



LA QUALITAT DE L'AIGUA DE CONSUM HUMÀ A CATALUNYA

Joan Jofre, Francisco Lucena,
Lleonard Matia i Ferran Ribas

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
SECCIÓ DE CIÈNCIES BIOLÒGIQUES
BARCELONA, 2003

LA QUALITAT DE L'AIGUA
DE CONSUM HUMÀ A CATALUNYA

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS
SECCIÓ DE CIÈNCIES BIOLÒGIQUES

JOAN JOFRE
FRANCISCO LUCENA
LLEONARD MATIA
FERRAN RIBAS

LA QUALITAT DE L'AIGUA
DE CONSUM HUMÀ A CATALUNYA

BARCELONA

2003

Biblioteca de Catalunya. Dades CIP

La **Qualitat** de l'aigua de consum humà a Catalunya
Bibliografia
ISBN 84-7283-707-6
I. Jofre i Torroella, Joan
II. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Biològiques
1. Aigua potable - Catalunya 2. Aigua - Qualitat - Catalunya
628.1(467.1)

Agraïm molt sincerament a l'Agència Catalana de l'Aigua, a Aigües de Barcelona, a la Direcció General de Salut Pública del Departament de Sanitat i Seguretat Social de la Generalitat de Catalunya i al Laboratori del Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona l'accés a algunes dades que encara no s'han fet públiques.

Disseny de la coberta: Maria Casassas

© Joan Jofre, Francisco Lucena, Lleonard Matia i Ferran Ribas
© 2003, Institut d'Estudis Catalans, per a aquesta edició
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: desembre de 2003
Tiratge: 600 exemplars

Text revisat lingüísticament per l'Oficina de Correcció i Assessorament Lingüístics de l'IEC

Compost per fotocomposició gama, s. l.
Carrer d'Aristides Maillol, 3, 1r. 08028 Barcelona

Imprès a Altés, SL
Carrer de Cobalt, 160. 08907 L'Hospitalet de Llobregat

ISBN: 84-7283-707-6
Dipòsit Legal: B. 46708-2003

Són rigorosament prohibides, sense l'autorització escrita dels titulars del *copyright*, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol procediment i suport, incloent-hi la reprografia i el tractament informàtic, la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec comercial, la inclusió total o parcial en bases de dades i la consulta a través de xarxa telemàtica o d'Internet. Les infraccions d'aquests drets estan sotmeses a les sancions establertes per les lleis.

Informe sol·licitat per la Secció de Ciències Biològiques a Joan Jofre i Torroella (UB), que fou presentat en el decurs de la sessió de la Secció de Ciències Biològiques el dia 9 de desembre de 2002.

TAULA

PRESENTACIÓ	9
INTRODUCCIÓ	11
AIGUA DE CONSUM	13
Substàncies químiques presents a l'aigua	13
Microorganismes presents a l'aigua	15
Patògens	16
No patògens	17
Procedència de les substàncies i els microorganismes presents a l'aigua	18
Naturals	18
Provinents de la contaminació	19
Originats durant el tractament de potabilització	19
Originats durant la distribució	20
Problemes causats per substàncies i microorganismes presents a l'aigua	20
Problemes organolèptics	20
Problemes de salut	22
Avaluació dels riscos per a la salut deguts al consum d'aigua	22
Problemes a curt termini	22
Problemes a llarg termini	24
Determinació dels nivells màxims de concentracions llindar de substàncies químiques i microorganismes per a prevenir riscos	26
Substàncies químiques	26
Microorganismes	26
Perillositat dels microorganismes <i>versus</i> perillositat dels productes químics	27
LEGISLACIÓ REFERENT A LA QUALITAT DE LES AIGÜES	29
Legislació actual	29
Directriu marc de política d'aigües	30
Qualitat de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable	31

Qualitat de les aigües de consum humà	31
Desenvolupaments previsibles que poden canviar la legislació	32
SITUACIÓ A CATALUNYA	35
Qualitat dels recursos d'aigua per al consum	35
Dades de les xarxes de control adoptades pel Pla de Sanejament	36
Dades de l'enquesta de l'ASAC	43
Tractament de l'aigua de consum	47
Barreges	47
Tractaments de potabilització	47
Qualitat de l'aigua de consum	49
Dades bàsiques: fonts d'informació	49
Paràmetres d'especial interès	55
Efectes contrastats sobre la salut	57
Contaminació química	57
Contaminació microbiana	58
CONCLUSIONS	61
ALGUNS SUGGERIMENTS	63

PRESENTACIÓ

La Secció de Ciències Biològiques va acordar, com un dels seus objectius fonamentals, organitzar informes i debats sobre temes de la seva àrea de competència que tinguessin la màxima transcendència des del punt de vista social. En cada una de les temàtiques es va decidir invitar els millors experts amb la finalitat que lliuressin un informe que seria sotmès a debat en el curs d'una sessió de la Secció. Un dels temes escollits va ser l'estudi científic sobre la qualitat de l'aigua de consum humà. L'encàrrec va ser fet a Joan Jofre, catedràtic de Microbiologia de la Universitat de Barcelona, expert de reconegut prestigi en aquesta matèria.

L'informe va ser presentat a l'IEC el dia 9 de desembre de 2002 en el curs d'una sessió de la Secció de Ciències Biològiques a la qual van ser invitats a assistir els membres de la Secció de Ciències i Tecnologia. El brillant i documentat informe va anar seguit d'una viva discussió amb diverses intervencions per part dels assistents a la sessió.

La Secció de Ciències Biològiques de l'IEC creu que és de gran interès la publicació d'aquest informe sobre la qualitat de l'aigua de consum humà a Catalunya. El text, coordinat per Joan Jofre, compta amb la molt important col·laboració de Francisco Lucena, del Departament de Microbiologia de la Universitat de Barcelona, i de Lleonard Matia i Ferran Ribas, de la Societat General d'Aigües de Barcelona, tots ells experts de reconegut prestigi en aquesta temàtica. Els autors revisen amb gran autoritat tots els problemes relacionats amb la contaminació orgànica, inorgànica i microbiològica de l'aigua de consum humà a Catalunya, analitzen els aspectes legislatius i informatius relacionats amb aquesta matèria i exposen els suggeriments per intentar incrementar la qualitat de l'aigua de consum al nostre país.

L'interès i la qualitat d'aquest text i d'un altre informe, també promogut i publicat per la Secció de Ciències Biològiques, dedicat al Pla Hidrològic i a la gestió sostenible de l'aigua del Baix Ebre han contribuït decisivament al fet que l'IEC organitzi un simposi sobre aquests i altres problemes relatius a l'aigua sota el títol

«L'aigua, un recurs fonamental», que sens dubte tindrà un ampli ressò científic i social.

Espero i desitjo que la publicació d'aquest excellent text contribueixi a un enriquidor i aclaridor debat sobre un tema de tanta transcendència social i sanitària.

MÀRIUS FOZ

President de la Secció de Ciències Biològiques

INTRODUCCIÓ

L'aigua adequada per al consum humà o aigua potable constitueix una necessitat bàsica per a la supervivència, la salut i la dignitat de totes les persones. Recentment, el Comitè de Drets Econòmics, Culturals i Socials de les Nacions Unides ha inclòs l'aigua com un més dels drets humans. Però es calcula que encara hi ha uns 1.700 milions de persones, és a dir, la tercera part dels 5.200 milions que viuen en països en fase de desenvolupament, que encara no disposen d'aigua potable. Incrementar el nombre de persones amb accés a aigua potable és un objectiu de diferents organitzacions internacionals com les Nacions Unides i l'Organització Mundial de la Salut des de fa molts anys.

La mesura exacta dels problemes de salut que representa per a la població la mala qualitat de l'aigua és molt difícil, ja que alguns dels seus efectes són de mal detectar i alguns també poder ser causats per altres agents o vies, com són els aliments, el contacte amb superfícies inanimades i el contacte persona-persona. Atinent només a una de les manifestacions més fàcilment observables, les gastroenteritis agudes, es calcula que els 5.200 milions d'habitants dels països en via de desenvolupament tenen uns deu episodis de gastroenteritis l'any, que donen lloc a uns 2.200.000 morts l'any. Aquestes morts corresponen principalment a infants. Entre un 5 % i un 10 % d'aquestes gastroenteritis i morts serien directament causades per l'aigua. En el conjunt del món desenvolupat, el nombre d'episodis de gastroenteritis és d'un cada dos anys per habitant, fet que dona uns 750 milions d'episodis de gastroenteritis l'any. D'aquests, entre un 2,5 % i un 5 % serien causats per l'aigua, amb una mortalitat proporcionalment molt inferior a la que es dona als països en fase de desenvolupament. Pel que fa a altres efectes de la mala qualitat de l'aigua, ja siguin altres infeccions no gastrointestinals, toxicitats cròniques, càncers, efectes sobre la fertilitat, etc., les dades disponibles són molt incompletes i poc fiables.

A Catalunya, estem comptabilitzats dins el collectiu que gaudeix d'aigua potable i amb baixa incidència de problemes causats pel seu consum. No cal obli-

dar que circumstancialment es donen alguns problemes i que se'n seguiran donant. Malgrat els esforços fets des de fa uns cent anys, es donen algunes circumstàncies, com ara un major consum d'aigua *per capita*, un nombre més alt de consumidors, una capacitat més gran de contaminar i l'envelliment de les infraestructures, que fan preveure alguns problemes afegits en el futur immediat.

En aquest context, intentarem donar una ullada a la qualitat de l'aigua de consum humà a Catalunya, tenint en compte la problemàtica que es presenta i que és conseqüència de factors geològics, geogràfics, climàtics, demogràfics i socioeconòmics.

AIGUA DE CONSUM

Quan parlem d'aigua, no parlem solament de la molècula H_2O , sinó que parlem de la molècula i de nombroses substàncies dissoltes tant inorgàniques com orgàniques i de materials en suspensió, com els microorganismes patògens i no patògens.

Alguns d'aquests elements són potencialment nocius per a l'home i els animals que en beuen, i per a les plantes que hi són regades. Almenys a l'aigua de consum humà no hi haurien de ser o haurien de ser-hi en nivells inferiors a aquells que representen un risc per a la salut humana. Alguns altres elements no són nocius, però afecten la qualitat organolèptica o estètica de l'aigua i és convenient que tampoc no hi siguin. Més endavant veurem quines són les exigències de la legislació sobre aquesta qüestió.

A continuació fem un resum dels diferents tipus de substàncies químiques i de microorganismes que cal tenir en compte per a garantir la qualitat de l'aigua de consum.

SUBSTÀNCIES QUÍMIQUES PRESENTS A L'AIGUA

En concentracions més o menys elevades trobem a l'aigua milers de substàncies químiques, tant inorgàniques com orgàniques. La gran majoria s'hi troben en concentracions extraordinàriament baixes. Aquelles que s'hi troben en concentracions significatives són motiu de preocupació i de control.

No cal dir que, en concentracions molt elevades, molts productes químics generen problemes de toxicitat aguda. Aquest fet, encara que no es pot descartar, es dona molt rarament a l'aigua de consum i només com a conseqüència d'accidents de manipulació. Així, als Estats Units d'Amèrica, entre el 1991 i el 1998, es va informar de disset episodis d'intoxicació aguda per productes químics (deter-

gents, clor, fluorur o coure).¹ En general, les concentracions de substàncies químiques hi són en quantitats molt més petites que les que produeixen toxicitat aguda.

En aquestes condicions, algunes substàncies químiques són importants perquè indiquen la qualitat general de l'aigua o per la influència que tenen en les seves característiques organolèptiques. Aquest seria el cas del clor, el sulfur d'hidrogen, les substàncies orgàniques volàtils, i d'ions com el clorur, el sulfat, el calci, l'amoni, el sodi, el ferro, el manganès, etc.

D'altres, són importants en funció de la seva potencial implicació en la salut. Aquests efectes sobre la salut solen ser a llarg termini i com a conseqüència d'efectes acumulatius, i es manifesten com a toxicitat crònica en diferents teixits, òrgans o sistemes, o bé donant efectes genotòxics, carcinògens, etc. Els que més preocupació causen actualment queden reflectits en la taula 1. Aquesta inclou dues llistes. En la primera s'indiquen les substàncies esmentades en la Decisió 2455/2001/CE del Parlament Europeu sobre les substàncies químiques prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües de la Unió Europea, i en la segona s'indiquen les substàncies químiques considerades en el Reial decret 140/2003, de 7 de febrer de 2003 (transposició de la Directriu 98/83/CE de la Unió Europea), pel qual s'estableixen els criteris de qualitat de l'aigua de consum humà. Totes hi són arran de la seva perillositat i de la seva abundància a l'aigua. La primera llista és més extensa que la segona, ja que inclou algunes substàncies que no es troben en concentracions significatives en aigües de consum humà. No obstant això, es poden trobar en algunes aigües en concentracions suficients per a afectar les poblacions naturals que les habiten. A més, aquestes aigües podrien ser utilitzades com a recursos d'aigües de consum i, després del tractament, com a aigües d'abastament.

Pel que fa a les aigües de consum, les substàncies químiques que més preocupen actualment els països industrialitzats amb nombres de població i diversitat d'activitats com Catalunya, són les següents: l'arsènic, el plom, el nitrat/nitrit, els bromats, alguns compostos orgànics com els trihalometans, el benzè, el percloroetilè, el toluè, el xilè, el tricloroetilè, i alguns plaguicides.

També preocupen aquells elements químics, siguin d'origen natural o artificial, que són radioactius. Caldrà, doncs, controlar possibles excessos de radioactivitat a l'aigua de consum humà, i així s'ha previst en les legislacions referents a la qualitat de l'aigua. En algunes zones de Catalunya, en especial en les zones d'influència de centrals nuclears, cal vigilar especialment la radioactivitat de l'aigua.

1. G. F. CRAUN, R. L. CALDERÓN i N. NWACUKU (2003), «Causes of waterborne outbreaks reported in the United States, 1991-1998», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press i IWA Publishing.

TAULA 1. *Substàncies químiques que apareixen a l'aigua i que són motiu de preocupació*

<i>Llista de les substàncies químiques prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües de la Unió Europea (Decisió 2455/2001/CE del Parlament Europeu)</i>
Alaclor, antracè, atrazina, benzè, difenilèter bromat, cadmi i els seus compostos, C ₁₀₋₁₃ -cloroalcans, clorfenvinfòs, clorpirifòs, 1,2-dicloroetà, diclorometà, ftalat de di(2-etilhexil) (DEHP), diuron, endosulfan (alfa-endosulfan), fluorantè, hexaclorobenzè, hexaclorobutadiè, hexaclorociclohexà (gamma-isòmer-lindà), isoproturó, plom i els seus compostos, mercuri i els seus compostos, naftalè, níquel i els seus compostos, nonilfenols (4-(para)-nonilfenol), octilfenols, para-ter-octilfenol, pentaclorobenzè, pentaclorofenol, hidrocarburs poliaromàtics (benzo(a)pirè, benzo(b)fluorantè, benzo(g,h,i)perilè, benzo(k)fluorantè, indenol(1,2,3-cd)pirè), simazina, compostos del tributilestany (tributilestany catió), triclorobenzens (1,2,4-triclorobenzè), triclorometà (cloroform), trifuralina.
<i>Llista de les substàncies químiques considerades en el Reial decret 140/2003, de 7 de febrer de 2003, pel qual s'estableixen els criteris de qualitat de l'aigua de consum humà</i>
Antimoni, arsènic, benzè, benzopirè, bor, bromat, cadmi, cianur, coure, crom, 1,2-dicloroetà, fluorur, hidrocarburs policíclics aromàtics (HPA) (benzo(b)fluorantè, benzo(ghi)perilè, benzo(k)fluorantè, indenol(1,2,3-cd)pirè), mercuri, microcistina, níquel, nitrat, nitrit, plaguicides (aldrín, dieldrina, heptaclor, heptaclor epòxid), plom, seleni, trihalometans (bromodiclorometà, bromoform, cloroform, dibromoclorometà), tricloroetà, tetracloroetà.

Hi ha alguns grups de molècules que no es troben reflectides en la legislació i que comencen a causar preocupació, ja que la seva concentració en aigües contaminades és prou elevada. Són els contaminants químics emergents. Entre altres, hi trobem un conjunt de molècules amb activitat semblant a algunes hormones i que coneixem com a *disruptors endocrins*; substàncies de cura personal (medicaments, cosmètics, etc.); el metil *t*-butil èter (MTBE), que és un additiu de la gasolina utilitzat després de l'eliminació del plom, etc. Caldrà fer-ne un seguiment en els propers anys, encara que de moment no ha estat descrit que les concentracions que s'han trobat a les aigües de consum siguin motiu de preocupació sanitària.

Moltes d'aquestes substàncies químiques emergents, com algunes de les citades en el paràgraf anterior, es poden trobar en aigües altament contaminades en concentracions suficients per a tenir un efecte clarament nociu sobre les comunitats naturals. Però aquest és un aspecte que, encara que és molt important, cau fora del que estem analitzant aquí.

MICROORGANISMES PRESENTS A L'AIGUA

Entre els microorganismes presents a l'aigua, n'hi ha que són patògens i d'altres que no, alguns són autòctons i uns altres hi han estat introduïts com a conseqüència de diferents tipus de contaminació.

PATÒGENS

Entre els patògens, o microorganismes capaços de produir malalties infeccioses, tenen especial importància aquells que trobem a les excretes i que es transmeten per via oral, és a dir, els que segueixen la via de transmissió fecal-oral. Aquest tipus de microorganismes no acostumen a multiplicar-se a l'aigua. Pràcticament tots aquests microorganismes, a més de per l'aigua, es transmeten també pels aliments i pel contacte persona-persona, generalment com a conseqüència de manca d'higiene personal.

TAULA 2. Patògens transmesos per l'aigua més freqüents

Bacteris	Virus	Protozoos
<i>Salmonella typhi</i> i no <i>typhi</i>	Picornavirus	<i>Giardia duodenalis</i>
<i>Yersinia</i>	Virus de l'hepatitis A	<i>Cryptosporidium parvum</i>
<i>Campylobacter jejuni</i>	Poliovirus	<i>Cyclospora cayetanensis</i>
<i>Vibrio cholerae</i>	Coxsackievirus	<i>Entamoeba histolytica</i>
<i>Shigella</i>	Adenovirus	
<i>Escherichia coli</i> enteropatogèniques	Norovirus	
<i>Aeromonas</i>	Virus de l'hepatitis E	
<i>Plesiomonas</i>	Rotavirus	
	Astrovirus	

Els microorganismes d'interès sanitari pertanyen a quatre grans grups: virus, bacteris, protozoos paràsits i metazous paràsits, principalment helmints (no inclosos en la taula). En la taula 2 assenyallem els més importants. Els microorganismes descrits en aquesta taula varien quant a dosi infecciosa. En general, fan falta concentracions de diverses unitats logarítmiques per a iniciar les infeccions bacterianes, i concentracions molt més baixes per a iniciar infeccions per virus i protozoos. En aquests, les dosis infeccioses poden ser d'entre un i deu microorganismes.

Els diferents grups de microorganismes també difereixen molt pel que fa a la resistència a factors inactivadors, siguin naturals (en aquest cas, propis del medi aquàtic) o introduïts per l'home en els processos de tractament i desinfecció de l'aigua.

Els patògens més rellevants varien segons les diferents zones geogràfiques. Per exemple, la *Shigella* és el patògen més important a l'Àfrica i, en canvi, té molt poca importància als països industrialitzats. També han variat amb el temps, en funció de les condicions epidemiològiques de la població humana i animal. Així per exemple, en el nostre entorn, la *Salmonella typhi*, molt important en temps no gaire llunyans, ha quasi desaparegut. En canvi, han augmentat notablement la *Salmonella enteritidis* i l'*Escherichia coli* O157:H7. També han variat els virus.

Així, cada cop hi ha menys virus de l'hepatitis A i hi ha més norovirus (per exemple, el virus de Norwalk). Als països del nostre entorn han desaparegut els hel·mints com a problema lligat a l'aigua i, en canvi, ha aparegut el protozou *Cryptosporidium*. Lligat als canvis de patògens més prevalents, en els darrers anys es parla molt de les *infeccions emergents*, que són aquelles que no existien o no s'havien detectat, i de les *infeccions reemergents*, que són aquelles que es creien superades i que apareixen de nou. Per exemple, cal tenir en compte que alguns dels patògens que més ens preocupen actualment, com el *Campylobacter jejuni*, l'*E. coli* O157:H7 i el *Cryptosporidium*, no havien estat reconeguts com a transmesos per l'aigua fins fa uns deu o quinze anys, o que ni tan sols sabíem que l'*Helicobacter pylori* fos l'agent causal de l'úlcera de duodè i d'estómac. Entre els problemes emergents també s'han assenyalat els prions, com ara l'agent causal de l'encefalopatia espongiforme bovina, però no coneixem cap prova experimental ni hi ha cap evidència epidemiològica creïble que els prions es poden transmetre per l'aigua.

Cal mencionar alguns microorganismes, bacteris, que no provenen de la contaminació fecal, ja que són habitants normals del medi aquàtic, i que introduïts en alguns sistemes de distribució, o en alguns circuits tancats, s'hi poden multiplicar si hi troben les condicions per a fer-ho. El cas més conegut és el de la *Legionella pneumophila*, agent causal d'una forma atípica de pneumònia, que no es transmet per via fecal-oral com els casos anteriors, sinó per aerosols generats en sistemes de refrigeració, dutxes, etc. També es transmet per aerosols el protozou *Naegleria fowleri*, encara que no sembla que causi problemes en la nostra àrea geogràfica. No cal oblidar tampoc els micobacteris de creixement lent, anomenats *micobacteris atípics*, i tal vegada la *Pseudomonas aeruginosa*, que poden formar biopel·lícules en material d'ús mèdic, com ara equipaments de diàlisi, i que si causen problemes no ho fan per via fecal-oral.

Alguns cianobacteris, o algues blaves, que creixen en aigües superficials produeixen algunes toxines. En el cas de grans *blooms*, poden produir-ne en quantitat suficient per a causar problemes a l'aigua de consum humà. L'exemple més conegut és el de la *Microcystis aeruginosa*, i les toxines que produeix es denominen *microcistines*.

NO PATÒGENS

A l'aigua també trobem molts microorganismes no patògens que, o bé formen part de la microbiota del medi aquàtic, o bé provenen de la contaminació, per exemple de les excretes, però que no són patògens o que almenys no són patògens per via oral. Molts d'aquests microorganismes s'utilitzen com a indicadors per a valorar la qualitat de l'aigua, ja que tenen orígens semblants als patògens, n'hi ha

més i són de més fàcil detecció. Alguns d'aquests microorganismes o grups de microorganismes no tenen valor taxonòmic i són definits per tècniques de detecció i enumeració. D'altres, en canvi, corresponen a microorganismes d'una espècie o gènere determinats. Entre els primers, hi trobem: bacteris heteròtrofs totals crescuts a 22 °C i a 37 °C, coliformes totals, coliformes fecals, estreptococs fecals, espores de clostridis reductors de sulfit, bacteriòfags (colifags somàtics, bacteriòfags F-específics d'ARN i bacteriòfags de *Bacteroides fragilis*). Entre els segons, només hi ha l'*Escherichia coli*, l'*Enterococcus* i el *Clostridium perfringens*.

Hi ha alguns microorganismes que poden créixer formant biopel·lícules a les superfícies de les canonades i els dipòsits, i contribuir a degradar la qualitat organolèptica de l'aigua.

PROCEDÈNCIA DE LES SUBSTÀNCIES I ELS MICROORGANISMES PRESENTS A L'AIGUA

Alguns dels components indesitjables que trobem a l'aigua de consum hi són com a conseqüència del cicle natural de l'aigua, mentre que d'altres hi són com a conseqüència de l'activitat de l'home, ja sigui en forma de contaminants o en forma de productes generats en els processos de tractament i distribució.

NATURALS

Algunes vegades, l'aigua de pluja, en arribar a terra, ja porta dissolts alguns contaminants atmosfèrics. Per posar alguns exemples, tenim els sulfats (pluja àcida) o els halometans d'origen biogènic, que són conseqüència de l'activitat de les algues marines.² D'altres hi són per dissolució o suspensió de substàncies naturals. Entre les inorgàniques trobem sals, alguns minerals com ara l'arsènic i els seus compostos, materials radioactius, etc. Entre les orgàniques trobem les substàncies originades de la descomposició de matèria orgànica natural (àcids húmics i fúlvics) i algunes molècules tòxiques produïdes per poblacions naturals de cianobacteris (microcistines, anatoxines i d'altres). La presència i les concentracions d'algunes d'aquestes substàncies es poden veure afectades per l'activitat de l'home. Efectivament, la sobreexplotació d'aqüífers pot produir intrusió marina o canvis en els fluxos d'aigua i, per tant, canvis en les concentracions de minerals dissolts a l'aigua. D'altra banda, l'eutrofització dels rius, embassaments i llacs

2. P. M. GSCHWEND, J. K. MACFARLANE i K. A. NEWMAN (1985), «Volatile halogenated organic compounds released to seawater from temperate marine macroalgae», *Science*, núm. 227, p. 1033-1035.

com a efecte indirecte de la contaminació influeix en el contingut de matèria orgànica, oxigen dissolt, fòsfor i nitrogen.

PROVINENTS DE LA CONTAMINACIÓ

Altres components presents a l'aigua s'hi incorporen per dissolució o suspensió de substàncies químiques o microorganismes presents en el medi natural com a conseqüència directa de la contaminació del medi per l'activitat humana. Aquests solen ser els més preocupants. En la taula 3 hi ha un resum de l'origen de diferents molècules i microorganismes que són a l'aigua com a conseqüència de la contaminació.

TAULA 3. *Contaminants més freqüents aportats al medi aquàtic per diferents tipus d'activitat*

<i>Font</i>	<i>Contaminants inorgànics</i>	<i>Contaminants orgànics</i>	<i>Microorganismes</i>
Àrees urbanes	Metalls pesants, fosfats, amoni, nitrats, etc.	Hidrocarburs, tensioactius, compostos orgànics biodegradables, etc.	Microorganismes indicadors i patògens
Activitats agrícoles i ramaderes	Amoni, nitrats, fosfats, etc.	Compostos orgànics i plaguicides	Microorganismes indicadors i patògens
Activitats mineres i extractives	Metalls pesants, sals, etc.		
Activitats industrials	Amoni, nitrats, sals, fosfats, metalls pesants, òxids metàl·lics, etc.	Hidrocarburs, tensioactius, compostos orgànics biodegradables, compostos orgànics halogenats, dissolvents, etc.	
Filtracions dipòsits emmagatzematge		Hidrocarburs	
Vies de comunicació	Metalls pesants	Hidrocarburs	

ORIGINATS DURANT EL TRACTAMENT DE POTABILITZACIÓ

D'altres, anomenats *subproductes de la desinfecció*, es produeixen com a conseqüència dels mateixos tractaments de potabilització, per exemple, els derivats de la cloració (trihalometans) o de l'ozonització (bromats).

ORIGINATS DURANT LA DISTRIBUCIÓ

Finalment, n'hi ha uns altres que s'originen durant el procés de distribució, ja sigui per migracions del material de les canonades (plom) o per formació de biopel·lícules microbianes que les produeixen.

PROBLEMES CAUSATS PER SUBSTÀNCIES I MICROORGANISMES PRESENTS A L'AIGUA

Pel que fa al consum humà, les substàncies i partícules presents a l'aigua poden comportar dos tipus de problemes: un de relacionat amb la qualitat organolèptica de l'aigua, que no representa cap risc per al consumidor, i un altre que comporta un risc per a la salut.

PROBLEMES ORGANOLÈPTICS

Es denominen *caràcters organolèptics de l'aigua* aquells que poden ser percebuts mitjançant els sentits. Inclouen el color, la terbolesa, el gust, l'olor i també la temperatura. Aquests paràmetres són molt importants, ja que són els que permeten que el consumidor valori directament la qualitat del producte i, en definitiva, influeixen sobre la seva percepció relativa a la qualitat de l'aigua potable. Aquests caràcters sovint no estan associats a una mala qualitat sanitària d'aquesta aigua.

El color i la terbolesa de l'aigua vénen motivats per les substàncies en suspensió que té, en especial les substàncies col·loïdals, encara que el color també pot ser produït per compostos en dissolució. Per exemple, el ferro i el manganès dissolts, en oxidar-se, donen color i terbolesa a l'aigua, ja que llavors precipiten els seus òxids. El gust de l'aigua el provoquen les substàncies en dissolució, en especial les minerals: clorurs, sulfats, bicarbonats, sodi, calci i magnesi. L'olor de l'aigua ve provocada pels compostos volàtils. Alguns d'aquests compostos són d'origen biogènic, com la geosmina, produïda per actinobacteris, o el metilisoborneol, produït per cianobacteris. D'altres provenen de la contaminació, com els dissolvents o el sulfur d'hidrogen, o del mateix tractament de l'aigua, per exemple el clor.

Així com la temperatura, el color i la terbolesa són fàcils d'analitzar als laboratoris, no passa el mateix amb el gust i l'olor. En aquest cas, són persones, normalment grups («panells» de tastadors), qui fan les proves d'una manera procedimental. Hi ha dos tipus de proves: la primera, denominada *prova del llindar*, consisteix a determinar quan cal diluir l'aigua perquè sigui inodora i insípida; la segona, anomenada *anàlisi de perfil del sabor*, consisteix a determinar, de manera

estandarditzada, els diferents descriptors responsables del gust i l'olor de l'aigua, així com de la seva intensitat, en una escala que va de l'1 al 12.

Una qüestió molt important és que la percepció de les condicions organolèptiques influeix en l'opinió del consumidor sobre la qualitat sanitària de l'aigua. Així doncs, els consumidors que puntuen baix el sabor de l'aigua també acostumen a puntuar baix la seva qualitat sanitària, i viceversa. Els resultats d'enquestes realitzades per les mateixes companyies subministradores mostren un clar paral·lisme entre la percepció de la qualitat organolèptica i la percepció de la qualitat sanitària (figura 1), tot i que és ben conegut que no necessàriament ha d'haver-hi cap relació. Així, en algunes zones urbanes de Catalunya, per exemple a Barcelona i la seva àrea d'influència, on la qualitat organolèptica no sempre és òptima, es té una percepció d'una qualitat sanitària pitjor de la real. En canvi, a zones rurals amb aigua de bona qualitat organolèptica, es té una percepció de la qualitat sanitària millor que la que les anàlisis i l'epidemiologia ens indiquen.

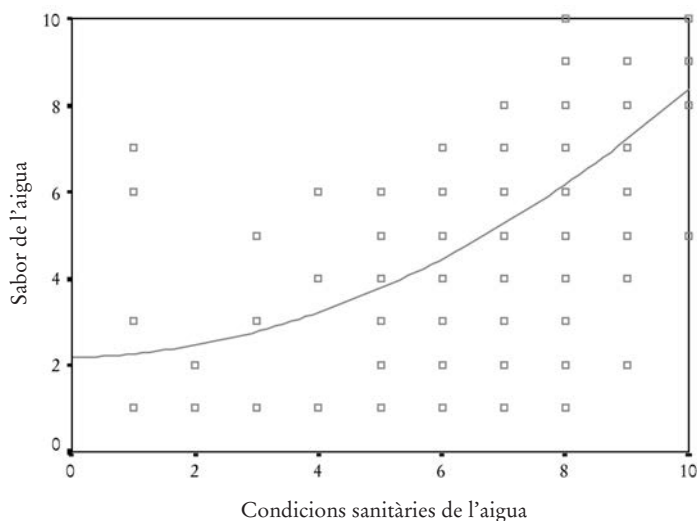


FIGURA 1. Relació entre la qualificació donada pels consumidors al tast i la qualitat sanitària de l'aigua de consum.³

3. A. RUIZ i J. FERRER (2003), «In the area of Barcelona three million consumers act every day as water tasters. What is the result?», *Wat. Sci. Technol.*, en premsa.

PROBLEMES DE SALUT

Entre els problemes de salut que originen els diferents elements que es poden trobar a l'aigua, n'hi ha alguns que són fàcilment apreciables i observables a curt termini (gastroenteritis, intoxicacions agudes, hepatitis), mentre que d'altres (toxicitats cròniques, càncer, alteracions al sistema reproductor, etc.) es donen a llarg termini. No cal dir que avaluar la importància dels elements que provoquen efectes a llarg termini és molt difícil, quasi impossible.

També cal assenyalar que alguns problemes apreciables a curt termini, com ara els problemes gastrointestinals, se solen detectar amb major facilitat quan es produeixen en forma de brots que afecten diverses persones. Tot i això, sovint són infravalorats, ja que molta gent no consulta el metge per una simple gastroenteritis. Però moltes vegades les gastroenteritis es donen com a casos esporàdics que passen desapercebuts i que, per tant, són molt difícils d'avaluar. Recentment, i com a conseqüència de l'aparició d'alguns brots transnacionals deguts a la globalització del mercat alimentari i a l'aparició de patògens emergents, s'ha vist una clara necessitat d'incrementar la vigilància per tal de detectar les malalties causades pel consum d'aigua. Algunes reunions d'experts i organitzacions internacionals han demanat que s'incrementin les xarxes de vigilància i que s'efectuï una intercomunicació entre xarxes per tal de tenir una avaluació més acurada de la importància dels problemes de salut causats per l'aigua.⁴

AVALUACIÓ DELS RISCOS PER A LA SALUT DEGUTS AL CONSUM D'AIGUA

En aquest apartat, discutirem els diferents riscos que presenta el consum d'aigua a curt i a llarg termini.

PROBLEMES A CURT TERMINI

Els procediments d'investigació de brots de gastroenteritis basats en dades clíniques estan més o menys desenvolupats, i la detecció, caracterització i control de brots lligats a l'aigua és una cosa relativament fàcil als països desenvolupats. Malgrat això, es creu que brots que afecten lleument un nombre baix de persones

4. OCDE (2003), «Executive summary of the Basingstoke 2000 Expert Group Meeting on "Approaches for establishing links between drinking water and infectious diseases"», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press i IWA Publishing.

poden passar desapercibuts.⁵ Com a molts països industrialitzats, a Catalunya i a tot l'Estat espanyol hi ha sistemes de vigilància epidemiològica i es fan públiques les dades d'aquesta vigilància. Això permet tenir una estimació de la importància de l'aigua com a causant de problemes gastrointestinals.

Tanmateix, una gran quantitat, probablement la gran majoria, de les infeccions adquirides a través de l'aigua, es dona en forma de casos esporàdics fora dels brots.⁶ Es disposa de molt poca informació sobre casos esporàdics, però hi ha alguns estudis recents efectuats al Canadà, Austràlia i els Estats Units. Els estudis capdavanters realitzats al Canadà⁷ conclouen que d'un 14 % a un 40 % de casos d'afeccions gastrointestinals es poden atribuir a les aigües de distribució. Aquests estudis han estat molt criticats i acusats d'esbiaixats, ja que els grups enquestats no eren veritables grups cecs i això podria haver afectat els resultats. Dades recents obtingudes als Estats Units confirmarien les conclusions de l'estudi canadenc, però unes altres d'obtingudes a Austràlia indiquen que el consum d'aigua de distribució té poca incidència en les afeccions gastrointestinals.⁸ No hi ha dubte que aquesta és una àrea d'estudi que reclama un major esforç.

La contribució total dels microorganismes a les infeccions causades per l'aigua, que inclou brots detectats, brots no detectats i casos esporàdics, és, doncs, molt difícil de determinar, però en podem fer una estimació molt general a partir de les dades de gastroenteritis l'any per persona, el percentatge aproximat de gastroenteritis causades per l'aigua i el percentatge de mortalitat lligada a la gastroenteritis. En general, avui es creu que als països industrialitzats les infeccions lligades a aigua són més nombroses del que es pensava i, en canvi, el nombre de morts és inferior al que s'havia estimat fins ara.⁹ Amb aquestes premisses podem pensar que als països industrialitzats, i per tant a Catalunya, al voltant d'un 5 % de les gastroenteritis són degudes a infeccions transmeses per l'aigua. De les morts cau-

5. W. ROBERTSON i A. DUFOUR (2003), «Investigation of outbreaks of waterborne disease», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI, (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press i IWA Publishing.

6. J. BARTRAM (2003), «Investigation of sporadic waterborne disease», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press i IWA Publishing.

7. P. PAYMENT, L. RICHARDSON, J. SIENIATICKI, R. DEWAR, M. EDWARDES i E. FRANCO (1991), «A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards», *Am. J. Publ. Health*, núm. 81, p. 703-708.

8. P. PAYMENT i P. R. HUNTER (2003), «Intervention studies», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press i IWA Publishing.

9. P. S. MEAD, L. SLUTSKER, V. DIETZ, L. F. MCCAIG, J. S. BRESEE, C. SHAPIRO, P. M. GRIFFIN i R. V. TAUXEI (1999), «Food related illness and death in the United States», *Emerg. Infect. Dis.*, núm. 5, p. 607-625.

sades per gastroenteritis, que són un 0,005 % del total de casos de gastroenteritis, al voltant del 2,5 % serien degudes a la transmissió per l'aigua. Així, a Catalunya, considerant un episodi de gastroenteritis per habitant cada dos anys, caldria esperar entre cent cinquanta mil i tres-cents mil casos de gastroenteritis l'any deguts a l'aigua, amb un nombre de morts d'un cada tres o quatre anys.

PROBLEMES A LLARG TERMINI

La gran majoria de contaminants d'origen químic a l'aigua de consum només tenen efecte a llarg termini com a conseqüència de processos acumulatius al llarg del temps. Hi ha dues fonts d'informació principals sobre els efectes resultants de l'exposició a productes químics, que ens permeten avaluar-ne el risc i després fixar les normes.

La primera font prové dels estudis epidemiològics en poblacions humanes. El valor d'aquestes investigacions és freqüentment limitat per la falta d'informació quantitativa de les concentracions a les quals els consumidors han estat exposats i per la falta de control de l'exposició simultània a altres agents que poden tenir el mateix efecte. S'han fet diferents estudis epidemiològics sobre la incidència dels subproductes de desinfecció (trihalometans) en els càncers de recte i de bufeta d'orina, i els resultats són poc concloents i a vegades contradictoris. Molts d'aquests estudis presenten problemes metodològics i són titllats d'esbiaixats. L'anàlisi d'aquests estudis va portar l'Agència Internacional d'Investigació sobre el Càncer (IARC) a concloure que «hi ha una evidència inadequada de la carcinogènesi de l'aigua potable clorada en humans i animals experimentals».¹⁰ A l'extrem contrari de l'estimació de la IARC, alguns autors suggereixen que fins a un 25 % dels càncers de bufeta d'orina i un 15 % dels càncers de recte podrien ser atribuïts a l'aigua potable clorada,¹¹ mentre que l'Agència de Protecció del Medi Ambient dels Estats Units (USEPA), considera uns valors molt més moderats.¹²

Potser un dels pocs casos dels efectes nocius d'una substància química deter-

10. IARC (1991), «Chlorinated drinking water, chlorination by-products; some other halogenated compounds, cobalt and cobalt compounds», *IARC Monogr. Evaluation of Carcinogenic Risk in Humans*, Washington, núm. 52.

11. R. J. BULL i F. C. KOPFLER (1991), *Health effects of disinfectants and disinfection by products*, Denver, American Water Works Association; K. P. CANTOR (1997), «Drinking water and cancer», *Cancer Causes and Control*, núm. 8, p. 1056-1061; M. S. MALCOLM, P. WEINSTEIN i A. J. WOODWARD (1999), «Something in the water? A health impact assessment of disinfection by-products in New Zealand», *N. Z. Med. J.*, núm. 112, p. 404-407.

12. USEPA (1998), «Primary drinking water regulations: Disinfectants and disinfection byproducts notice of data availability», Washington DC, US Environmental Protection Agency, disponible en URL a <http://www.epa.gov/ogwdw000/mdbp/dis.html>.

minats per estudis epidemiològics correspon a uns estudis realitzats a la Xina sobre la incidència de les microcistines (toxines produïdes per cianobacteris o algues blaves) en el càncer de fetge. Estudis en zones rurals amb una alta incidència de càncer de fetge mostren una correlació significativa entre la incidència d'aquest tipus de càncer i la concentració de microcistines a les aigües de captació.¹³

La segona i més emprada font d'informació la constitueixen els estudis amb animals de laboratori. El valor d'aquests estudis és generalment limitat a causa del baix nombre d'animals estudiats i de les altes dosis emprades de les substàncies químiques estudiades. Això implica extrapolar els resultats a les baixes dosis a què els humans solen estar exposats. Falta informació necessària per a justificar la validesa de les extrapolacions a dosis baixes i els riscos poden haver estat estimats incorrectament a l'alça a partir dels models matemàtics utilitzats.¹⁴ Aquesta és la primera font de discrepància entre els diferents models sobre el risc que impliquen els diferents compostos. Tots els models comporten un elevat nivell d'incertesa.

Per a ubicar el problema dels riscos que l'aigua suposa per a la salut, suposant que es compleixin els requeriments de les normes vigents als països industrialitzats, en la taula 4 es comparen alguns dels riscos lligats a diferents activitats quotidianes. Sembla clar que el consum d'aigua que compleix les normes vigents comporta un risc petit si el comparem amb d'altres activitats freqüents de la ciutadania.

TAULA 4. *Riscos calculats als Estats Units com a conseqüència de diverses activitats més o menys quotidianes. El risc que hi ha en setanta anys de pràctica de certa activitat (primera columna), comporta que el nombre de persones indicat en la segona columna en pateixin les conseqüències. Dades extretes de Maier et al.¹⁵*

<i>Activitat i risc</i>	<i>Riscos en setanta anys d'activitat</i>
Càncer per tabac (un paquet diari)	1:40
Mort per accident de cotxe (ús diari)	2:100
Càncer per aflatoxines (ingestió de crema de cacauets)	6:10.000
Diarrea per ingestió d'aigua amb rotavirus (nivells llindar EPA)	1:10.000
Càncer per exposició a contaminants químics de l'aigua (nivells llindar EPA)	1:100.000

13. B. LING (2000), «Health impairments arising from drinking water polluted with domestic sewage and excreta in China», a I. CHORUS, U. RINGELBAND, G. SCHLAG i O. SCHMOLL (ed.), *Water sanitation and health*, Londres, IWA Publishing.

14. R. J. BULL (1993), «Toxicology of disinfectants and disinfection byproducts», a G. F. CRAUN (ed.), *Safety of water disinfection: Balancing chemical and microbial risks*, Washington DC, ILSI Press.

15. R. M. MAIER, I. L. PEPPER i C. P. GERBA (2000), *Environmental microbiology*, Londres, Academic Press.

DETERMINACIÓ DELS NIVELLS MÀXIMS DE CONCENTRACIONS LLINDAR DE SUBSTÀNCIES QUÍMIQUES I MICROORGANISMES PER A PREVENIR RISCOS

Tenint en compte els arguments comentats en els paràgrafs anteriors, per a calcular els nivells màxims acceptables de diferents contaminants a l'aigua s'ha procedit com s'indica a continuació.

SUBSTÀNCIES QUÍMIQUES

La determinació dels efectes dels productes químics sobre la salut és difícil. A causa d'aquesta dificultat, cal tenir en compte les consideracions següents:

- La ingesta diària tolerable (TDI) és una estimació de la quantitat d'una substància en aliments o en aigua potable expressada segons el pes corporal que pot ser ingerida diàriament durant la vida sense riscos apreciables per a la salut de l'individu consumidor.

- Les TDI són considerades una ingesta tolerable durant la vida. Tanmateix, les exposicions per períodes curts a nivells que sobrepassen les TDI no són motiu de preocupació, a causa de l'alt marge de seguretat tingut en compte en l'establiment del risc.

- Les TDI calculades s'han emprat per a obtenir els valors de les directrius que han estat arrodonides a una xifra significativa.

- A causa de la incertesa dels models emprats per a quantificar els riscos, s'han considerat valors molt probablement massa conservatius.

- Els contaminants químics no se solen presentar sols, sinó barrejats amb d'altres. Les normes han estat calculades per a substàncies individuals, sense considerar la interacció potencial entre les diferents substàncies. No obstant això, l'ampli marge de seguretat incorporat a la gran majoria de valors normatius es considera suficient per a protegir d'aquest possible efecte conjunt.

MICROORGANISMES

Pel que fa als microorganismes patògens, l'efecte no és acumulatiu. En general, cada cop que s'ingereixen plantegen un problema diferent. Com s'ha assenyalat abans, les dosis infeccioses dels diferents patògens són molt variables. No es disposava ni es disposa encara de mètodes per a detectar i enumerar patògens a l'aigua d'una manera efectiva. La idea és que a l'aigua de consum no hi ha d'haver patògens. Aquesta absència s'intenta garantir mantenint per sota d'uns llindars les concentracions dels diferents microorganismes indicadors. Seguint el criteri de

panells d'experts, es pensava que mantenir els indicadors per sota dels llindars garantia l'absència de patògens. Avui, sabem que això no és així i que el concepte d'absència de tots els patògens és molt poc concret. S'estan desenvolupant alguns models matemàtics per a quantificar els riscos associats a la presència de cada patògen en particular i és ben segur que en el futur s'adaptarà la legislació d'acord amb els riscos que es considerin acceptables.

En la mesura que sigui possible, caldrà seguir investigant aquests temes, tant els químics com els microbiològics, per tal de tenir unes estimacions de risc més realistes i poder establir unes normes més acurades.

PERILLOSITAT DELS MICROORGANISMES *VERSUS* PERILLOSITAT DELS PRODUCTES QUÍMICS

És difícil precisar si són més importants els riscos químics o els microbiològics i ens falten estudis per a aclarir-ho. Només s'han fet alguns estudis teòrics comparatius entre els riscos microbiològics i els riscos derivats dels subproductes de desinfecció, per les implicacions que això té en les polítiques sanitàries, sobretot en les dels països en via de desenvolupament.

Segons Regli,¹⁶ en el conjunt del planeta, el risc de mort a causa dels patògens és, com a mínim, de cent a mil vegades més gran que el risc de càncer causat per productes de desinfecció, i el risc d'emmalaltir per infecció és de deu mil a un milió de vegades més gran que el risc de càncer causat pels subproductes de la desinfecció.

Als països desenvolupats només hi ha uns estudis teòrics fets a Holanda. En tots els casos, els beneficis de la desinfecció superen els riscos de càncer per subproductes potencialment carcinògens. Així, per exemple, Havelaar¹⁷ i els seus col·laboradors han estimat que els efectes protectors de la desinfecció per ozó sobre les infeccions produïdes pel *Campylobacter* són set-centes vegades més grans que el risc de càncer renal causat pels bromats originats durant l'ozonització.

16. S. REGLI, P. BERGER, B. MACLER i C. HASS (1993), «Proposed decision tree for management of risks in drinking water: Consideration for health and socioeconomic factors», a G. F. CRAUN (ed.), *Safety of water disinfection: Balancing chemical and microbial risks*, Washington DC, ILSI Press.

17. A. H. HAVELAAR, A. E. M. DE HOLLANDER, P. F. M. TEUNIS, E. G. EVERS, H. J. VAN KRANEN, J. F. M. VERSTEEGH, J. E. M. van KOTEN i W. SLOB (2000b), «Balancing the risks and benefits of drinking water disinfection: DALYs on the scale», *Environ. Health Persp.*, núm. 108, p. 315-321.

LEGISLACIÓ REFERENT A LA QUALITAT DE LES AIGÜES

La necessitat de garantir el subministrament d'aigua potable, és a dir, que asseguri la salut del consumidor, ha fet que des de fa més de cent anys s'elaboressin diferents directrius per a garantir la qualitat de l'aigua. Hi ha directrius d'organismes internacionals com l'Organització Mundial de la Salut que serveixen de guia, però no tenen cap valor legal.

En canvi, les directrius de la Unió Europea obliguen els estats membres a efectuar la transposició a la legislació pròpia, la qual òbviamment té valor legal. En el cas d'Espanya, les directrius europees es transposen en un Reial decret. Les transposicions no poden ser més laxes que la directriu corresponent, però sí més estrictes. En cas que no s'efectuï la transposició, la directriu de la Unió Europea esdevé de compliment obligatori.

A Catalunya, com a la resta de les comunitats autònomes de l'Estat, la legislació existent deriva de les transposicions de les directrius i altres disposicions de la Unió Europea. Algunes normatives de l'Estat espanyol es poden desenvolupar en normes o reglaments que, de manera semblant al que dèiem per a Espanya en relació amb la Unió Europea, poden ser més restrictius però no més laxos.

LEGISLACIÓ ACTUAL

Ens referirem bàsicament a la Directriu marc de política d'aigües, que en definitiva ha de garantir la disponibilitat de recursos d'aigua de qualitat, i a dues normatives que fan referència específica a les aigües potables: la relativa a la «Qualitat de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable» i la referent a la «Qualitat de les aigües de consum humà».

DIRECTRIU MARC DE POLÍTICA D'AIGÜES

Totes les normatives europees d'aigües del futur han de derivar de la Directriu 2000/60/CE, de 23 d'octubre de 2000, per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües. Aquesta directriu s'ha d'haver aplicat en la seva totalitat l'any 2013.

En l'article 1, la Directriu 2000/60/CE especifica que té com a objectiu establir un marc per a la protecció de les aigües superficials continentals, les anomenades *aigües de transició*, les aigües costaneres i les aigües subterrànies. Els objectius concrets són:

- Evitar el deteriorament addicional i millorar l'estat dels ecosistemes aquàtics, vetllant per les necessitats d'aigua dels ecosistemes terrestres i dels aigüamolls.

- Promoure un ús sostenible de l'aigua basat en la protecció a llarg termini dels recursos.

- Protegir i millorar el medi aquàtic, mitjançant la reducció progressiva o supressió gradual dels abocaments, i les emissions i fuites de substàncies perilloses prioritàries.

- Garantir la reducció progressiva de la contaminació d'aigües subterrànies.

- Contrarestar l'efecte d'inundacions i sequeres.

Hi ha alguns principis generals d'aquesta Directriu que considerem remarcables i que es poden resumir en:

- La política comunitària d'aigües tindrà en compte possibles solucions específiques per a les diferents regions. Es considera la possibilitat d'incomplir-les en circumstàncies imprevistes o excepcionals.

- La presa de decisions haurà de dur-se a terme a les instàncies més properes als llocs on l'aigua és utilitzada o està sent degradada.

- La gestió sostenible de l'aigua és una política medioambiental i de salut pública que cal integrar a les polítiques d'energia, transport, agricultura, pesca, territorials i d'urbanisme.

- Els objectius relacionats amb el bon estat de les aigües han de complir-se a la conca hidrogràfica, en la qual s'integren les aigües superficials i subterrànies.

- Cal facilitar informació a la ciutadania.

- Cal incorporar els nous coneixements i desenvolupaments científics i tecnològics per a millorar el compliment dels objectius de la Directriu.

En referència directa a les aigües potables, hi ha dues directrius implicades: la que regula el que cal fer amb les aigües superficials destinades a la producció d'aigües potables i la que regula la qualitat de les aigües potables.

QUALITAT DE LES AIGÜES SUPERFICIALS DESTINADES A LA PRODUCCIÓ D'AIGUA POTABLE

La Directriu 75/440/CEE (modificada per la Directriu 91/692/CEE), transposada a la legislació espanyola (Reial decret 1541/1994), es refereix a la qualitat de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable als estats membres. D'acord amb la Directriu marc de política d'aigües, aquesta norma queda derogada a finals del 2007. No se sap a hores d'ara com serà coberta aquesta part de la legislació. Aquesta norma estableix tres categories d'aigua en funció de la seva qualitat i en relació amb el tractament al qual ha de ser sotmesa. De més a menys neta, les categories són: A1, A2 i A3. La norma estableix quins tractaments cal aplicar als diferents tipus d'aigua. Aquests són de complexitat creixent des d'A1 fins a A3. Les aigües de captació del tipus A3, a més de tractaments complexos, requereixen un permís especial per a poder ser potabilitzades. El fet de no disposar d'altres tipus d'aigua és una de les causes que permeten l'obtenció de permisos especials.

QUALITAT DE LES AIGÜES DE CONSUM HUMÀ

Amb data de 21 de febrer de 2003 ha estat publicat el Reial decret 140/2003, de 7 de febrer, que és la transposició a la legislació espanyola de la Directriu de la Unió Europea (98/83/CE). Substitueix el Reial decret 1138/1990, vigent fins aleshores. Aquesta Directriu assumeix els conceptes d'aigua segura i neta, entenent que l'aigua no solament ha de ser saludable sinó que ha de tenir la millor qualitat possible en tots els seus aspectes.

D'acord amb els nous coneixements, la nova norma ha eliminat l'exigència de contingut de vint-i-sis paràmetres. Com a més importants, destacaríem els coliformes fecals i els clostridis reductors de sulfit, entre els paràmetres microbiològics, i el nitrogen Kjeldahl, les substàncies extraïbles per cloroform, els hidrocarburs dissolts o l'índex de fenols, entre els paràmetres químics.

D'altra banda, hi apareixen nous paràmetres més específics. Així l'*Escherichia coli* i el *Clostridium perfringens* constitueixen novetats entre els paràmetres microbiològics. Com a paràmetres químics, es reglamenten compostos orgànics individualitzats com el benzè, el benzo(a)pirè, l'1,2-dicloroetà, certs plaguicides (aldrín, dieldrina, heptaclor, heptaclor epòxid), el tetracloroetè i les microcistines. També hi apareixen certs subproductes de desinfecció com ara els trihalometans i els bromats. Finalment, també hi apareixen compostos que poden provenir de material en contacte amb l'aigua o dels additius, com ara l'acrilàmida, l'epiclorhidrina i el clorur de vinil.

Aquesta nova norma també estableix la necessitat de mantenir la radioactivitat per sota d'uns valors màxims acceptables.

En alguns dels paràmetres que es mantenen es redueixen els valors màxims acceptables (valors paramètrics), com és el cas de l'antimoni, l'arsènic, el plom i el níquel.

Per a tots els paràmetres nous o aquells en els quals s'ha rebaixat el valor paramètric, s'estableix un període transitori d'adaptació als nous valors. No tots tenen el mateix temps d'adaptació.

La norma estableix la freqüència de mostratge i els paràmetres que cal analitzar en tots els casos.

Aquesta normativa recentment aprovada introdueix alguns aspectes referents al control de la qualitat de l'aigua de consum humà que voldríem comentar, ja que són innovadors i, si bé *a priori* són interessants, caldrà veure com s'implanten. Destaquen:

— La introducció del control de la qualitat de l'aigua a l'aixeta del consumidor. Això exigirà un manteniment de la xarxa dintre de les finques, ja que la qualitat de l'aigua es pot degradar del carrer a l'aixeta. Amb tota seguretat hi haurà problemes amb el plom, ja que a l'interior de moltes finques les canonades són encara d'aquest metall.

— L'establiment del Sistema d'Informació Nacional d'Aigua de Consum (SINAC), que recollirà tota la informació referent a les anàlisis de control de la qualitat de l'aigua de consum. Teòricament, el SINAC haurà de subministrar informació al consumidor.

— Una realització dels controls molt més regulada que en el passat, per a la qual caldrà: *i*) metodologia lligada a mètodes estandarditzats per organitzacions d'estandardització (ISO i CEN); *ii*) disponibilitat de protocols normalitzats de treball (PNT) adequats en els laboratoris; *iii*) existència de laboratoris acreditats. Això farà que molts subministradors petits no puguin fer les anàlisis als seus laboratoris. Caldrà veure com es resol el tema, ja que sens dubte s'encarirà el control de la qualitat de l'aigua.

— L'adaptació progressiva d'aquestes directrius als nous desenvolupaments científics i tecnològics que es vagin produint.

DESENVOLUPAMENTS PREVISIBLES QUE PODEN CANVIAR LA LEGISLACIÓ

És previsible que, en els propers anys, es produeixin alguns canvis relativament importants en les legislacions referents a la qualitat de l'aigua, probablement més grans que aquells als quals la norma anterior es refereix. Aquestes noves aproximacions ja s'han iniciat en alguns aspectes als Estats Units i estan sent impulsades per alguns grups d'experts reunits per l'Organització Mundial de la Salut. Aquests canvis anirien lligats o serien deguts als fets que exposem a continuació.

Des de mitjan anys noranta, s'està fent un important esforç per a determinar el denominat *global burden of disease*, o càrrega total d'una malaltia, que té en compte les mortalitats, i la denominada *disability-adjusted life year* (DALY), o incapacitat ajustada a any de vida,¹⁸ que a més de la mortalitat inclou altres efectes com poden ser problemes crònics o simplement els problemes derivats d'episodis aguts.¹⁹ A cadascun dels efectes se li dona un valor numèric i aquesta aproximació permet fer una avaluació quantitativa de la importància de les diferents malalties. És possible que aquest tipus d'estudi ens indiqui un canvi en la importància dels diferents problemes. En el cas de les malalties infeccioses transmeses per l'aigua, aquest tipus d'aproximació és aplicable agent infecciosos per agent infecciosos, i amb tota seguretat ens donarà una idea més acurada de la importància real de cada tipus de malaltia. Per exemple, en el cas de les infeccions, les causades per la *Salmonella* havien estat considerades fins ara com el principal problema infecciosos lligat a l'aigua, i en el futur podria no ser així. Així, a l'Àfrica ja s'ha determinat que el problema més important són les infeccions causades per la *Shigella*.

En els darrers anys s'estan desenvolupant uns mètodes d'anàlisi numèrica de determinació de risc que permetran determinar molt més acuradament que no pas ara el risc associat a la concentració o densitat de cada substància química o de cada microorganisme patògen.²⁰ Un cop determinats acuradament els riscos, cada estat o col·lectiu d'estats (UE) haurà de decidir on situa l'equilibri entre la seguretat i l'ús sostenible de l'aigua, ja que no és possible el risc zero. Un millor coneixement dels riscos que cal controlar i els nivells de risc que volem assumir ens permetrà establir els objectius a aconseguir per subministrar aigua de consum segura.

A més d'uns possibles nous objectius, és previsible una nova aproximació per a garantir l'acompliment dels objectius. Actualment, la legislació està fonamentada en uns principis basats principalment en el control de la qualitat del producte final pel que fa a un nombre determinat de paràmetres. Les teories que van prenent cos són més properes a prendre mesures basades en estratègies de gestió, fonamentalment en l'estratègia d'anàlisi de perills i punts crítics de control (HACCP), que tan bons resultats està donant en el control de la qualitat dels aliments.²¹ De fet, algunes de les grans distribuïdores d'aigua europees, i també cata-

18. A. H. HAVELAAR, M. A. S. DE WIT i R. van KONINGSVELD (2000a), «Health burden of infection with thermophilic *Campylobacter* species in the Netherlands», report núm. 284550004, Bilthoven, National Institute of Public Health and the Environment.

19. C. J. L. MURRAY (1994), «Quantifying the burden of disease: The technical basis for disability-adjusted life years», *Bull. WHO*, núm. 72, p. 429-445.

20. S. REGLI, J. B. ROSE, C. H. HAAS i C. P. GERBA (1991), «Modeling the risk from *Giardia* and viruses in drinking water», *JAWWA*, núm. 83, p. 11-76.

21. D. DEERE, M. STEVENS, A. DAVISON, G. HELM i A. DUFOUR (2001), «Management strategies», a L. FEWTRILL i J. BARTRAM (ed.), *Water quality: Guidelines, standards and health*, Londres, IWA Publishing.

lanes, ja apliquen parcialment aquesta estratègia a les plantes de potabilització, i la Direcció General de Salut Pública del Departament de Sanitat i Seguretat Social de la Generalitat de Catalunya ja ho aconsella a les entitats gestores del subministrament d'aigua.

És previsible que en els propers anys es produeixin avenços metodològics en l'anàlisi de l'aigua que, sens dubte, en facilitaran un millor seguiment i control de la qualitat i que, per tant, hauran de ser tinguts en compte en les directrius futures. No obstant això, també és cert que caldrà ser molt curosos per a assegurar que les tecnologies ens permeten complir millor l'objectiu de disposar d'aigua segura i evitar que la disponibilitat i aplicació de les tecnologies marquin la política de qualitat d'aigües.

En qualsevol cas, és obvi que en els propers anys hi haurà a tot el món un esforç per tal d'aplicar mesures de legislació i control que han de permetre el subministrament sostenible d'aigua de qualitat.

SITUACIÓ A CATALUNYA

Delimitarem l'estudi a les aigües que arriben al consumidor per xarxa de distribució i que, per tant, haurien de tenir algun tipus de control, i presentarem l'estudi en l'ordre següent: recursos d'aigua per al consum, tractaments de potabilització, aigües de consum i efectes contrastats sobre la salut.

QUALITAT DELS RECURSOS D'AIGUA PER AL CONSUM

Entenem per recursos aquelles aigües de què les entitats distribuïdores, siguin companyies privades o els mateixos serveis municipals, disposen per a subministrar a la població. Els recursos d'aigües per al consum a Catalunya, entre un milió i un milió i mig de m³ diaris, corresponen aproximadament un 80 % a aigües superficials, i la resta, a aigües subterrànies. Si considerem totes les xarxes, les que s'abasten d'aigües subterrànies són majoria. Aquesta aparent paradoxa és deguda al fet que les ciutats de més de cinquanta mil habitants, que recullen una gran part de la població de Catalunya, s'abasten preferentment d'aigua d'origen superficial. Altres opcions com l'aigua dessalada són de moment testimonials, si bé està previst que tinguin un creixement important. Pel que fa a la qualitat i l'origen dels recursos d'aigua, s'han estudiat dos tipus d'informació. La primera es deriva de les dades de seguiment del Pla de Sanejament de Catalunya que du a terme l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), i la segona, d'una enquesta efectuada per l'Agrupació de Serveis d'Aigua de Catalunya (ASAC) entre els seus membres.²² La primera ens dóna una idea generalitzada de la qualitat de les aigües superficials i subterrànies al territori català i, per tant, de l'aigua disponible, mentre

22. ASAC (2002), *Els serveis d'abastament d'aigua a Catalunya: Caracterització i tendències 1998-2000*, Barcelona, Agrupació de Serveis d'Aigua de Catalunya.

que la segona es refereix més concretament a les aigües que capten i reparteixen a les seves xarxes les entitats distribuïdores.

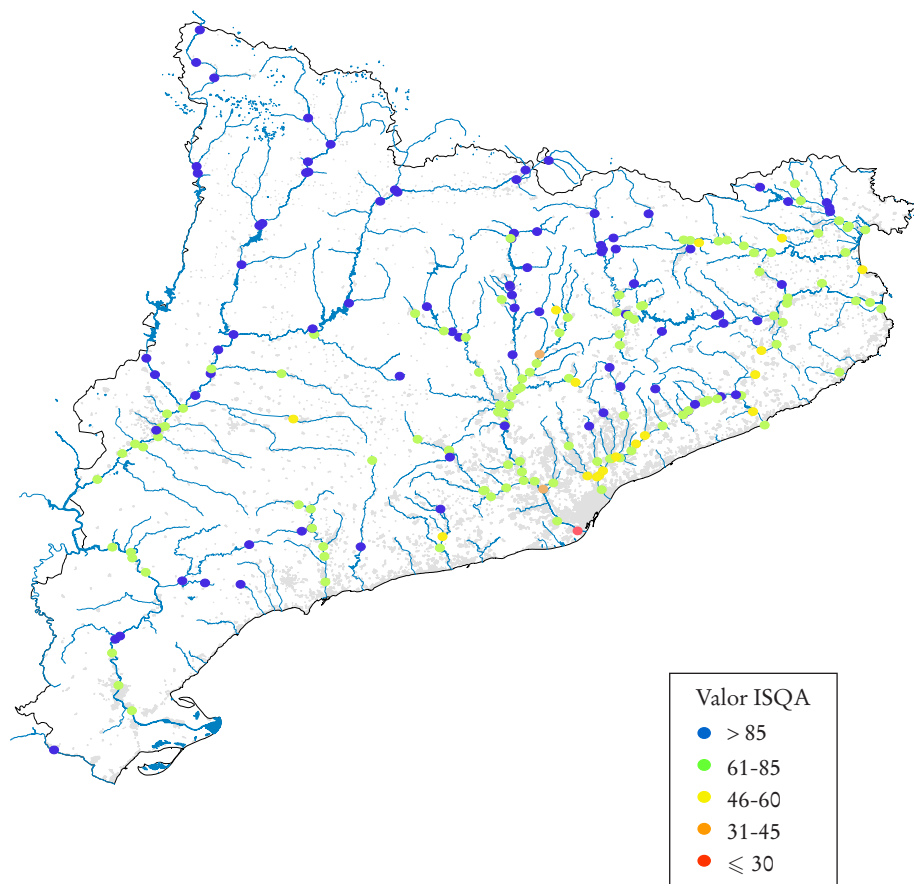
DADES DE LES XARXES DE CONTROL ADOPTADES PEL PLA DE SANEJAMENT

El Pla de Sanejament de Catalunya (capítol VI de la Llei 7/1994) té com a objectiu general la reducció progressiva de la contaminació de les aigües subterrànies, superficials i marítimes, i està d'acord amb les actuals directrius de la Unió Europea que assenyalen que s'ha de promoure un ús sostenible de l'aigua basat en la protecció a llarg termini dels recursos hídrics disponibles tant pel que fa a les aigües superficials com a les subterrànies. Una de les mesures adoptades pel Pla de Sanejament per a aconseguir els objectius és desenvolupar unes xarxes de control de la qualitat dels diferents recursos hídrics. Hi ha unes xarxes de control d'aigües superficials i unes altres de control d'aigües subterrànies.

— Aigües superficials. La xarxa comprèn cent trenta-cinc punts ubicats als rius i afluents principals (mapa 1). Es mostreja mensualment i el model analític és variable. Els paràmetres que es controlen són tots o part dels següents: pH, conductivitat, oxigen dissolt, carboni orgànic total (TOC), anions, cations, amoni, indicadors microbiològics, indicadors de matèria orgànica, metalls, dissolvents, compostos organohalogenats volàtils, hidrocarburs aromàtics policíclics i plaguicides clorats, organofosforats, triazines i radioactivitat. Alguns es mesuren en tots els punts de la xarxa i altres només en alguns punts, en funció de les característiques de cada lloc. L'Agència Catalana de l'Aigua disposa de les dades generades per aquestes xarxes (<http://www.gencat.net/aca/cat/principal.htm>). Resumirem aquestes dades en tan sols dos mapes, el de l'ISQA i el de l'amoni, ja que aquests paràmetres són importants a l'hora de considerar la qualitat de les aigües superficials que són emprades com recursos d'aigua per al consum i també perquè aquests paràmetres es mesuren a la gran majoria de les estacions de les xarxes de control del Pla de Sanejament.

En el mapa 1 s'indiquen els valors d'un índex de qualitat d'aigües superficials anomenat *índex simplificat de la qualitat de l'aigua* (ISQA). Aquest índex multiparamètric té en compte la temperatura, l'oxidabilitat al permanganat (indicador de matèria orgànica), la matèria en suspensió (MES), l'oxigen dissolt i la conductivitat. Atenent al valor de l'ISQA i d'altres paràmetres molt redundants amb els considerats en el càlcul de l'ISQA (temperatura, O₂ dissolt, DBO₅ i DQO), s'han establert cinc categories d'aigua: 1) ISQA > 85; 2) 60 < ISQA ≤ 85; 3) 45 < ISQA ≤ 60; 4) 30 < ISQA ≤ 45; 5) ISQA ≤ 30. La primera és apta per a tots els usos i, per tant, per a l'aigua de consum teòricament sense tractament (excepte la desinfecció final); la segona es pot usar com a aigua potable, després del tractament convencional; la terce-

ra es pot utilitzar amb permís com a aigua potable després dels tractaments previs especials, i les dues últimes no tenen cap ús. Els tipus 1, 2 i 3 mantenen un gran paral·lisme amb els tipus A1, A2 i A3 de la legislació referent a la qualitat de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable (Reial decret 1541/1994).

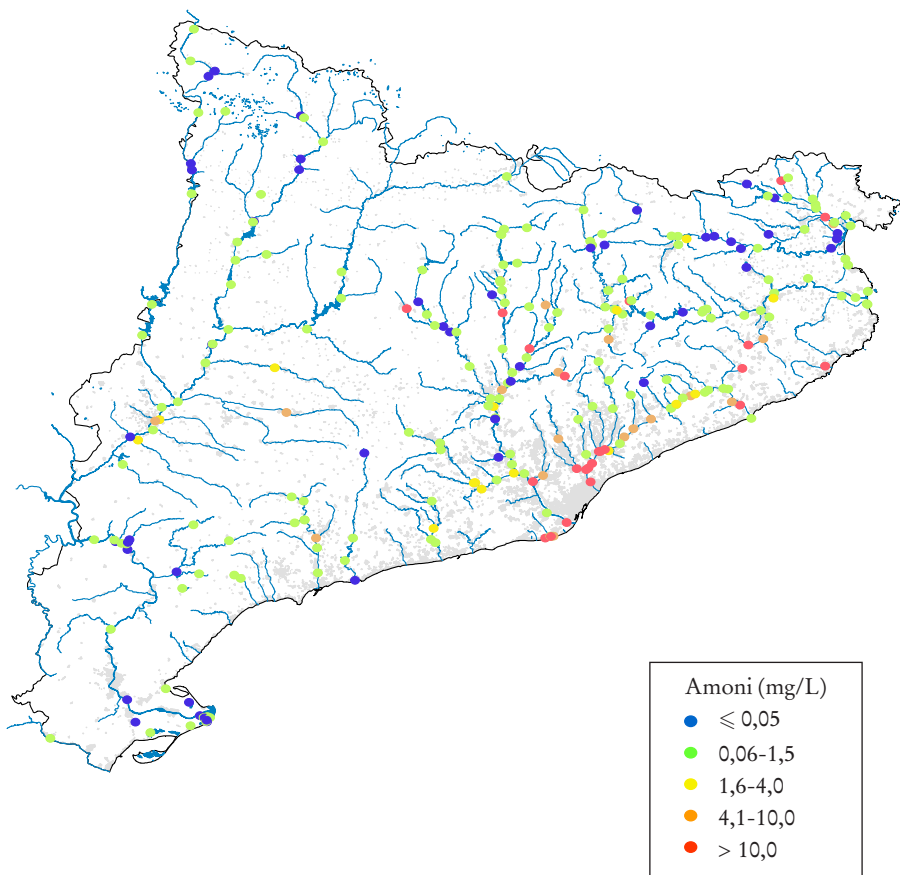


MAPA 1. Distribució de les classes d'ISQA als punts de la xarxa de control de les aigües superficials de Catalunya. Dades corresponents a l'any 2001.

Tal com s'observa en el mapa 1, segons l'ISQA, un 35 % dels punts de mostreig correspon a aigües del tipus 1, un 49 % al tipus 2, un 13 % al tipus 3, i només un 1,5 % i un 0,7 % als tipus 4 i 5, respectivament. En general, s'observa que en el curs alt dels rius l'índex ISQA és millor que en el curs baix. També s'observa

que els embassaments exerceixen una acció de millora sobre la qualitat de l'aigua. D'altra banda, cal assenyalar que a Catalunya hi ha algunes plantes de potabilització que obtenen els seus recursos d'aigua superficial amb un ISQA de tipus 2 i 3.

En el mapa 2 es poden observar les dades corresponents a l'amoni. Hem triat aquest paràmetre perquè és molt important per a determinar el grau de cloració, i a la vegada intervé en la generació dels subproductes de la cloració (trihalometans), els quals influeixen en la qualitat sanitària de l'aigua potable. En general, la qualitat de l'aigua indicada per l'amoni és molt semblant a la que indica l'ISQA, però hi ha un percentatge de punts del mostratge en els quals la qualitat pel que fa a l'amoni és inferior a la que ens indica l'ISQA. Possiblement, aquesta diferència



MAPA 2. Distribució de classes segons la concentració d'amoni als punts de la xarxa de control de les aigües superficials de Catalunya. Dades corresponents a l'any 2001.

sigui deguda a l'abocament d'aigües residuals en les quals no s'ha eliminat totalment aquest compost o als escorriments als rius provinents d'activitats agropecuàries.

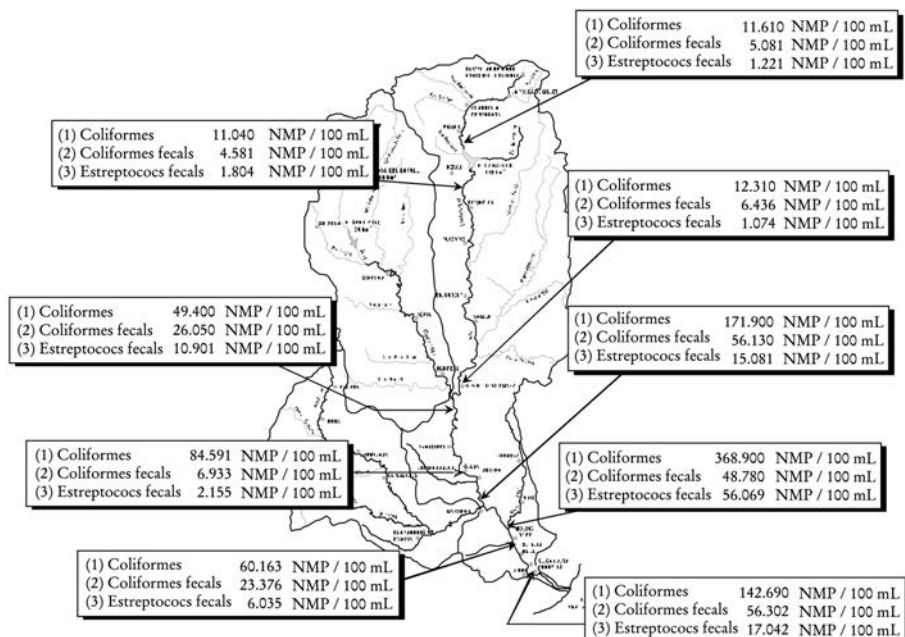
També voldríem assenyalar que els valors de microorganismes d'origen fecal són en moltes zones superiors als que teòricament haurien de tenir les aigües d'acord amb l'ISQA.²³ Així, per exemple, al riu Llobregat hi ha algunes zones de classe 2 segons l'ISQA que són A3 segons el contingut en microorganismes (mapa 3). O algunes zones del curs superior dels rius d'excel·lent qualitat respecte a l'ISQA no són tan bones pel que fa a la qualitat microbiològica. El riu Valira, provinent d'Andorra, il·lustra molt bé aquesta observació.²⁴ Tal com en el cas de l'aroni, aquesta diferència és, probablement, deguda a l'abocament d'aigües residuals depurades o no, o als escorriments als rius provinents d'activitats agropecuàries.

En definitiva, si bé la qualitat de l'aigua superficial ha millorat en els darrers anys, tal com es pot comprovar comparant el mapa de distribució de l'ISQA de l'any 2001 amb el dels anys 1992-1993 (<http://www.gencat.net/aca/cat/principal.htm>), cal prosseguir en l'esforç de sanejament, ja que la qualitat de les aigües superficials en trams molt significatius dels nostres rius és baixa i requereix tractaments de potabilització complexos.

— Aigües subterrànies. Les aigües subterrànies són especialment vulnerables als contaminants. Tot i que tenen una elevada inèrcia als canvis de qualitat i que la propagació dels fenòmens de contaminació és amortida, retardada i lenta, una vegada produïda, els seus efectes són difícilment reversibles. També a Catalunya hi ha unes xarxes per a controlar la qualitat de les aigües subterrànies.

23. F. RIBAS, J. M. HUGUET i J. PERRAMON (1986), «Contrôle d'enterovirus dans l'approvisionnement à Barcelone par l'eau de surface du fleuve Llobregat», *Aqua*, núm. 1, p. 34-44; A. BOSCH, F. LUCENA, J. M. DIEZ, R. GAJARDO, M. BLASI i J. JOFRE (1991), «Waterborne viruses associated with a hepatitis outbreak», *JAWWA*, núm. 83, p. 80-83; J. JOFRE, E. OLLÉ, F. RIBAS, A. VIDAL i F. LUCENA (1995), «Potential usefulness of bacteriophages that infect *Bacteroides fragilis* as model organisms for monitoring virus removal in drinking water treatment plants», *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 61, p. 3227-3231; R. M. ARAUJO, A. PUIG, J. LASOBRAS, F. LUCENA i J. JOFRE (1997), «Phages of enteric bacteria in fresh water with different levels of faecal pollution», *J. Appl. Microbiol.*, núm. 82, p. 281-286; A. VIDAL, F. LUCENA, I. ARZA, F. VALERO i J. JOFRE (1997), «Análisis de enterovirus en aguas superficiales», *Tecnología del Agua*, núm. 170, p. 38-48; A. E. DURAN, M. MUNIESA, X. MÉNDEZ, F. VALERO, F. LUCENA i J. JOFRE (2002), «Removal and inactivation of indicator bacteriophages in fresh water», *J. Appl. Microbiol.*, núm. 92, p. 338-343; F. LUCENA, X. MÉNDEZ, A. MORÓN, E. CALDERÓN, C. CAMPOS, A. GUERRERO, M. CÁRDENAS, C. GANTZER, L. SCHWARTZBROD, S. SKRABER i J. JOFRE (2003), «Occurrence and densities of bacteriophages proposed as indicators in river waters from Europe and South America», *J. Appl. Microbiol.*, núm. 93, en premsa.

24. A. BOSCH, F. LUCENA, J. M. DIEZ, R. GAJARDO, M. BLASI i J. JOFRE (1991), «Waterborne viruses associated with a hepatitis outbreak», *JAWWA*, núm. 83, p. 80-83.

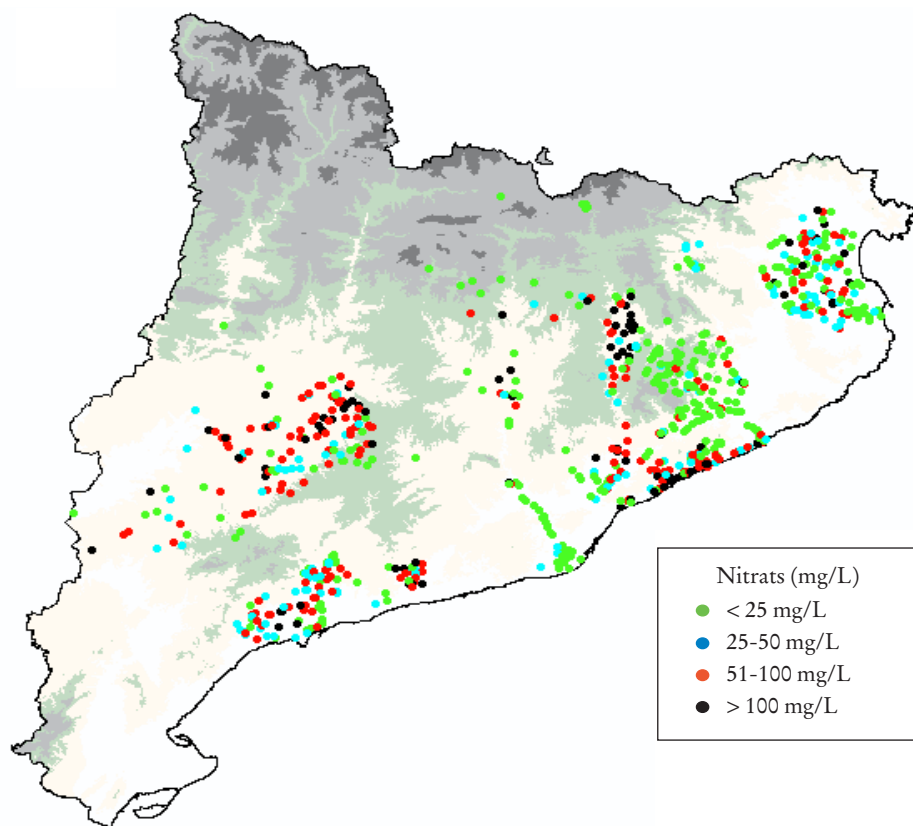


MAPA 3. Control bacteriològic a la conca del riu Llobregat, l'any 2001 (dades cedides per Aigües de Barcelona).

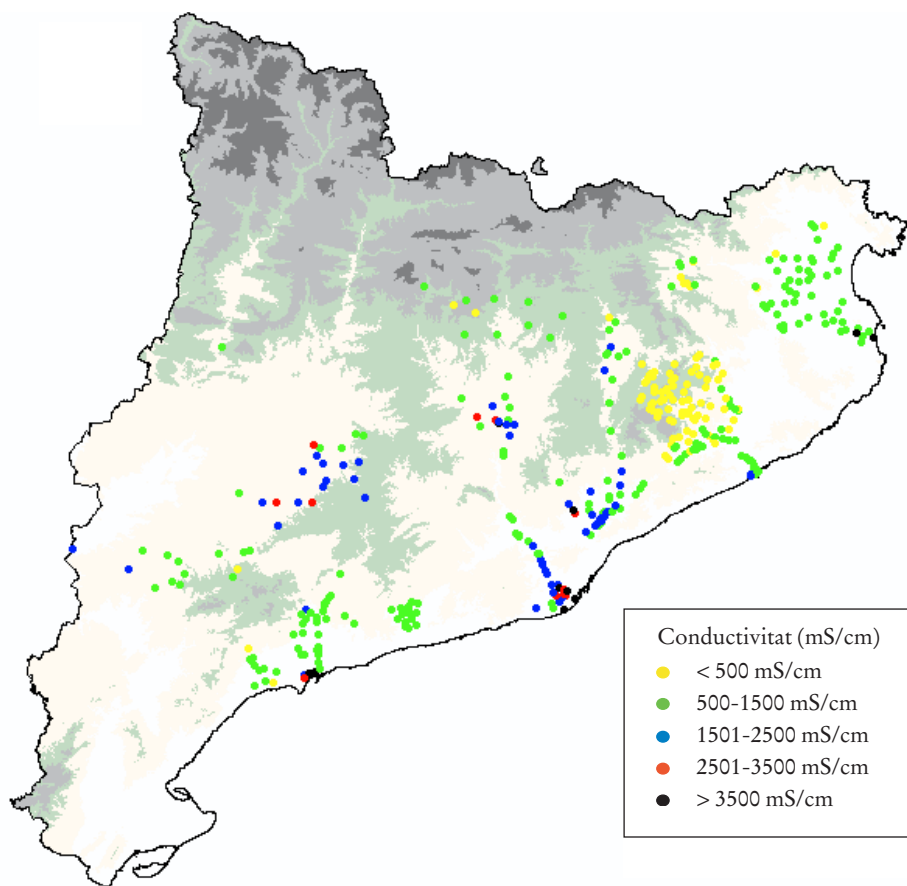
Aquestes xarxes són conjunts de pous i sondejos que cobreixen tot el territori i que es controlen periòdicament. Hi ha una xarxa bàsica que estableix la composició fisicoquímica de l'aigua derivada de la interacció aigua-medi i els fenòmens de contaminació difosa. Els nitrats, la salinitat i els pesticides són exemples concrets de contaminació difosa. Se n'analitza la conductivitat, el pH, la duresa, el TOC, els anions i cations majoritaris (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), els compostos nitrogenats, i els metalls ferro i manganès. A més, s'analitzen els compostos organoclorats volàtils, dissolvents, dioxans i altres metalls, en cas d'estimar-se convenient. En algunes zones en què hi ha alguns problemes de contaminació de gran importància, com les elevades concentracions de nitrat en zones de gran concentració ramadera, o la salinització per intrusió marina, hi ha xarxes de control addicionals. L'Agència Catalana de l'Aigua disposa de les dades (<http://www.gencat.net/aca/cat/principal.htm>). Tal com en el cas de les aigües superficials, només considerarem els mapes de distribució de dos paràmetres, que són els nitrats i la salinitat, ja que al nostre entendre constitueixen els principals problemes lligats a la qualitat dels recursos subterranis d'aigua de consum a Catalunya.

En el mapa 4 es pot observar com a Catalunya hi ha molts punts de la xarxa amb valors de nitrats que superen els 100 mg/L i molts altres que també superen els 50 mg/L, que és el valor màxim admissible en aigües de consum. Aquesta contaminació originada principalment per una sobreexplotació ramadera, fonamentalment l'engreix de porcí i la disposició dels purins de forma incontrolada, és inadmissible i requereix una aplicació de mesures immediates per a no empitjorar el problema i de mesures a mitjà termini per a millorar la situació.

El mapa 5 és un mapa de distribució de salinitat a les aigües subterrànies de Catalunya. Hi ha moltes causes que expliquen aquesta salinitat. Una de molt important és la composició del sòl, però també hi influeixen activitats mineres i extractives, en especial de sals (potassa i clorur sòdic), efecte clar a la conca del Llo-



MAPA 4. Distribució de classes segons la concentració de nitrat als punts de la xarxa de control de les aigües subterrànies de Catalunya. Dades corresponents a l'any 2001.



MAPA 5. Distribució de classes segons la conductivitat (indicador de salinitat) als punts de la xarxa de control de les aigües subterrànies de Catalunya. Dades corresponents a l'any 2001.

bregat, aigües avall de les explotacions salines de Súria, Cardona i Sallent. Una altra causa és la intrusió marina produïda com a conseqüència de la sobreexplotació dels aquífers costaners. Aquest darrer efecte és molt evident als aquífers del baix Ter, la Tordera i el Francolí.

Hi ha problemes més localitzats, algunes vegades derivats de contaminacions puntuals de diferents característiques (compostos organohalogenats, metalls pesants, plaguicides, etc.) i orígens que no revisarem aquí, ja que pensem que excedeixen els objectius d'aquest treball i que tenen solucions locals.

Encara que no hi ha gaires dades, les disponibles també indiquen un nivell de

contaminació microbiològica relativament important a molts aquífers, sobretot als més superficials.²⁵

La conclusió general és que la qualitat de les nostres aigües subterrànies és francament millorable i, per tant, cal seguir fent els esforços necessaris per a evitar que empitjorin i perquè en un futur proper millorin. Cal regular immediatament les principals activitats causants de la degradació o aplicar les tecnologies i els coneixements disponibles perquè aquestes activitats deixin de contaminar.

DADES DE L'ENQUESTA DE L'ASAC

Aquesta informació, que lògicament ha de ser complementària a l'anterior, fa referència directa als recursos d'aigua de captació dels serveis de subministrament d'aigua a les poblacions. Hi ha una gran diversitat de serveis d'abastament d'aigua, ja que trobem des d'empreses privades fins a serveis municipals, passant per empreses mixtes. Les dades en les quals es basa l'anàlisi que segueix corresponen a cent trenta-sis serveis repartits per tot Catalunya que subministren aigua a poblacions de més de mil cinc-cents habitants, i que representen un 78 % de la població de Catalunya i un 82 % de la població dels nuclis de més de mil cinc-cents habitants. Per tant, les dades es poden considerar com a força representatives. En aquesta enquesta no consten dades de localitats amb menys de mil cinc-cents habitants, però les dades d'aigua de distribució de cinquanta-vuit poblacions de la província de Barcelona que es presenten en l'apartat següent ja ens indiquen que la composició de les aigües de captació d'aquests municipis, generalment d'origen subterrani, no deu ser gaire diferent de la indicada per als municipis grans.

La majoria dels serveis enquestats, un 70 %, donen com a resposta general que no hi ha problemes greus de qualitat a les seves fonts de captació, o que si n'hi ha algun, el tractament establert permet obtenir una aigua amb prou qualitat per al consum humà.

No obstant això, l'anàlisi detallada de les dades ens indica que, tant en el cas de les aigües superficials com en el cas de les aigües subterrànies, els percentatges de captacions sense cap problema de contaminació són força inferiors. En la figura 2 es mostra la distribució percentual de la contaminació i els tipus de contaminació més importants en els diferents recursos d'aigua per al consum. Els problemes que més afecten les aigües subterrànies són la salinitat, en un 22,1 % dels casos, i la con-

25. R. ARMON, R. ARAUJO, Y. KOTT, F. LUCENA i J. JOFRE (1997), «Bacteriophages of enteric bacteria in drinking water: Comparison of their distribution in two countries», *J. Appl. Microbiol.*, núm. 83, p. 627-633; J. MÉNDEZ, A. AUDICANA, M. CANCER, A. ISERN, J. LLANEZA, B. MORENO, M. NAVARRO, M. L. TARANCÓN, F. VALERO, F. RIBAS, J. JOFRE i F. LUCENA (2003), «Assessment of drinking water quality using indicator bacteria and bacteriophages», *J. of Water and Health*, en premsa.

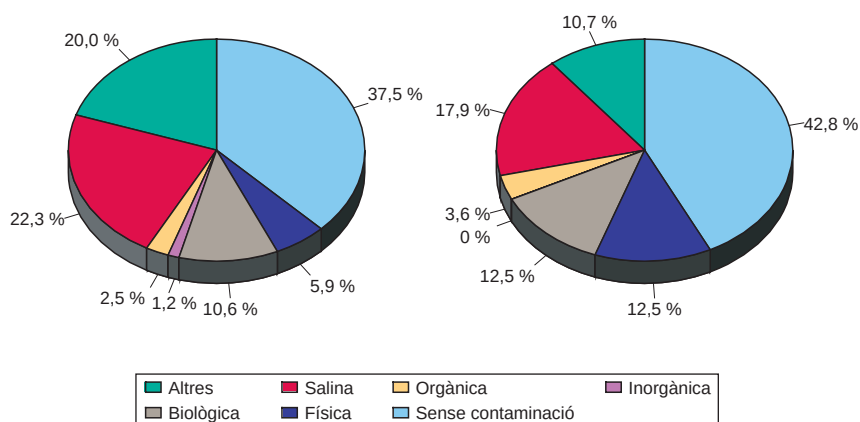


FIGURA 2. Distribució percentual dels serveis afectats pels diferents tipus de contaminació als recursos d'aigua de consum.

taminació de compostos de nitrogen, principalment nitrat, en un 19,8 % dels casos. La contaminació salina es repeteix com el problema més preocupant en el cas de les aigües superficials, seguit en aquest cas de problemes organolèptics, segurament referits a la terbolesa, que dificulten els processos de potabilització.

Tanmateix, pel que fa a l'origen de la contaminació lligada als recursos d'aigua

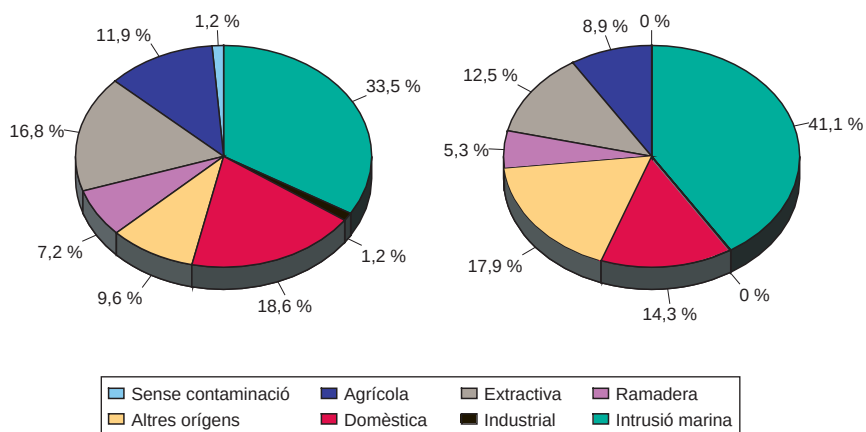


FIGURA 3. Distribució percentual dels serveis afectats per diferents orígens de contaminació als recursos d'aigua de consum.

de consum, aquesta enquesta ens dona una informació valuosa (figura 3). A les aigües subterrànies, les activitats agrícoles (amb un 18,2 %), les industrials (amb un 16,9 %), les ramaderes (amb un 12 %) i les domèstiques (amb un 10 %) han estat identificades com la principal causa dels problemes de falta de qualitat dels recursos. Pel que fa a les fonts superficials, el 17,9 % dels problemes són d'origen domèstic; el 14,3 %, d'origen agrícola, i el 12,5 %, industrial. Aquests nombres estarien en contradicció amb la creença general que la indústria és la principal font de contaminació.

En resum, tenint en compte les dades subministrades per les xarxes d'informació de l'ACA i pels serveis de subministrament d'aigua, podem concloure que la qualitat de les aigües superficials i subterrànies a Catalunya és manifestament millorable.

Tant les dades subministrades per l'ACA com les que es deriven de l'enquesta de l'ASAC es limiten als paràmetres legiscats. Abans de concloure aquest apartat voldríem incidir en dos aspectes.

El primer fa referència als problemes emergents que hem assenyalat abans; tant dels químics²⁶ com dels microbiològics²⁷ hi ha algunes dades referents a aigües contaminades. No sembla que calgui preocupar-se d'aquests contaminants més que dels habituals pel que fa a les aigües de consum, ja que els tractaments establerts actualment per a fer desaparèixer les substàncies químiques i els patògens habituals haurien d'eliminar també els emergents, però cal estar alerta.

El segon aspecte que voldríem considerar fa referència a la mobilització de contaminants,²⁸ que produeixen les pluges sobtades i fortes que solen donar-se a

26. J. ROMERO, F. VENTURA, I. MARTI i B. CANCHO (1999), «Disruptores endocrinos en la cuenca del río Llobregat. Su determinación analítica y distribución geográfica», *Tecnología del Agua*, núm. 193, p. 57-69; M. FARRÉ, I. FERRER, A. GINEBREDÀ, M. FIGUERAS, L. OLIVELLA, L. TIRAPU, M. VIKANOVA i D. BARCELÓ (2001), «Determination of drugs in surface water and wastewater samples by liquid chromatography-mass spectrometry: Methods and preliminary results including toxicity studies with *Vibrio fischeri*», *J. of Chromat.*, núm. 938, p. 187-197; M. PETROVIC, M. SOLÉ, M. J. LÓPEZ DE ALBA i D. BARCELÓ (2002), «Endocrine disruptors in sewage treatment plants, receiving river waters, and sediments: Integration of chemical analysis and biological effects on feral carp», *Environ. Toxic. Chem.*, núm. 21, p. 2146-2158.

27. S. PINA, J. JOFRE, S. U. EMERSON, R. H. PURCELL i R. GIRONÉS (1998), «Characterization of a strain of infectious hepatitis E virus isolated from sewage in an area where hepatitis E is not endemic», *Appl. Environ. Microbiol.*, núm. 64, p. 4485-4488; J. DELLUNDÉ, S. PINA, J. JOFRE i F. LUCENA (2002), «A fast and sensitive nucleic acid extraction method for the detection of *Cryptosporidium* by PCR in environmental water samples», *Wat. Sci. Technol.: Water Supply*, núm. 2, p. 95-100; A. BLANCH, C. GARCÍA-ALJARO, M. MUNIESA i J. JOFRE (2003), «Detection, enumeration and isolation of strains carrying the *stx2* gene from urban sewage», *Water Science and Technology*, núm. 47, p. 109-116.

28. J. MÉNDEZ, A. AUDICANA, M. CANCER, A. ISERN, J. LLANEZA, B. MORENO, M. NAVARRO, M. L. TARANCÓN, F. VALERO, F. RIBAS, J. JOFRE i F. LUCENA (2003), «Assessment of drinking water quality using indicator bacteria and bacteriophages», *J. of Water and Health*, en premsa.

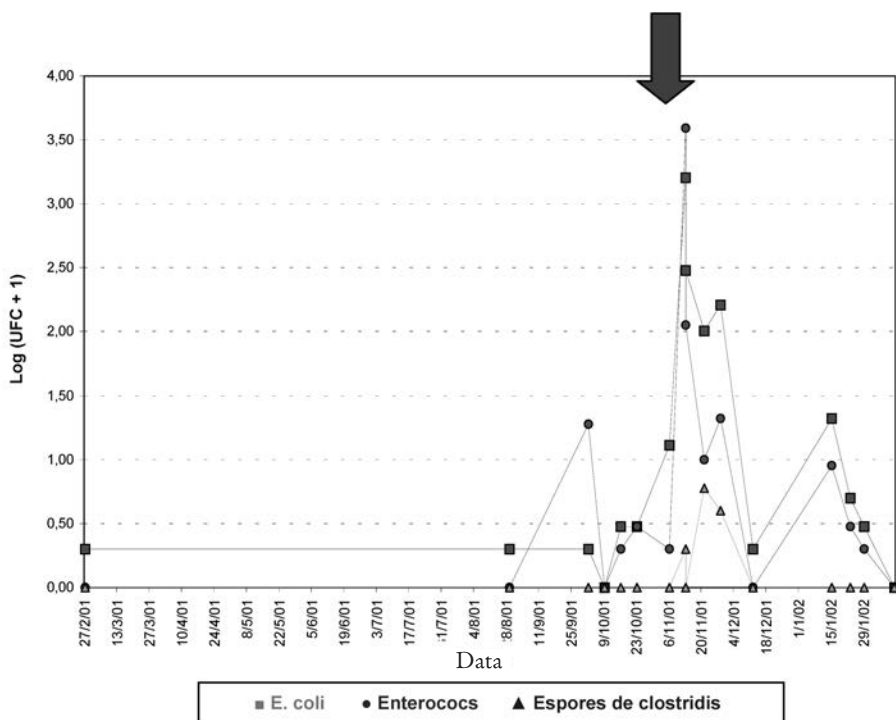


FIGURA 4. Efecte de pluges (la fletxa indica un episodi de fortes pluges) en la contaminació microbiològica d'una font de muntanya.²⁹

finals d'estiu, després de períodes de sequera. Aquesta mobilització afecta tant les aigües superficials com les aigües subterrànies. Com a exemple, en la figura 4 mostrem com unes fortes pluges varen afectar el nombre de bacteris d'origen fecal en una font. Així doncs, a causa del clima, els recursos d'aigua de Catalunya, a més d'escassos, són molt vulnerables. Aquests canvis sobtats poden fer els tractaments habituals insuficients en determinats moments, i si bé les grans plantes de potabilització tenen sistemes d'alerta enfront d'aquests canvis, aquest no sembla que sigui el cas en els serveis de subministrament de poblacions petites.

29. J. MÉNDEZ, A. AUDICANA, M. CANCER, A. ISERN, J. LLANEZA, B. MORENO, M. NAVARRO, M. L. TARANCÓN, F. VALERO, F. RIBAS, J. JOFRE i F. LUCENA (2003), «Assesment of drinking water quality using indicator bacteria and bacteriophages», *J. of Water and Health*, en premsa.

TRACTAMENT DE L'AIGUA DE CONSUM

Tal com ha quedat reflectit en l'apartat anterior, la qualitat dels recursos d'aigua de consum requereix en la majoria dels casos una millora abans de distribuir aquesta aigua a les xarxes d'abastament. Es pot adequar la qualitat de l'aigua que se subministra a les xarxes de distribució als requeriments de les normatives vigents seguint dues estratègies: les barreges i els tractaments de potabilització.

BARREGES

En alguns casos en què es vulgui rebaixar el contingut de determinats compostos com els clorurs, els sulfats, el sodi, el potassi, els nitrats i fins i tot els trihalometans, es pot diluir fent barreges amb aigües amb diferent contingut d'ions o amb precursors dels subproductes de desinfecció. Aquesta pràctica també pot ser utilitzada per a millorar el gust i l'olor de l'aigua.³⁰ Així, l'aigua d'algunes xarxes és una barreja d'aigües de diferent origen, per exemple superficial i subterrani. És difícil de quantificar què representa aquesta pràctica, ja que en tot moment depèn del cabal dels rius, de les reserves subterrànies, de contaminacions puntuals sobtades, etc. A l'enquesta de l'ASAC, el nombre de serveis d'abastament que disposen de fonts mixtes i que, per tant, poden fer barreges és de 79 sobre 135, que, referit a població, representa com a mínim el 62 % de la població de Catalunya.

TRACTAMENTS DE POTABILITZACIÓ

Les barreges poden corregir alguns aspectes, però no tots. Això fa que calgui sotmetre les aigües a tractaments de potabilització. El tractament més simple, i a vegades únic i imprescindible, és la desinfecció per clor. La filtració per filtres de sorra és el segon tractament més freqüent, seguit de la coagulació prèvia a la filtració i la filtració. La coagulació i la filtració seguida de desinfecció es consideren el tractament convencional. En molts casos calen tractaments addicionals, ja sigui per a fer desaparèixer contaminants no eliminats pels tractaments convencionals o per a suprimir subproductes de precloració. Aquests tractaments addicionals són del tipus ozonització o filtració per carbó activat. Aquests processos, entre d'altres, es coneixen en conjunt com a *tractaments d'afinament*.

L'enquesta de l'ASAC identifica trenta-cinc plantes potabilitzadores que fan

30. LI. MATIA i F. VENTURA (2002), «Blending», a *Distribution generated taste and odor phenomena*, Denver, AWWA Research Foundation.

tractaments addicionals a la desinfecció per clor. En la figura 5 es reflecteixen els percentatges de les aigües superficials i subterrànies que reben tractaments. La dada referent a la desinfecció de les aigües subterrànies ha estat modificada tenint en compte la desinfecció a la qual sotmeten l'aigua subterrània els serveis de distribució que no tenen planta de potabilització.

S'estan produint interessants desenvolupaments tècnics en l'àrea de tractament d'aigües que poden ser aplicats a tractaments de potabilització, com ara les tecnologies de filtració per membrana. De moment, aquesta tecnologia ja ha permès posar en marxa una planta dessaladora al delta de la Tordera i una altra per a potabilitzar l'aigua de l'aqüífer del Besòs,³¹ que havia estat abandonat com a conseqüència de l'elevat nivell de contaminació que presentava. També caldrà esbrinar la possibilitat d'utilitzar sistemes de desinfecció alternatius que minimitzin la generació de subproductes, com poden ser el diòxid de clor, l'ozonització, la radiació ultraviolada o el tractament biològic. En qualsevol cas, sembla que en la majoria de xarxes de distribució és necessari el manteniment de certes concentra-

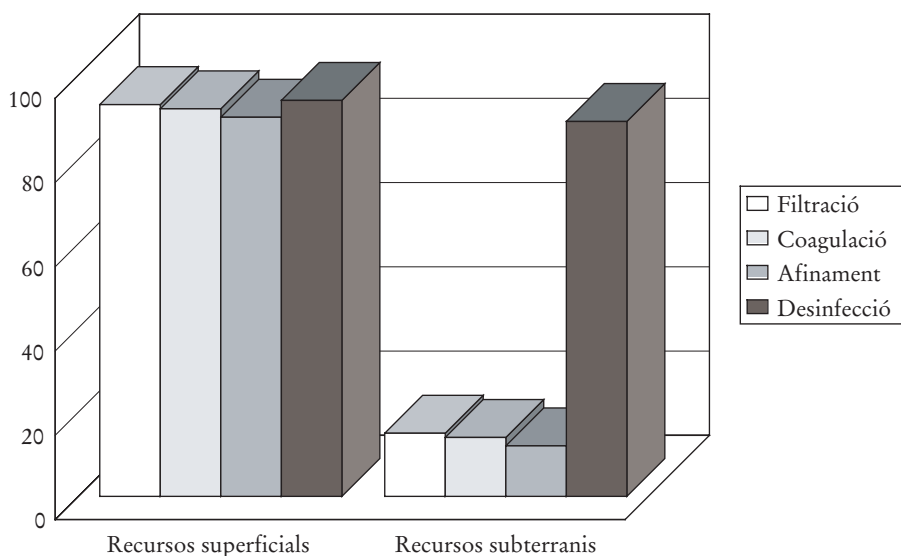


FIGURA 5. Percentatges d'aigua crua que rep diferents tractaments a les plantes de potabilització.

31. J. CANTÓ i F. LUQUE (2001), «El tratamiento de potabilización de las aguas subterráneas. Aplicación de nuevas tecnologías», a *XXI Jornadas Técnicas de la Asociación Española de Abastecimientos y Saneamiento*, tom I, Lleida, p. 37-62.

cions de desinfectant residual per a prevenir el recreixement de biopel·lícules a la xarxa, per a mitigar recontaminacions, etc. La disponibilitat de recursos d'aigua de qualitat per al consum, el tractament adequat d'aquests recursos i la disponibilitat de xarxes de distribució segures i ben gestionades en relació amb els aspectes del manteniment de la qualitat de l'aigua podrien permetre no afegir desinfectant residual a l'aigua de distribució.³²

QUALITAT DE L'AIGUA DE CONSUM

Abans d'entrar de ple a les aigües de xarxa, voldríem assenyalar que algunes dades disponibles³³ ens indiquen que l'aigua de moltes fonts que brollen espontàniament, així com la de pous privats, no té la qualitat mínima requerida per la legislació, almenys pel que fa a la microbiologia, i que no totes les fonts que no reuneixen les característiques estan convenientment retolades com a «aigua no potable». Caldria tenir una mica més de cura en aquesta qüestió, ja que la percepció, tot i que sigui errònia, d'una part important de la població és que les aigües de fonts i pous individuals acostumen a ser de bona qualitat.

DADES BÀSIQUES: FONTS D'INFORMACIÓ

Pel que fa a la qualitat de les aigües de consum humà subministrades per xarxa, analitzarem quatre tipus d'informació: 1) dades cedides per la Direcció General de Salut Pública del Departament de Sanitat i Seguretat Social de la Generalitat de Catalunya, algunes de les quals es troben disponibles a la web del Departament (http://www.gencat.net/sanitat/portal/cat/toc_mediam-bient.htm); 2) una enquesta feta a tot l'Estat per l'Associació Espanyola d'Abastament d'Aigua i Sanejament (AEAS);³⁴ 3) dades subministrades per Aigües de Barcelona; 4) dades subministrades pel laboratori del Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona.

32. Y. LEVI (1992), «Distribuer une eau non chlorée: Le défi de la qualité», *Sciences et Techniques de l'Eau*, núm. 26, p. 251-255; D. van der KOOIJ, J. H. M. van LIEVERLOO, J. A. SCHELLAR, P. HIEMSTRA (1999), «Distributing drinking water without disinfectant: Highest achievement or heigh of folly?», *J. Wat. SRT-Aqua*, núm. 48, p. 31-37.

33. J. MÉNDEZ, A. AUDICANA, M. CANCER, A. ISERN, J. LLANEZA, B. MORENO, M. NAVARRO, M. L. TARANCÓN, F. VALERO, F. RIBAS, J. JOFRE i F. LUCENA (2003), «Assesment of drinking water quality using indicator bacteria and bacteriophages», *J. of Water and Health*, en premsa.

34. AEAS (2001), «Suministro de agua potable y saneamiento en España (2000)», a *VII Encuesta Nacional de Abastecimiento, Saneamiento y Depuración*, Madrid, Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento.

1) Dades de la Generalitat. La Direcció General de Salut Pública del Departament de Sanitat i Seguretat Social de la Generalitat de Catalunya té un programa de vigilància i control sanitari de les aigües de subministrament públic que té com a objectiu vigilar els agents químics, físics i biològics que per mitjà de les aigües de proveïment públic poden ocasionar trastorns o malalties a la població, i controlar la conformitat dels sistemes de subministrament i de les actuacions de les entitats gestores amb les disposicions normatives. Si en l'execució d'aquest programa es constata alguna irregularitat que pot suposar un risc per a la salut dels usuaris, actua, en qualitat d'autoritat sanitària, dictant mesures correctores i imposant sancions. Cal assenyalar la inclusió en aquest programa de control d'abastaments privats que inclouen establiments turístics com càmpings, cases de colònies, etc.

De manera sistemàtica es realitzen les activitats següents:

— Vigilància de la desinfecció i control de les entitats gestores del subministrament, amb l'objectiu de detectar les aigües que són distribuïdes sense que hagin estat convenientment desinfectades i que, per tant, puguin ser bacteriològicament no potables.

— Foment dels sistemes d'autocontrol de les entitats gestores del subministrament, amb l'objectiu de promoure la implementació de plans d'autocontrol d'aquestes entitats, basats en l'anàlisi de perills i punts de control crític, i controlar que es compleixi la normativa vigent quant al nombre i periodicitat de les anàlisis i als registres obligatoris dels resultats que se n'obtinguin.

— Campanya de caracterització fisicoquímica de les aigües de proveïment públic, amb l'objectiu de disposar d'un historial de cada xarxa i poder, d'aquesta manera, detectar qualsevol variació en la qualitat fisicoquímica de l'aigua al llarg del temps.

— Inspecció de les instal·lacions dels sistemes de subministrament d'aigua per al consum públic, amb l'objectiu de detectar les deficiències d'infraestructura i de gestió que puguin suposar un risc de contaminació de l'aigua de distribució.

Per motius diversos, i independentment dels controls sistemàtics, també es realitzen altres actuacions encaminades a completar la informació bàsica de determinades xarxes, bé sigui actuant d'ofici o a instància de part. En aspectes relacionats amb la qualitat de l'aigua, s'efectuen de manera puntual i en determinades zones, a més de les anàlisis rutinàries, determinacions de radioactivitat, metalls pesants, microcontaminants orgànics, etc.

Pel que fa a la qualitat de l'aigua subministrada, la Direcció General de Salut Pública assenjala com a particularment interessants els aspectes següents:

— El contaminant més preocupant per l'alta incidència és el nitrat (aquest aspecte es tractarà més endavant).

— Per a la resta de paràmetres de qualitat es detecten incompliments esporà-

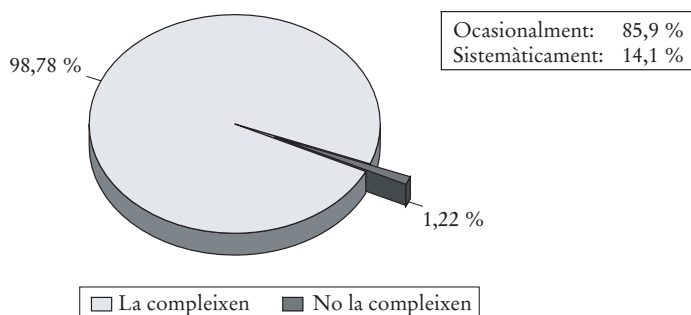


FIGURA 6. Grau de compliment de la legislació vigent als abastaments de l'Estat espanyol.

dics; quan s'han detectat, el Departament de Sanitat i Seguretat Social, després de l'avaluació corresponent, ha pres les mesures oportunes per tal de minimitzar el risc per a la salut de la població.

— S'ha prestat la màxima atenció a la valoració dels nivells de fluorur a les xarxes de subministrament, no tant perquè es consideri com un contaminant perillós, sinó perquè és imprescindible per a diverses actuacions d'assistència primària i promoció de la salut en aspectes relacionats amb la salut dental.

2) Enquesta de l'AEAS. De l'enquesta de l'Associació Espanyola d'Abastament d'Aigua i Sanejament³⁵ es desprenen algunes dades d'interès per a aquest estudi, atès que les empreses que subministren a la major part de la població de Catalunya hi han participat. Segons les dades d'aquesta enquesta, no hi ha una diferència geogràfica destacable respecte a la qualitat de l'aigua de consum humà al territori de l'Estat. En l'enquesta, però, no hi ha representada la gran majoria de la població de nuclis rurals. Segons dades d'aquesta enquesta obtingudes directament de les empreses subministradores, la qualitat de l'aigua de l'aixeta a Espanya i, per tant a Catalunya, és prou satisfactòria respecte a la legislació vigent fins al febrer de 2003 (Reial decret 1138/90).

Segons es pot observar en la figura 6, el nombre d'anàlisis que no compleixen la legislació vigent, és a dir, que sobrepassen el valor màxim acceptable d'algun dels paràmetres establerts en el Reial decret 1138/90 (vigent en el moment de rea-

35. AEAS (2001), «Suministro de agua potable y saneamiento en España (2000)», a *VII Encuesta Nacional de Abastecimiento, Saneamiento y Depuración*, Madrid, Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento.

TAULA 5. *Relació de paràmetres que no compleixen els valors paramètrics del Reial decret 1138/90 a subministraments de l'Estat espanyol*

<i>Sistemàticament</i>	<i>Ocasionalment</i>
Potassi	Coliformes totals i fecals
Sodi	Plaguicides
Magnesi	Ferro
Calci*	Bor
Sulfats	Fluor
Temperatura	Nitrats
	Residu sec
	Oxidabilitat
	Alumini
	Clorurs*
	Terbolesa
	Color
	Potassi
	Sodi
	Magnesi
	Calci*
	Sulfats
	Temperatura

* Paràmetres sense valor paramètric, només amb valor guia.

litzar l'enquesta), és de l'1,2 %. D'aquest percentatge, un 14,1 % falla en algun paràmetre sistemàticament i el 85,9 % només falla ocasionalment. Com queda reflectit en la taula 5, els paràmetres que s'incompleixen sistemàticament són els anions i cations d'origen natural, mentre que els que fallen ocasionalment són més variats: bacteris, plaguicides i compostos inorgànics, inclòs el nitrat. En general, quan un paràmetre supera els valors màxims acceptables de manera ocasional o sistemàtica, els abastaments solliciten una autorització d'excepció a les autoritats sanitàries, segons està previst en la legislació (Reial decret 1138/1990, Reial decret 140/2003). Els paràmetres pels quals es pot demanar excepció de compliment són només aquells que poden tenir alguna influència en les qualitats organolèptiques de l'aigua, però no sobre la salut. Així, del conjunt de paràmetres inclosos en l'1,2 % que sobrepassen el límit establert, en un 62 % dels casos s'ha concedit l'excepció. Per tant, el percentatge real d'incompliment seria del 0,46 %. Aquestes dades indiquen que la qualitat de l'aigua és sistemàticament bona des del punt de vista d'efectes sobre la salut; en canvi, té ingredients perquè la qualitat organolèptica sigui com a mínim discutible en alguns indrets.

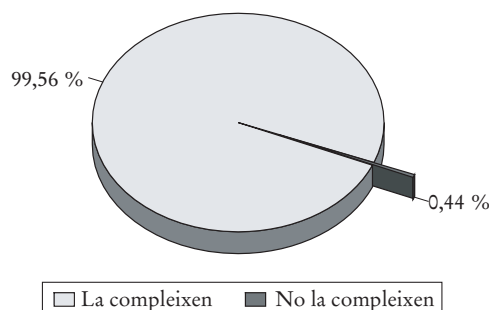


FIGURA 7. Grau de compliment de la legislació vigent als abastaments de vint-i-quatre municipis de l'àrea de Barcelona.

TAULA 6. *Relació de paràmetres que no compleixen els valors paramètrics del Reial decret 1138/90 en algunes zones de l'abastament de vint-i-quatre municipis de l'àrea de Barcelona*

<i>Sistemàticament*</i>	<i>Ocasionalment</i>
Potassi	Coliformes totals i fecals
Sodi	Ferro
Magnesi	Terbolesa
Residu sec	Olor
Temperatura	Alumini
	Sulfats

* Paràmetres excepcionats.

3) Dades de l'àrea de Barcelona. Les dades subministrades per Aigües de Barcelona, que corresponen a vint-i-quatre municipis de l'àrea de Barcelona i que representen aproximadament el 50 % de la població de Catalunya, ens permeten tenir una aproximació del que pot passar a les zones urbanes de Catalunya. Com queda reflectit en la figura 7, de 193.587 determinacions efectuades el 2002, només 854, corresponents a paràmetres no excepcionats, ocasionalment no compleixen la legislació vigent. Això suposa el 0,44 % de les determinacions efectuades. Com queda reflectit en la taula 6, els paràmetres que superen la concentració o valor màxim admissible de manera sistemàtica són alguns cations, el residu sec i la temperatura a l'estiu, paràmetres excepcionats del compliment de les concentracions màximes admissibles pel Departament de Sanitat i Seguretat Social de la Generali-

tat de Catalunya segons preveu el Reial decret 1138/1990 i que corresponen bàsicament a l'àmbit d'aigües subministrades procedents de la conca del riu Llobregat. De manera ocasional, també incompleixen aquest valor els bacteris, el ferro, l'alumini, els sulfats, la terbolesa i l'olor.

4) Dades de la Diputació de Barcelona. Les dades subministrades per la Diputació de Barcelona (<http://www.diba.es/mediambient/default.asp>) ens permeten tenir una aproximació del que pot passar en poblacions petites a tot Catalu-

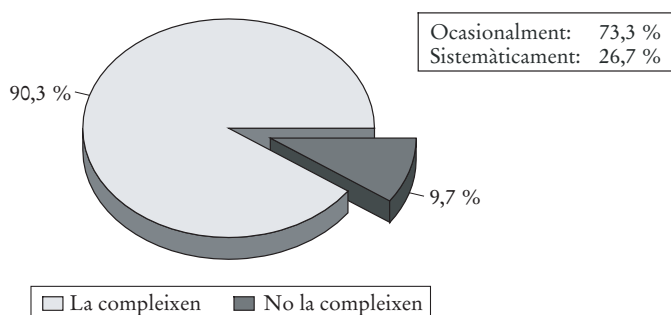


FIGURA 8. Grau de compliment de la legislació vigent als abastaments de petits nuclis de població de la província de Barcelona.

TAULA 7. *Relació de paràmetres que no compleixen els valors paramètrics del Reial decret 1138/90 en alguns subministraments de petits nuclis de població de la província de Barcelona*

Sistemàticament	Ocasionalment
Potassi	Coliformes totals i fecals
Sodi	Enterococs
Clorurs*	Clostridis
Nitrats	Potassi
Sulfats	Sodi
	Clorurs*
	Nitrats
	Nítrits
	Sulfats
	Plaguicides
	Metalls

* Paràmetres sense valor paramètric, només amb valor guia.

nya. Com queda reflectit en la figura 8, el nombre d'anàlisis que no compleixen la legislació vigent és gairebé del 10 %. D'aquest, un 26,7 % falla en algun paràmetre sistemàticament i el 73,3 % restant només falla ocasionalment. Molt probablement, alguns dels paràmetres que fallen sistemàticament són susceptibles de ser objecte de permís d'excepcionalitat i, per tant, el valor dels paràmetres que fallen sistemàticament sigui més baix que l'indicat. Com queda reflectit en la taula 7, els paràmetres que incompleixen sistemàticament els valors paramètrics són els anions i cations d'origen natural i l'anió nitrat, que és conseqüència de la contaminació. Els que fallen ocasionalment són més variats que en el cas dels subministraments de les ciutats grans i inclouen bacteris, cations i anions, inclòs el nitrat.

PARÀMETRES D'ESPECIAL INTERÈS

Els paràmetres que més preocupen actualment són els trihalometans i els nitrats. Les dades referents als trihalometans, que s'originen com a subproductes de la cloració, no queden reflectides en les taules anteriors, ja que el compliment del seu valor paramètric només és obligatori a partir del febrer del 2004, després de la publicació del Reial decret 140/2003.

Aquestes dades de trihalometans i nitrats, les hem obtingut d'estudis independents³⁶ i de la informació disponible a la web de la Conselleria de Sanitat (<http://www.gencat.net/aca/cat/principal.htm>).

— Trihalometans. Els trihalometans (bromodiclorometà, bromoform, cloroform, dibromoclorometà) són derivats halogenats de clor i brom. Majoritàriament s'originen com a subproductes de desinfecció, principalment desinfecció per clor quan hi ha precursors a l'aigua. Són un problema associat especialment a l'ús d'aigües superficials. Alguns autors els associen al càncer de bufeta. En aquests moments no n'hi ha una concentració màxima admissible, d'acord amb el Reial decret 1138/90. La nova legislació (Reial decret 140/2003) en preveu, a partir del gener del 2004 i fins al gener del 2009, una concentració màxima acceptable (valor paramètric) de 150 µg/L. Aquest és el denominat *valor de transició*. A partir del gener del 2009, el valor paramètric passarà a ser de 100 µg/L. La qualitat de molts recursos d'aigua superficial destinada al consum, com s'ha indicat en seccions anteriors, fa que es tracti d'un problema preocupant, ja que obliga a clorar aigües amb un alt contingut en precursors. Els processos d'ozonització i filtració a través de carbó activat poden contribuir a reduir-ne el contingut.³⁶

36. B. CANCHO, F. VENTURA i M. T. GALCERAN (1999), «Behaviour of halogenated disinfection by-products in the water treatment plant of Barcelona, Spain», *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, núm. 63, p. 610-617.

Dos estudis independents d'àmbit estatal³⁷ reporten les concentracions de trihalometans a l'aigua de consum de deu nuclis urbans catalans que representen més del 70 % de la població de Catalunya. Totes estan per sota de la concentració màxima admissible (valor paramètric) de transició (150 µg/L) vigent entre el 2004 i el 2009. Vuit nuclis urbans que representen més del 67 % de la població de Catalunya també tenen els nivells de trihalometans per sota dels 100 µg/L, valor paramètric vigent a partir del 2009.

D'altra banda, en l'estudi de l'Organització de Consumidors, que inclou vuit nuclis urbans que representen més del 65 % de la població de Catalunya, no s'ha detectat en cap cas concentracions de compostos orgànics volàtils per damunt dels valors legiscats, i tampoc no s'ha observat en cap dels abastaments la presència d'herbicides del tipus triazines.

— Nitrats. Els nitrats són uns compostos naturals que formen part del cicle del nitrogen. Localment, per introducció de nitrogen extern, ja sigui orgànic (proteïnes) o inorgànic (sals amoniacals i nitrats emprats com a adobs), en alguns entorns augmenta la quantitat de nitrogen disponible. Aquest és el cas de moltes zones d'Europa on s'acumula població i hi ha molta activitat agrícola i ramadera. A Catalunya, la situació és especialment preocupant, com hem assenyalat en l'apartat anterior, i afecta fonamentalment les aigües subterrànies.

La molècula realment preocupant des del punt de vista sanitari no és el nitrat, sinó el nitrit, produït per desnitrificació del nitrat a l'estómac dels lactants. Però tots dos van lligats, ja que formen part del cicle del nitrogen, si bé el més abundant a les aigües és el nitrat. El nitrit pot produir metahemoglobinèmia a lactants. S'ha dit que alguns compostos que es podrien formar a partir dels nitrats podrien ser carcinògens, però no hi ha evidències experimentals ni epidemiològiques concloents.

De nitrats, també n'hi ha concentracions elevades en aliments, per exemple en moltes verdures. La legislació referent a les aigües indica una concentració màxima permissíble de nitrats de 50 mg/L. Aquest valor està calculat pensant a mantenir una ingesta diària per sota dels 255,5 mg/L.

Com ha quedat evidenciat anteriorment, a Catalunya hi ha moltes zones on les aigües subterrànies tenen concentracions de nitrats per damunt dels 50 mg/L (mapa 4). Avui dia, tecnologies com el tractament d'aigües amb membranes i els reactors biològics de desnitrificació permeten eliminar o reduir les concentracions de nitrats de l'aigua.

Segons dades de la Conselleria de Sanitat de la Generalitat de Catalunya (<http://www.gencat.net/aca/cat/principal.htm>), un 7 % de les xarxes censades a

37. C. M. VILLANUEVA, M. KOGEVINAS i J. O. GRIMALT (2001), «Cloración del agua potable en España y cáncer de vejiga». *Gac. San.*, vol. 1, núm. 15, p. 48-53; OCU (2002), «Análisis del agua del grifo», informe 265, disponible a <http://www.ocu.org/map/src/3041.htm>.

Catalunya tenen continguts de nitrats superiors als 50 mg/L, corresponent, la major part del percentatge, a petits nuclis urbans. No hi ha una localització concreta dins de les zones indicades en el mapa 4, ja que depèn de si cada xarxa en qüestió disposa de fonts alternatives per a fer barreges d'aigua. Aquestes xarxes afecten menys de l'1,5 % dels usuaris de tot Catalunya.

La mesura presa actualment consisteix a avisar els usuaris que l'aigua de la seva xarxa conté concentracions de nitrats per sobre de 50 mg/L, i recomanar-los de no beure'n. Qui avisa és el servei de subministrament, l'Ajuntament o el Consell Comarcal. De cara als usuaris accidentals, la ingestió d'aigua amb nitrats no ha de tenir cap efecte. Un plat de moltes verdures conté més nitrats que un litre d'aigua contaminada amb nitrats.

Independentment d'aquest fet, cal rebaixar les concentracions ambientals de nitrats, o bé deixant de fer les activitats que els generen, o bé fent-les millor, o bé intervenint en el cicle del nitrogen.

EFFECTES CONTRASTATS SOBRE LA SALUT

CONTAMINACIÓ QUÍMICA

No hem trobat dades escrites referents a problemes de salut associats a la contaminació química a Catalunya.

A Catalunya només es coneix un estudi que intenta relacionar els trihalometans amb possibles efectes de l'aigua de consum sobre la salut.³⁸ Aquest estudi es basa en l'aplicació de models teòrics desenvolupats en altres països, en els quals, entre d'altres coses, els hàbits de vida de la població són completament diferents. D'altra banda, intenta estimar teòricament una possible relació entre la incidència del càncer de bufeta d'orina i els continguts alts de trihalometans a l'aigua, com alguns autors citats anteriorment³⁹ preconitzen, en contra de l'opinió de la IARC⁴⁰

38. M. VILLANUEVA, M. KOGEVINAS i J. O. GRIMALT (2001), «Cloración del agua potable en España y cáncer de vejiga». *Gac. San.*, vol. 1, núm. 15, p. 48-53; OCU (2002), «Análisis del agua del grifo», informe 265, disponible a <http://www.ocu.org/map/src/3041.htm>.

39. R. J. BULL i F. C. KOPFLER (1991), *Health effects of disinfectants and disinfection by products*, Denver, American Water Works Association; K. P. CANTOR (1997), «Drinking water and cancer», *Cancer Causes and Control*, núm. 8, p. 1056-1061; M. S. MALCOLM, P. WEINSTEIN i A. J. WOODWARD (1999), «Something in the water? A health impact assessment of disinfection by-products in New Zealand», *N. Z. Med. J.*, núm. 112, p. 404-407.

40. IARC (1991), «Chlorinated drinking water, chlorination by-products; some other halogenated compounds, cobalt and cobalt compounds», *IARC Monogr. Evaluation of Carcinogenic Risk in Humans*, Washington, núm. 52.

i la USEPA.⁴¹ En tot cas, segons els mateixos autors, cal interpretar les estimacions amb molta cautela i verificar-les mitjançant estudis molt més concloents, extensos i exhaustius.

CONTAMINACIÓ MICROBIANA

Segons dades del *Butlletí Epidemiològic de Catalunya*, es detecten a Catalunya uns cinc mil o sis mil casos de gastroenteritis per cent mil habitants l'any. Això ens dona un total d'entre tres-cents mil i tres-cents seixanta mil casos. Si tal com s'ha assenyalat anteriorment, entre un 2,5 % i un 5 % de les gastroenteritis són atribuïbles a l'aigua,⁴² hi hauria cada any entre set mil dos-cents i divuit mil casos de gastroenteritis lligats a aigua a Catalunya. Aquest nombre està molt per sobre del nombre de casos lligats a brots informats (taula 8), que presenten una mitjana d'uns dos-cents casos anuals. Això no és sorprenent, ja que es considera que la majoria de gastroenteritis lligat a aigües es donen com a casos esporàdics i, per tant, molt difícils d'associar a res.⁴³ En canvi, aquest valor estaria molt per sota del valor més teòric derivat del fet que cada habitant de la nostra àrea geogràfica pateix un brot de gastroenteritis cada dos anys, i que aplicant el percentatge d'entre un 2,5 % i un 5 % atribuïble a aigua, donaria uns valors d'entre trenta-set mil i setanta mil gastroenteritis causades per la ingestió d'aigua contaminada cada any.

En la taula 8 es pot observar la distribució de brots de gastroenteritis lligats a l'aigua informats a Catalunya entre l'any 1996 i el 2001 (butlletins epidemiològics de Catalunya disponibles a <http://www.gencat.net/sanitat/portal/cat/spbec.htm>). Els valors són força estables (excepte l'any 2001), amb una mitjana de cinc a set brots per any i un nombre anual d'afectats d'aproximadament dos-cents. Aquest valor no és gaire diferent dels valors informats a Suècia, amb un nombre d'habitants semblant al de Catalunya, o a Anglaterra i Gal·les, amb un nombre molt més gran d'habitants.⁴⁴ En canvi, fent excepció de l'any 2001, tant el nombre de brots com el nombre d'afectats és lleugerament inferior al de la resta de l'Estat, segons

41. USEPA (1998), «Primary drinking water regulations: Disinfectants and disinfection byproducts notice of data availability», Washington DC, US Environmental Protection Agency, disponible en URL a <http://www.epa.gov/ogwdw000/ndbp/dis.html>.

42. P. S. MEAD, L. SLUTSKER, V. DIETZ, L. F. MCCAIG, J. S. BRESEE, C. SHAPIRO, P. M. GRIFFIN i R. V. TAUXEI (1999), «Food related illness and death in the United States», *Emerg. Infect. Dis.*, núm. 5, p. 607-625.

43. J. BARTRAM (2003), «Investigation of sporadic waterborne disease», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press i IWA Publishing.

44. ANDERSON i P. BOHAN (2001), «Disease surveillance and waterborne outbreaks», a L. FEWTRELL i J. BARTRAM (ed.), *Water quality: Guidelines, standards and health*, Londres, IWA Publishing.

TAULA 8. Brots de gastroenteritis lligats a l'aigua informats a Catalunya durant els anys 1996-2001

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Nre. de brots	5	6	1	9	3	18
Nre. d'afectats	103	156	34	450	123	806
Nre. de morts	0	0	0	0	0	0

dades extretes del *Boletín Epidemiológico del Ministerio de Sanidad y Consumo* (<http://cne.isciii.es>).

Només a vuit dels quaranta-dos brots informats durant aquests sis anys ha estat possible identificar els microorganismes implicats. El virus de Norwalk hi ha estat implicat en tres ocasions; el *Campylobacter jejuni* i la *Salmonella* ssp., en dues, i la *Shigella*, en una.

Aproximadament una tercera part dels brots té el seu origen en el consum d'aigua de pous i fonts; un altre terç, en el consum d'aigua de xarxa, i la resta són brots en el consum d'un sol edifici o instal·lació (blocs de pisos, espais poliesportius, cases de colònies, escoles, residències d'avis, etc.), sense que s'hagin identificat exactament les causes del problema. Els casos lligats a la xarxa de distribució solen anar associats a problemes en la cloració, i es dona l'aparent paradoxa que la majoria dels casos es donen en zones properes als Pirineus.

Les dades a Catalunya no es diferencien gaire de les descrites per altres països com Suècia, Anglaterra o els Estats Units ni pels microorganismes implicats ni per les causes que originen el problema.⁴⁵ En els anys estudiats, el percentatge de gastroenteritis atribuïdes a l'aigua del total de problemes gastrointestinals identificats varia d'un 0,6 % a un 5,2 % dels brots i d'un 1,5 % a un 15 % dels casos, amb uns valors mitjans del 3 % i el 7 % respectivament, molt propers al valor teòric d'entre un 2,5 % i un 5 %. El nombre de morts per episodis de gastroenteritis a Catalunya és de tres en els sis anys estudiats. Tal com pot observar-se en la taula 7, cap d'aquestes morts no és deguda a brots d'origen hídric. Aquestes xifres tampoc no es diferencien dels valors observats en altres països com Suècia, Anglaterra o els Estats Units.⁴⁶

45. G. F. CRAUN, R. L. CALDERÓN i N. NWACUKU (2003), «Causes of waterborne outbreaks reported in the United States, 1991-1998», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press, IWA Publishing; Y. ANDERSON i P. BOHAN (2001), «Disease surveillance and waterborne outbreaks», a L. FEWTRILL i J. BARTRAM (ed.), *Water quality: Guidelines, standards and health*, Londres, IWA Publishing.

46. G. F. CRAUN, R. L. CALDERÓN i N. NWACUKU (2003), «Causes of waterborne outbreaks reported in the United States, 1991-1998», a P. R. HUNTER, M. WAITE i E. RONCHI (ed.), *Drinking water and infectious diseases: Establishing the links*, Londres, CRC Press, IWA Publishing; Y. ANDERSON i P. BOHAN (2001), «Disease surveillance and waterborne outbreaks», a L. FEWTRILL i J. BARTRAM, (ed.), *Water quality: Guidelines, standards and health*, Londres, IWA Publishing.

CONCLUSIONS

A Catalunya, els recursos d'aigua per al consum són, en primer lloc, escassos i sotmesos a fortes fluctuacions a causa del clima i, en segon lloc, de poca qualitat. Aquesta manca de qualitat és deguda a diversos factors, que podem resumir en: 1) característiques del sòl per la presència de sals que aporten ions (clorur, sulfat, sodi, calci i magnesi); 2) contaminació de diferents orígens (domèstica, industrial i agrícola i ramadera), i 3) sobreexplotació d'aqüífers, principalment a les zones costaneres, que provoca intrusions marines.

S'aprecia un esforç de gestió i millora de la qualitat dels recursos existents molt important, sobretot en els abastaments que se sustenten en aigües superficials, que solen coincidir amb nuclis de població importants i que, per tant, subministren aigua a una gran part de la població de Catalunya. L'esforç és més petit en recursos subterranis d'aigua, que en molts casos coincideixen amb nuclis de població petits. En alguns casos, aquests abastaments ni tan sols efectuen tractaments de desinfecció d'una manera regular i eficient.

La qualitat de l'aigua de consum és, en general, prou acceptable. En els abastaments on es realitzen anàlisis amb freqüència, el nombre d'anàlisis en les quals hi ha algun incompliment de la normativa vigent és molt baix. Hi ha fonamentalment incidències en paràmetres com els sulfats, el potassi, el sodi i el calci, que tenen a veure sobretot amb la qualitat organolèptica de l'aigua de consum. En zones rurals, s'observa un major incompliment en aspectes microbiològics, i això queda reflectit en la distribució dels brots de gastroenteritis. Paradoxalment, hi ha una falta de coincidència entre la qualitat organolèptica i la qualitat sanitària de l'aigua de consum.

L'escassetat d'aigua, la forta concentració d'activitats contaminants i el clima fan que la qualitat dels recursos d'aigua per al consum, ja siguin superficials o subterranis, sofreixin canvis sobtats. Només les grans plantes de tractament amb sistemes *online* poden fer front a aquestes eventualitats.

Durant la realització d'aquesta revisió hem trobat a faltar l'existència d'unes

bases de dades accessibles sobre la qualitat de l'aigua a Catalunya. Esperem que l'aplicació del Sistema d'Informació Nacional d'Aigua de Consum que preveu la legislació recent corregeixi aquesta mancança.

ALGUNS SUGGERIMENTS

Cal millorar la qualitat dels recursos d'aigües per al consum, almenys en els aspectes en què sigui més factible. Cal persistir en l'esforç per a reduir els nivells de contaminació de les aigües superficials i subterrànies. Al nostre entendre, una política de regeneració i reutilització d'aigües residuals té un interès dual, ja que aportaria recursos addicionals, sempre que es garantis la qualitat sanitària d'aquestes aigües, alhora que protegiria de la contaminació els recursos ja existents.

S'ha d'aplicar i fer complir la legislació actual, però alhora, com ja aconsella el Departament de Sanitat i Seguretat Social de la Generalitat de Catalunya a les entitats gestores, s'ha d'anar aplicant progressivament una política de gestió basada en la identificació dels perills i efectuar el control als punts crítics més que a la qualitat del producte final, el qual tampoc no s'ha de menysprear. Tenint en compte que la qualitat dels recursos d'aigua de Catalunya és molt influenciable per diferents factors, aquesta és una aproximació indispensable, i que de ben segur ha de donar millors resultats que una política només basada en el control de la qualitat del producte final.

Cal participar conjuntament amb altres zones de la Mediterrània tan activament com sigui possible en els òrgans legislatius de la Unió Europea, a fi que a l'hora de legislar es considerin els problemes específics de les zones mediterrànies.

S'ha d'establir un sistema de vigilància de problemes emergents. Un país com el nostre, amb molta indústria química, agricultura i ramaderia intensiva, molta immigració i una important importació d'aliments és especialment sensible a problemes emergents de qualitat d'aigües. Cal, per tant, fer un esforç especial per a estar alerta enfront d'aquests problemes.

Cal millorar la interacció i comunicació entre les diverses instàncies que tenen alguna responsabilitat en la qualitat de l'aigua, i entre aquestes i els consumidors.

És imprescindible millorar la política formativa i informativa, per tal que el ciutadà estigui ben informat dels problemes associats a la qualitat de l'aigua. Amb

això s'aconseguiria que la percepció dels riscos lligats al consum d'aigua s'acostés a la realitat, que no es produïssin alarmes innecessàries i que cada ciutadà, en la seva mesura, pogués contribuir a millorar la sostenibilitat del consum d'aigua. Això cal fer-ho des de dues vessants: la primera, mitjançant una tasca de divulgació adequada, i la segona, informant ràpidament i correcta quan hi ha problemes, i fent que la informació estigui disponible. Reiterem l'esperança que l'aplicació del SINAC que preveu la legislació estatal actual corregeixi aquesta mancança.

