricament amuntegat al costat de les explotacions. Aquesta gran quantitat de rebuig miner acumulat en superfície, avaluat en uns setanta milions de tones, alguns d'inactius, d'altres en procés d'eliminació, i d'altres en actiu, queden al descobert sobre una superfície de més de 100 ha i es localitzen en diversos municipis: el dipòsit vell i nou a Cardona, els dipòsits de Cabanasses i del Fusteret a Súria, els del Cogulló i de la Botjosa a Sallent i el de Vilaforns a Balsareny. L'existència d'aquests dipòsits salins al descobert, assentats sobre terreny no impermeabilitzat, provoca la lixiviació de salmorres i la filtració al medi d'aigües amb un alt contingut en sals. La naturalesa i la gènesi històrica d'aquests dipòsits, juntament amb les característiques salines naturals de la conca, fan difícil, en alguns casos, la individualització dels efectes en la salinitat detectada a les aigües, tot i que estudis duts a terme a la zona mitjançant l'ús d'isòtops radioactius i altres elements traçadors determinen un clar origen en els lixiviat a partir dels dipòsits salins com a causants de l'increment de la salinitat en determinades zones (Otero i Soler, 2002).

Un estudi efectuat i publicat per Gorostiza *et al.* (2015) mostra com l'explotació minera duta a terme a la conca mitjana del Cardener i del Llobregat, iniciada en el primer quart de segle XX, va provocar un increment de la concentració de clorurs, que va passar de valors d'entre 70 i 90 mg/L a valors de 400 a 600 mg/L. La posterior industrialització del procés i l'increment de l'activitat minera van provocar un augment considerable de la quantitat de clorurs al Cardener (de fins a 1.000 i 2.000 mg/L) i al Llobregat (de fins a 600 i 700 mg/L) a mitjan anys vuitanta.

Posteriorment, a finals dels vuitanta i començament dels noranta, la construcció del col·lector de salmorres, que reconduïa els excedents de salmorra de l'activitat minera i algunes surgències salines, va fer millorar les condicions del riu i les concentracions de

clorurs van tornar a baixar a nivells entre 400 i 600 mg/L de clorurs al tram baix del Cardener i del Llobregat. Actualment, les concentracions residuals mitjanes de clorurs en aquests rius es mantenen al voltant dels 230-300 mg/L (figura 19), lleugerament superiors als valors llimdar per aconseguir els objectius de qualitat establerts en el Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya, valors llimdars que se situen en 250 mg/L de clorurs per a les masses d'aigua del baix Cardener i del baix Llobregat.

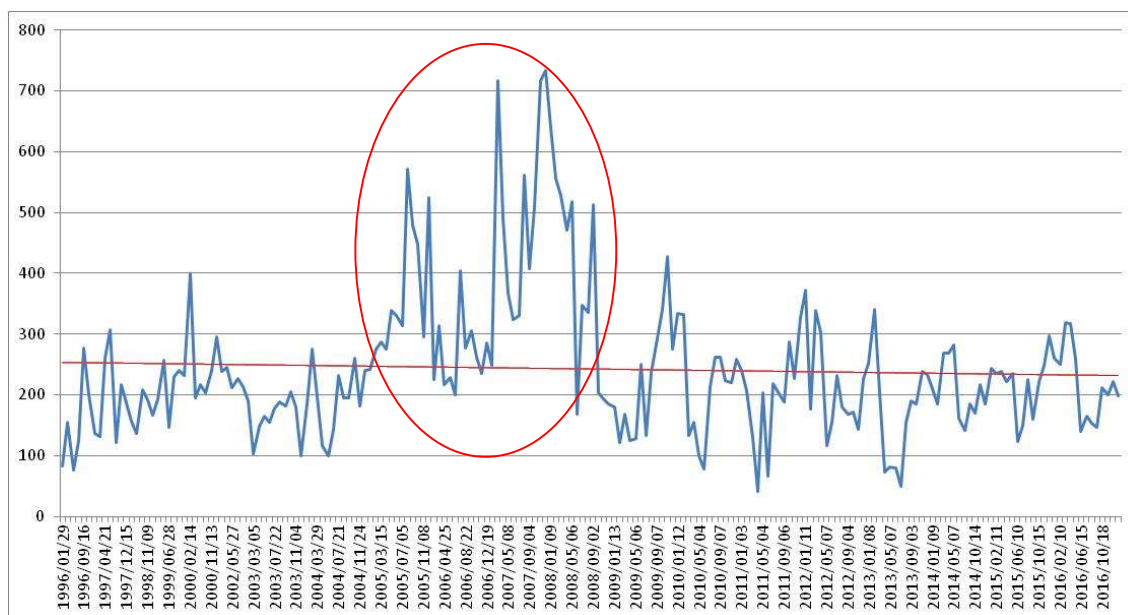


FIGURA 19. Evolució de la concentració de clorurs (mg/L) en els darrers vint anys al Llobregat per sota de Sallent. En el cercle vermell es destaquen les elevades concentracions de clorurs mesurades entre el 2005 i el 2008.

Font: ACA.

Aquests valors llimdars han estat rebaixats puntualment en algunes mostres preses als darrers anys (2002 i 2003), encara que, de moment, no es consolida una concentració estable per sota d'aquest llimdar. En les mesures preses per l'Agència Catalana de l'Aigua als darrers vint anys (figura 19) no s'observa cap tendència significativa, ni positiva ni negativa, en la concentració de clorurs al llarg del riu Llobregat, tot i que les mostres amb valors més baixos de clorurs s'han donat als últims anys (caldrà avaluar a llarg termini si es tracta d'una tendència a la millora o d'uns fets puntuals). S'observa un increment significatiu de clorurs (salinitat) en el període comprès entre 2005 i 2008, que coincideix amb un període sec i de pocs cabals circulants, tot i que no se'n té un coneixement concret per poder atribuir aquest increment a la manca de dilució.

Alguns estudis que s'han fet per conèixer l'efecte de la salinitat del Cardener i del Llobregat sobre els organismes aquàtics han demostrat que els pics elevats de salinitat (a partir de 5 mS/cm), que tenen lloc per escorrentia superficial just després de les precipitacions en aquestes conques, són altament nocius per a aquests organismes. Aquests pics de salinitat poden fer disminuir la densitat i la diversitat d'organismes, al mateix temps que n'augmenten la deriva (els individus són arrossegats pel corrent riu avall) i es perden la major part d'espècies sensibles (Cañedo-Argüelles *et al.*, 2012). Paràmetres funcionals, com ara la descomposició de fullaraca o el creixement algal, també es veuen alterats pels pics de salinitat (Cañedo-Argüelles *et al.*, 2014). Un possible augment de salinitat en aquestes conques causat per una disminució de cabals circulants podria resultar també en canvis en les xarxes tròfiques a través d'efectes subletals en els depredadors (Cañedo-Argüelles *et al.*, 2015). D'altra banda, els lixiviatos provinents de les aigües subterrànies poden assolir conductivitats de fins a 130 mS/cm en alguns trams concrets i surgències locals, que poden provocar l'alteració de l'ecosistema i l'afecció a les comunitats d'organismes aquàtics (per exemple, macroinvertebrats), i també a la vegetació de ribera (Ladrera *et al.*, 2016).

3. ESTAT ACTUAL I PRINCIPALS REPTES

D'acord amb els protocols de mostreig i l'aplicació de mètriques de valoració de l'estat ecològic que requereix la DMA, i que han estat àmpliament treballats a Catalunya (Munné *et al.*, 2016a i 2016b), avui dia aproximadament un terç (36 %) dels rius, embassaments, estanys, zones humides, llacunes litorals, estuaris, badies i aigües costaneres es classifiquen en bon estat (taula 2) (dades del Pla de gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya, publicat al web de l'ACA). Cal tenir en compte que el bon estat implica gaudir d'una bona estructura i un bon funcionament de l'ecosistema, i això fa que, tot i haver fet grans inversions en sanejament, haver millorat substancialment la qualitat fisicoquímica de moltes masses d'aigua i haver reduït l'efecte d'un gran nombre de pressions sobre el medi, en la majoria dels casos els ecosistemes no s'han restaurat del tot, ja sigui perquè manquen mesures addicionals o perquè cal més temps perquè es restaurin les comunitats pròpies dels ecosistemes i se'n rehabiliti el funcionament.

TAULA 2. Nombre i percentatge de masses d'aigua del districte de conca fluvial de Catalunya*

<i>Masses d'aigua</i>	<i>En bon estat</i>	<i>En mal estat</i>	<i>Sense prou dades per a ser valorades**</i>	<i>Total</i>
Rius	86 (35 %)	145 (58 %)	17 (7 %)	248 (65 %)
Embassaments	10 (77 %)	3 (23 %)	-	13 (3 %)
Estanys i zones humides	8 (30 %)	16 (59 %)	3 (11 %)	27 (7 %)
Aigües de transició (llacunes litorals)	5 (20 %)	17 (68 %)	3 (12 %)	25 (7 %)
Aigües costaneres	16 (49 %)	15 (45 %)	2 (6 %)	33 (9 %)
Aigües subterrànies	13 (35 %)	24 (65 %)	-	37 (10 %)
Total	138 (36 %)	220 (58 %)	25 (6 %)	383 (100 %)

* A la taula es mostra el nombre i el percentatge de masses d'aigua del districte de conca fluvial de Catalunya en bon i en mal estat, valorades d'acord amb els protocols i les mètriques que requereix la Directiva marc de l'aigua (2000/60/EC). Resultats de l'anàlisi de les masses d'aigua entre els períodes 2013 i 2015.

** Es mostra el nombre i el percentatge de masses d'aigua que no han pogut ser valorades per manca de dades suficients o perquè no circulava cabal adequat en el moment de fer els mostreigs, o bé no es tenen els protocols encara ben definits.

Font: Agència Catalana de l'Aigua.

Aquesta és una visió que no s'ha d'entendre com a catastròfica, sinó com a realista, i que permet establir les fites per a una veritable gestió sostenible de l'aigua. La situació descrita no és exclusivament pròpia de Catalunya, ja que també s'evidencia en altres indrets arreu d'Europa (figura 20), especialment en aquelles conques amb una elevada densitat de població, com és el cas de diverses conques centreeuropees, i apareix agreujada en zones amb escassetat de cabals, com és el cas de la majoria de conques catalanes. Tal com s'ha explicat en apartats anteriors, les conques catalanes se situen entre les més densament poblades en l'àmbit europeu (415 habitants per km²), per sobre de zones com Holanda o Bèlgica (amb 414 i 355 hab./km², respectivament) i molt per damunt d'altres demarcacions hidrogràfiques situades a Alemanya, Itàlia, França o l'Estat espanyol, amb densitats de població que es mouen majoritàriament entre els 200 i fins i tot per sota dels 50 hab./km².

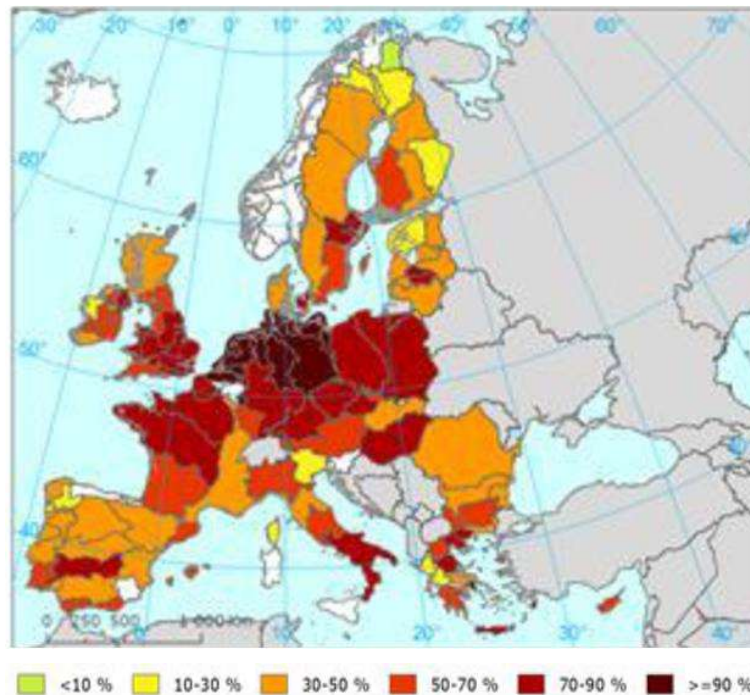


FIGURA 20. Valoració de l'estat ecològic de les masses d'aigua de cada una de les demarcacions hidrogràfiques establertes a Europa segons les dades dels respectius plans de conca. Es mostren els colors en funció del percentatge de masses d'aigua inferior al bon estat pertanyents a cada demarcació hidrogràfica.

Font: European Environmental Agency, 2012.

El repte, doncs, és evident. Cal ser molt més curosos en la implantació de mesures per mitigar les pressions, ja que el medi té poca capacitat de dilució i una elevada vulnerabilitat. En aquest sentit, la competitivitat entre l'ús d'aigua per a l'activitat humana i la necessitat del medi de mantenir uns cabals mínims és un element clau que cal tenir en compte en la selecció de mesures i en la presa de decisions en la gestió de l'aigua. El manteniment de rius i estanys amb un règim de cabals proper al natural i el bon estat quantitatiu de les masses d'aigua subterrànies són eines fonamentals per a l'assoliment del bon estat de les masses d'aigua, però alhora provoquen que les activitats antròpiques hagin de minimitzar, tant com sigui possible, l'extracció d'aigua del medi (excepte del mar, on l'aigua és més abundant). Alhora, cal aprofundir en les mesures de reducció de les pressions, no tan sols tenint en compte la font de contaminació, sinó integrant, al mateix temps, el medi receptor i la seva vulnerabilitat o capacitat de suportar la pressió en la selecció de mesures. Aquest repte es fa més evident si tenim en compte les prediccions existents de canvi climàtic, en què la reducció dels

recursos hídrics i l'increment de la seva variabilitat temporal poden aportar una major vulnerabilitat als ecosistemes aquàtics catalans (Prat i Munné, 2009).

Tot i el context d'elevada vulnerabilitat dels ecosistemes aquàtics mediterranis i les dificultats per assolir els objectius de bon estat ecològic i químic que requereix la Directiva marc de l'aigua (2000/60/EC), la creació de l'Agència Catalana de l'Aigua, l'any 2000, va permetre avançar en la gestió integrada al districte de conca fluvial de Catalunya, gràcies a la implantació d'un instrument tarifari unificat (el cànon de l'aigua) i també a la feina feta anteriorment des de la Junta de Sanejament (amb el cànon de sanejament), que han permès fer front als costos de construcció i explotació de més de cinc-cents sistemes de sanejament d'aigües residuals urbanes que sanegen actualment més del 97 % de la població de Catalunya (dels percentatges més elevats a Europa). La recuperació dels costos sota el principi de «qui contamina paga» és un element clau en la viabilitat de la gestió sostenible de l'aigua. També les mesures en el camp de les autoritzacions d'abocament al medi, les inspeccions i la promoció de mesures de restauració i rehabilitació de masses d'aigua han permès una millora substancial del medi, especialment pel que fa a la presència de nutrients i de matèria orgànica.

Així, la qualitat fisicoquímica de molts rius i rieres a Catalunya ha millorat substancialment en els darrers vint anys (vegeu la figura 7). Per exemple, la concentració d'amoni, un compost molt present als rius de Catalunya a mitjan segle passat fruit dels abocaments urbans i orgànics sense una depuració suficient, s'ha reduït en l'actualitat per sota d'1 mg/L i inclús per sota de 0,5 mg/L (per exemple, als trams finals del Llobregat i del Besòs) i ha permès la recuperació d'una mínima presència de comunitats biològiques, en alguns casos amb força èxit (presència de peixos autòctons o fins i tot l'expansió de la llúdriga, etc.), però en altres casos encara manca una estructura adequada de l'hàbitat que permeti la supervivència de les comunitats pròpies de l'ecosistema i les seves normals interrelacions. En aquest sentit, alguns ecosistemes s'han vist envaïts d'espècies exòtiques que han aprofitat la millora fisicoquímica de l'aigua i l'alteració de l'hàbitat per a prendre avantatge sobre les espècies natives i expandir-se tot provocant, en alguns casos, alteracions i impactes econòmics i socials addicionals.

Un altre repte important ha estat la protecció d'aquells trams que registren un estat ecològic bo o molt bo. En aquest sentit, d'acord amb els preceptes de la Directiva marc de l'aigua, recollits en la llei del Pla Hidrològic Nacional (PHN) del 2001, la seva modificació del 2005 i el Reglament de la Planificació Hidrològica de l'Estat espanyol

del 2007, s'estableix la figura de la reserva natural fluvial (RNF), trams amb escassa o nul·la intervenció humana, elevada naturalitat i dignes a ser preservats de qualsevol alteració. El Ministeri d'Agricultura i Pesca, Alimentació i Medi Ambient (MAPAMA) ha declarat un total de 135 RNF a les conques intercomunitàries (vint-i-cinc a la conca de l'Ebre), i 54 RNF a les conques intracomunitàries (trenta-vuit al districte de conca fluvial de Catalunya). Les RNF declarades al districte de conca fluvial de Catalunya, a proposta de l'Agència Catalana de l'Aigua, suposen uns 190,6 km de rius protegits. Cal afegir-hi també aquells trams de riu que, malgrat no ser RNF, drenen sobre territori protegit per alguna altra figura (parcs naturals, per exemple).

Tot i que la declaració de les RNF ha constituït un pas significatiu en la conservació dels ecosistemes fluvials, cal dissenyar plans de gestió específics que en garanteixin la conservació. A més a més, la declaració de noves RNF s'hauria de basar en criteris científics, econòmics i socials. En aquest sentit, grups d'investigació catalans han dut a terme un projecte de recerca (RESERVIAL, <www.ub.edu/fem>) que ha permès definir nous trams de RNF a la conca de l'Ebre mitjançant eines de planificació sistemàtica i considerant criteris consensuats entre la comunitat científica, l'Administració pública i els col·lectius socials de la conca. Cal destacar que els plans de gestió fets fins ara per l'ACA han inclòs un procés de participació que ha fet que moltes de les mesures siguin conegudes per la població i que la seva prioritització segueixi criteris d'eficiència econòmica i també social, tal com demana la DMA.

Malgrat les mesures i accions preses fins ara, que han estat efectives per a recuperar una gran part de la qualitat dels ecosistemes aquàtics a Catalunya, encara cal perseverar i aprofundir en nous models de gestió de l'aigua i continuar amb la inversió per a la seva recuperació i protecció. D'una manera sintètica, s'identifiquen les següents línies de mesures que caldria aprofundir i potenciar en el futur:

— *La restauració morfològica i de la funcionalitat dels ecosistemes.* Vivim en sistemes altament antropitzats, per la qual cosa és necessari replantejar una estratègia efectiva que permeti restablir una mínima funcionalitat dels ecosistemes aquàtics. És, per tant, imprescindible revertir una gran part de les alteracions morfològiques provocades en els darrers anys i que han modificat i homogeneïtzat els hàbitats aquàtics. En molts casos, ja no és possible recuperar hàbitats i processos existents en el passat, però cal establir un nou marc d'equilibri durable que permeti la supervivència d'un ecosistema ben estructurat i funcional en el temps. Això passa per restaurar riberes, meandres, zones humides, i especialment la connectivitat entre hàbitats o entre

surgències d'aigües subterrànies i els ecosistemes terrestres dependents. En aquest sentit, cal explorar i potenciar la implantació de mesures de rehabilitació física d'hàbitats i connectivitat ecològica, que han d'anar de la mà de les mesures de sanejament i eliminació d'abocaments de substàncies contaminants.

— *Reducció de la contaminació difusa.* Tal com s'ha comentat, probablement les conques catalanes són les que han tingut un nivell més elevat de sanejament d'abocaments urbans i industrials a Europa. Aquest esforç en el sanejament i els seus resultats han evidenciat la contaminació difusa i romanent en determinades zones (rierols, rius, zones humides, aigües subterrànies i fins i tot aigües costaneres) com a font d'alteració del medi. La contaminació per excés de nitrats i plaguicides, en alguns indrets, és realment rellevant, especialment a les aigües subterrànies de la Catalunya central, el Pla d'Urgell, el Maresme, l'Empordà, el Baix Camp, etc. Aquesta és una contaminació fruit de l'activitat humana sobre el territori (majoritàriament l'agricultura) i que no es pot tractar a final de canonada (com s'ha fet majoritàriament en els abocaments puntuals urbans i industrials), sinó que cal prendre mesures a l'origen. Així, cal una política efectiva d'optimització de fertilitzants i d'ús de plaguicides, i especialment una anàlisi rigorosa de l'excés de residus orgànics (purins) generats per l'activitat ramadera i que tenen una difícil integració al territori si abans no són tractats.

— *Sanejament 2.0 (sanejament de petits nuclis versus extracció de contaminants emergents).* Tal com s'ha exposat en els capítols anteriors, a Catalunya se saneja actualment més del 97 % de les aigües residuals urbanes, amb la construcció i el manteniment de més de 500 depuradores, amb uns costos de manteniment i explotació per sobre dels 250 M€ anuals. Cal encara arribar a sanejar el 3 % de la població restant per assolir els estàndards de qualitat europeus (Directiva 91/271/CE), però, per assolir aquest repte, l'Agència Catalana de l'Aigua ja ha reconegut que caldrà implementar un miler de nous sistemes de sanejament o tractaments adequats. Es tracta de petits nuclis urbans, dispersos en el territori, dels quals cal sanejar les aigües abans de ser abocades al medi. De tota manera, cal tenir present que, en molts casos, la dispersió d'aquests punts d'abocament i la seva poca rellevància fan que es pugui integrar millor al medi que no pas fent estructures de concentració dels efluent en un punt determinat. Cal, doncs, afrontar aquest repte des del punt de vista del medi, que de fet és el que demana la directiva europea (tractament adequat). És per aquesta raó que els sistemes de baix cost, a base de filtres verds o aiguamolls o sistemes terciaris vegetats, de baix manteniment i elevada integració a l'entorn, han de ser valorats seriosament, sense

necessitat de grans infraestructures ni de concentració d'afluents, sinó com a tractaments *in situ*.

D'altra banda, l'elevat cost d'assumir aquest repte fa valorar si cal invertir els recursos disponibles en aquest «sanejament residual» o millorar els sistemes existents en els principals focus de contaminació urbana i industrial, on els sistemes de sanejament convencionals actualment construïts no permeten l'extracció d'una gran part dels contaminants emergents (fàrmacs, productes de cura personal, nous plaguicides i biocides, agents conservants, cosmètics, retardants de flama, etc.), que són abocats al medi i, en alguns casos, bioacumulats en els organismes aquàtics. A molts països, com és el cas de Suïssa o de Suècia, s'han incorporat estàndards de qualitat en els efluents de les aigües residuals tractades per a reduir i eliminar l'abocament al medi d'aquests nous contaminants emergents. Aquest és un repte que a Catalunya també hem d'afrontar, especialment pel fet que una gran quantitat d'aigua extreta del medi per als diferents usos prové d'aigua ja utilitzada anteriorment (atesos els minsos cabals que circulen pels nostres rius). La poca capacitat de dilució dels nostres rius i rierols fa que una elevada proporció de l'aigua que circula per les conques, o que s'infiltra a les aigües subterrànies, sigui aigua ja usada anteriorment, per la qual cosa l'extracció de tots aquests contaminants emergents pren més protagonisme i necessitat. Així, cal una reflexió i una anàlisi cost/eficàcia pel que fa a la inversió en el sanejament, valorant l'eficiència de tractaments avançats en zones altament urbanes i industrials i els sistemes de tractament integrats en petits nuclis rurals i dispersos en el territori.

— *Sistemes mediterranis, fenòmens extrems i canvi climàtic*. Tal com s'ha comentat, els sistemes aquàtics catalans estan subjectes a l'elevada variabilitat pluviomètrica pròpia del clima mediterrani, fet que condiciona la disponibilitat del recurs i fa els ecosistemes més vulnerables a la pressió antròpica. De tota manera, cal esperar, d'acord amb les previsions i les diferents projeccions del canvi climàtic, que aquesta variabilitat s'accentuarà, i que s'incrementaran els fenòmens extrems, com les pluges torrencials i les fortes crescudes, les onades de calor, etc., fet que pot afectar la funcionalitat dels ecosistemes, la seva vulnerabilitat (Prat i Munné, 2009), i produir efectes associats no desitjats (per exemple, *blooms* algals en embassaments, etc.). Cal, doncs, aprofundir en la implementació d'eines de gestió eficient i coordinada. Així, la millora en la seguretat de la garantia de recurs, el foment de la reutilització i la recuperació aigües subterrànies, o la gestió forestal, són accions que cal explorar. La coordinació entre polítiques sectorials a diversos nivells és essencial per a una correcta gestió de l'aigua a Catalunya,

que permeti el manteniment del bon estat dels ecosistemes aquàtics i mantingui o millori els serveis que l'aigua proveeix, però alhora que es pugui disposar d'una eina eficient per a fer front als reptes del canvi climàtic. Un pacte de l'aigua a Catalunya entre els sectors econòmics, ambientals i les diferents administracions amb competència en agricultura, territori, indústria i medi ambient esdevé en aquest sentit una eina imprescindible.

REFERÈNCIES

- ACA (AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA) (2008). ACORD GOV/128/2008, del 3 de juny, pel qual s'aprova el Programa de seguiment i control del districte de conca hidrogràfica o fluvial de Catalunya. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 5180, p. 57965- 58007.
- (2013a). Acord GOV/139/2013, del 15 d'octubre, pel qual s'aprova el Programa de seguiment i control del DCFC per al període 2013-2018. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 6482, p. 1-15.
- (2013b). *Característiques de la demarcació, anàlisi d'impactes i pressions de l'activitat humana, i anàlisi econòmica de l'ús de l'aigua a les masses d'aigua del districte de conca fluvial de Catalunya*. Document IMPRESS, 2013. 107 p. [en línia] http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on_cicle_pla_gestio/Document_IMPRESS_2013_Index.pdf. [Consulta: 2 novembre 2018]
- (2013c). *Qualitat hidromorfològica dels rius del Districte de Conca Fluvial de Catalunya. Resultats del Programa de seguiment i control 2007-2012*. 74 p. [en línia] http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/aigua_medi/programa_seguimet_control/qualitat_hidromorf_rius_dcfc.pdf [Consulta: 2 novembre 2018]
- ANDERSON, B. G.; RUTHERFURD, I. D.; WESTERN, A. W. (2006). «An analysis of the influence of riparian vegetation on the propagation of flood waves». *Environmental Modelling & Software*, núm. 21, p. 1290-1296.
- BARDINA, M.; HONEY-ROSÉS, J.; MUNNÉ, A. (2016). «Implementation strategies and a cost/benefit comparison for compliance with an environmental flow regime in a Mediterranean river affected by hydropower». *Water Policy*, núm. 18, p. 197-216.
- BOIX, D.; GASCÓN, S.; SALA, J.; MARTINOY, M.; GIFRE, J.; QUINTANA, X. D. (2005). «A new index of water quality assessment in Mediterranean wetlands based on crustacean and insect assemblages: the case of Catalunya (NE Iberian peninsula)». *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*, núm. 15 (6), p. 635-651.
- BONADA, N.; RESH V. H. (2013). «Mediterranean-climate streams and rivers: geographically separated but ecologically comparable freshwater systems». *Hydrobiologia*, núm. 719, p. 1-29.

- BENEJAM, L.; SAURA-MAS, S.; BARDINA, M.; SOLÀ, C.; MUNNÉ, A.; García-Berthou, E. (2016). «Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects». *Ecology of Freshwater Fish*, núm. 25, p. 295-306.
- CAÑEDO-ARGÜELLES, M.; GRANTHAM, T. E.; PERRÉE, I.; RIERADEVALL, M.; CÉSPEDES-SÁNCHEZ, R.; PRAT, N. (2012). «Response of stream invertebrate to short-term salinization: A mesocosm approach». *Environmental Pollution*, núm. 166, p. 144-151.
- CAÑEDO-ARGÜELLES, M.; BUNDSCHUH, M.; GUTIÉRREZ-CÁNOVAS, C.; KEFFORD, B. J.; PRAT, N.; TROBAJO, R.; SCHÄFER, R. B. (2014). «Effects of repeated salt pulses on ecosystem structure and functions in a stream mesocosm. Science of the Total Environment», *Environment*, núm. 476-477, p. 634-642.
- CAÑEDO-ARGÜELLES, M.; SALA, M.; PEIXOTO, G.; PRAT, N.; FARIA, M.; SOARES, A. M. V. M.; BARATA, C.; KEFFORD, B. (2015). «Can salinity trigger cascade effects on streams? A mesocosm approach». *Science of the Total Environment*, núm. 540, p. 3-10.
- CID, N.; BONADA, N.; CARLSON, S. M.; GRANTHAM, Th. E.; GASITH, A.; RESH, V. H. (2017). «High variability is a defining component of Mediterranean-climate rivers and their biota». *Water*, núm. 9, p. 52 [DOI: 10.3390/w9010052]
- CLAVERO, M.; BLANCO-GARRIDO, F.; PRENDA, J. (2004). «Fish fauna in Iberian Mediterranean river basins: biodiversity, introduced species and damming impacts». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, núm. 14, p. 575-585.
- CLAVERO, M.; GARCÍA-BERTHOU, E. (2005). «Invasive species are a leading cause of animal extinctions». *Trends in Ecology & Evolution*, núm. 20 (3), p. 110.
- CRESSWELL, J. E. (2011). «A meta-analysis of experiments testing the effects of a neonicotinoid insecticide (imidacloprid) on honey bees». *Ecotoxicology*, núm. 20, p. 149.
- DURÁN, C.; LANAÓ, M.; PÉREZ-PÉREZ, L.; CHICA, C.; ANADÓN, A.; TOUYA, V. (2012). «Estimación de los costes de la invasión del mejillón cebra en la cuenca del Ebro (periodo 2005-2009)». *Limnetica*, núm. 31 (2), p. 213-230.
- EUROPEAN COMMISSION (2003). Analysis of Pressures and Impacts. Guidance document No. 3. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)*. Produced by Working Group 2.1 – IMPRESS. 157 p.

- (2012). *The Comparative Study of Pressures and Measures in the Major River Basin Management Plans*. DG Environment of the European Commission. Final Report (28 November 2012): 188 p.
- (2015). *Development of the first Watch List under the Environmental Quality Standards Directive*. Directorate General Joint Research Centre Institute for environment and Sustainability / H01-Water Resources Unit. Report EUR 27142 EN. 168 p.
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA) (2012). *European waters: assessment of status and pressures*. EEA Report No 8/2012. Luxemburg, 2012. 100 p. [ISBN: 978-92-9213-339-9]
- FERREIRA-RODRÍGUEZ, N.; SOUSA, R.; PARDO, I. (2016). «Negative effects of *Corbicula fluminea* over native freshwater mussels». *Hydrobiologia*, núm. 810 (1), p. 85-95. [DOI 10.1007/s10750-016-3059-1]
- GALLART, F.; CID, N.; LATRON, J.; LLORENS, P.; BONADA, N.; JEUFFROY, J.; JIMÉNEZ-ARGUDO, S. M.; VEGA, R. M.; SOLÀ, C.; SORIA, M.; BARDINA, M.; HERNÁNDEZ-CASAHUGA, A. J.; FIDALGO, A.; ESTRELA, T.; MUNNÉ, A.; PRAT, N. (2017). «TREHS: An open-access software tool for investigation and evaluating temporary river regimes as a first step for their ecological status assessment». *Science of the Total Environment*, núm. 607-608, p. 519-540.
- GARCÍA, M.; WEITZMANN, B.; PINEDO, S.; CEBRIAN, E.; BALLESTEROS, E. (2015). «First Report on the Distribution and Impact of Marine Alien Species in Coastal Benthic Assemblages Along the Catalan Coast». A: MUNNÉ, A.; GINEBREDÀ, A.; PRAT, N. (ed.). *Experiences from Ground, Coastal, and Transitional Water Quality Monitoring: The EU Water Framework Directive Implementation in the Catalan River Basin District (Part II)*. Cham (Suïssa): Springer International Publishing, p. 249-270. (The Handbook of Environmental Chemistry; 43)
- GARCÉS, E.; MASÓ, M.; CAMP, J. (2011). «Habitat changes in the Mediterranean Sea and the consequences for Harmful Algal Blooms formation». A: Stambler, N. (ed.). *Life in the Mediterranean Sea: A look at habitat changes*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers.
- GOROSTIZA, S.; HONEY-ROSÉS, J.; LLORET, R. (2015). *Rius de sal. Una visió històrica de la salinització dels rius Llobregat i Cardener durant el segle XX*. Sant Feliu de Llobregat: Edicions del Llobregat. 95 p. [ISBN: 978849071065]

- LADRERA, R.; CAÑEDO-ARGÜELLES, M.; PRAT, N. (2016). «Impact of potash mining in streams: The Llobregat basin (northeast Spain) as a case study». *Journal of Limnology*, núm. 76, p. 343-354.
- MACEDA-VEIGA, A. (2013). «Towards the conservation of freshwater fish: Iberian Rivers as an example of threats and management practices». *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, núm. 23, p. 1-22.
- MARCÉ, R.; MORENO-OSTOS, E.; ORDÓÑEZ, J.; FEIJÓO, C.; NAVARRO, E.; CAPUTO, L.; ARMENGOL, J. (2006). «Nutrient fluxes through boundaries in the hypolimnion of Sau reservoir: expected patterns and unanticipated processes». *Limnetica*, núm. 25 (1-2), p. 527-540.
- MARCÉ, R.; RODRÍGUEZ-ARIAS, M. A.; GARCIA-PRADELL, J. C.; ARMENGOL, J. (2010). «El Niño Southern Oscillation and climate trends impact reservoir water quality». *Global Change Biology*, núm. 16, p. 2857-2865.
- MARR, S. M.; OLDEN, J. D.; LEPRIEUR F.; ARISMENDI, I.; CALETA, M.; MORGAN, D. L.; NOCITA, A.; SANDA, R.; TARKAN, A. S.; GARCÍA-BERTHOU, E. (2013). «A global assessment of freshwater fish introductions in mediterranean-climate regions». *Hydrobiologia*, núm. 719, p. 317-329.
- MIRÓ, A.; VENTURA, M. (2015). «Evidence of exotic trout mediated minnow invasion in Pyrenean high mountain lakes». *Biol. Invasions*, núm. 17, p. 791-803.
- MUNNÉ, A.; GINEBREDÀ, A.; PRAT, N. (ed.) (2016a). *Experiences from Surface Water Quality Monitoring: The EU Water Framework Directive Implementation in the Catalan River Basin District (Part I)*. Cham (Suïssa): Springer International Publishing. 325 p. (The Handbook of Environmental Chemistry; 42) [DOI: 10.1007/978-3-319-23895-1]
- (2016b). *Experiences from Ground, Coastal, and Transitional Water Monitoring: The EU Water Framework Directive Implementation in the Catalan River Basin District (Part II)*. Cham (Suïssa): Springer International Publishing. 339 p. (The Handbook of Environmental Chemistry; 43) [DOI 10.1007/978-3-319-23904-0]
- MUÑOZ, I.; LÓPEZ-DOVAL J. C.; RICART, M.; VILLAGRASA, M.; BRIX, R.; GEISZINGER, A.; GINEBREDÀ, A.; GUASCH, H.; LÓPEZ DE ALDA, M.; ROMANÍ, A. M.; SABATER, S.; BARCELÓ, D. (2009). «Bridging levels of pharmaceuticals in river water with biological community structure in the Llobregat River Basin (NE Spain)». *Environmental Toxicology and Chemistry*, núm. 28, p. 2706-2714.

- OLIVOS, A.; MASÓ, M.; CAMP, J. (2002). «Continental runoff of nutrients and their possible influence over stoichiometric rations (DIN:P:Si) in the northeastern Mediterranean waters of Spain (Catalan Sea)». *Ciencias Marinas*, núm. 28 (4), p. 399-406.
- ORTUÑO, F.; MOLINERO, J.; GARRIDO, T.; CUSTODIO, E. (2012). «Seawater injection barrier recharge with advanced reclaimed water at Llobregat delta aquifer (Spain)». *Water Science and Technology*, núm. 66 (10), p. 2083-2089.
- OTERO, N.; SOLER, A. (2002). «Sulphur isotopes as tracers of the influence of potash mining in groundwater salinisation in the Llobregat Basin (NE Spain)». *Water Research*, núm. 36, p. 3989-4000.
- PALANQUES, A.; LÓPEZ, L.; GUILLÉN, J.; PUIG, P.; MASQUÉ, P. (2017). «Decline of trace metal pollution in the bottom sediments of the Barcelona City continental shelf (NW Mediterranean)». *Science of the Total Environment*, núm. 579 (1), p. 755-767.
- PRAT, N.; RIERADEVALL, M. (2006). «25-years of biomonitoring in two mediterranean streams (Llobregat and Besòs basins, NE Spain)». *Limnetica*, núm. 25 (1-2), p. 541-550.
- PRAT, N.; MUNNÉ, A. (2009). «Impactes sobre els ecosistemes aquàtics». A: *Aigua i canvi climàtic: diagnosi dels impactes previstos a Catalunya*. 3r Conveni Agència Catalana de l'Aigua i Fundació Nova Cultura de l'Aigua. Barcelona: Agència Catalana de l'Aigua, p. 209-277.
- RAHEL, F. J.; OLDEN, J. D. (2008). «Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species». *Conservation Biology*, núm. 22, p. 521-533.
- ROCA, G.; ALCOVERRO, T.; KRAUSE-JENSEN, D.; BALSBY, T. J. S.; VAN KATWIJK, M. M.; MARBÀ, N.; SANTOS, R.; ARTHUR, R.; MASCARÓ, O.; FERNÁNDEZ-TORQUEMADA, Y.; PÉREZ, M.; DUARTE, C. M.; ROMERO, J. (2016). «Response of seagrass indicators to shifts in environmental stressors: A global review and management synthesis». *Ecological Indicators*, núm. 63, p. 310-323.
- RODRÍGUEZ-LABAJOS, B.; SOLÀ, C.; MUNNÉ, A. (2016). «A First Biopollution Index Approach and Its Relationship on Biological Quality in Catalan Rivers». A: MUNNÉ, A.; GINEBREDÀ, A.; PRAT, N. (ed.). *Experiences from Surface Water Quality Monitoring: The EU Water Framework Directive Implementation in the Catalan River Basin District (Part I)*. Cham (Suïssa): Springer International Publishing, p. 37-64. (The Handbook of Environmental Chemistry; 42)

- ROMERO J.; MARTÍNEZ-CREGO, B.; ALCOVERRO, T.; PÉREZ, M. (2007). «A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD)». *Marine Pollution Bulletin*, núm. 55, p. 196-204.
- SOLÀ, C.; ORDEIX, M.; POU-ROVIRA, Q.; SELLARÈS, N.; QUERALT, A.; BARDINA, M.; CASAMITJANA, A. I.; MUNNÉ, A. (2011). «Longitudinal connectivity in hydromorphological quality assessments of rivers. The ICF index: A river connectivity index and its application to Catalan rivers». *Limnetica*, núm. 30 (2), p. 273-292.
- STELLA, J. D.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, P. M.; DUFOUR, S.; BENDIX, J. (2013). «Riparian vegetation research in Mediterranean-climate regions: common patterns, ecological processes, and consideration for management». *Hydrobiologia*, núm. 719, p. 291-315.