

col·lecció: estratègia

# **5** Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Joan Jofre Torroella

amb la col·laboració de Xavier Bonjoch i Sarah Rodríguez



Pla Estratègic  
Metropolità  
de Barcelona

# Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Joan Jofre Torroella  
amb la col·laboració de Xavier Bonjoch i Sarah Rodríguez

col·lecció: estratègia

5

col·lecció: estratègia

# **5** Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Joan Jofre Torroella

amb la col·laboració de Xavier Bonjoch i Sarah Rodríguez



Pla Estratègic  
Metropolità  
de Barcelona

**Edició:** Pla Estratègic Metropolità de Barcelona, abril 2007

**Realització:** Marc Castells, Artgrafia

**ISBN:** 978-84-9850-007-3

**DL:** B-23.472-2007



## SUMARI

Pròleg	11
1. Resum executiu	13
2. Introducció	18
3. Necessitats de coneixement i tecnologia del sector	24
4. El sector empresarial dins l'Àrea Metropolitana de Barcelona	44
5. La R+D sobre aigua en les institucions d'ensenyament superior i de recerca	58
6. Potencial de R+D+i i oportunitats empresarials dins l'Àrea Metropolitana de Barcelona	78
7. Agraïments	91
8. Bibliografia	92



L'estudi que ara es presenta, «Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'Àrea Metropolitana de Barcelona», és el resultat del treball encarregat al Dr. Joan Jofre, catedràtic de microbiologia de la Universitat de Barcelona.

La Plataforma Barcelona Coneixement i Creixement vol agrair molt especialment el suport tècnic i econòmic de la Fundació Agbar per a la realització d'aquest treball.

## Pròleg

Certament, Barcelona, la seva àrea metropolitana i tot Catalunya constitueix un territori on l'economia del coneixement representa un objectiu prioritari que ja és realitat en diverses matèries, una de les quals és la lligada amb el sector de l'aigua.

La iniciativa del Pla Estratègic Metropolità de Barcelona, en aquest sentit, de crear la Plataforma Barcelona Coneixement i Creixement, en la qual participen empreses, universitats i Administració, i en la qual es considera l'aigua com un dels sectors fonamentals, ha estat un encert.

La identificació d'oportunitats empresarials i d'altres tipus relacionades amb el cicle integral de l'aigua, objecte d'aquest estudi, ens permet descobrir les necessitats de coneixement i tecnologia, conèixer la recerca feta en les institucions públiques i en altres centres i analitzar el sector empresarial existent ubicat aquí. Significa, en definitiva, un pas previ important que ens donarà el potencial disponible i les oportunitats reals de creixement.

L'estudi destaca el fort creixement d'aquest sector a nivell estatal i mundial, la seva importància estratègica fonamental i el gran paper de l'àrea de Barcelona en diferents aspectes *soft* (processos, sistemes, models, dissenys, gestió integral, grups de recerca, etc.), i acaba aconsellant la creació d'un clúster de l'aigua a l'AMB.

Totes aquestes idees i propostes troben un recolzament explícit en el Grup Agbar, com ho demostra el finançament mateix de l'estudi, l'aposta decidida per la R+D+i, amb la creació recent del centre tecnològic de l'aigua Cetaqua juntament

---



---

amb la UPC i el CSIC, o la internacionalització de l'empresa des de fa més d'una dècada. Durant la seva llarga història, que arriba justament ara als 140 anys, Agbar ha impulsat sempre el coneixement i la formació, la innovació i la millora continuada i l'expansió des de Barcelona.

Finalment, vull transmetre el reconeixement professional als autors de l'estudi pels resultats aconseguits, així com animar el Pla Estratègic Metropolità de Barcelona a continuar impulsant «l'aigua» amb les propostes i suggeriments enunciat a l'estudi, que ens permetin estar més ben situats a nivell europeu, tenir més incidència dins la plataforma tecnològica WSSTP i ser àmpliament reconeguts també a nivell mundial.

Àngel Simon i Grimaldos  
Director General del Grup Agbar  
President del Centre Tecnològic Cetaqua





## 1. Resum executiu

### 1.1. Antecedents

El Pla Estratègic Metropolità de Barcelona ha identificat l'impuls a l'economia del coneixement com a objectiu prioritari per mantenir i incrementar el desenvolupament econòmic i social del territori sobre el qual s'insereix.

En aquesta línia –i per tal de concretar l'esmentat objectiu general, que òbviament és molt ampli–, s'han anat posant en funcionament diverses iniciatives. Una iniciativa és l'anomenada Plataforma Barcelona Coneixement i Creixement, integrada per les universitats de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona, la Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana, la Cambra de Comerç, la Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona («La Caixa») i el Pla Estratègic mateix. És a dir, per representants dels tres eixos sobre els quals s'ha de sustentar el canvi de model econòmic –les empreses, les universitats i l'Administració– i que, a l'empara d'aquest instrument, han de promoure projectes que puguin contribuir a aconseguir l'objectiu fixat.

Projectes com, per exemple, l'estudi de nous sectors econòmics emergents i/o nous sectors econòmics al voltant de la base científicoindustrial preexistent al territori. Sobre aquesta última eventualitat, la Plataforma va considerar convenient incloure entre els temes a desenvolupar durant l'any 2006 l'estudi de les activitats existents a l'entorn de l'aigua, en el sentit més ampli.



### 1.2. L'estudi

L'informe té per objectiu final identificar oportunitats per a les empreses i universitats en les activitats de l'aigua. Per portar a terme aquesta tasca, ha calgut identificar prèviament quines són les necessitats de coneixement i tecnològiques del sector de l'aigua. Com a referència principal s'han pres els informes publicats per la Water Supply and Sanitation Technology Platform, a més de les consultes fetes als experts locals.

En el sector de l'aigua es preveu un fort creixement a nivell mundial al llarg dels anys vinents, tant per complir els Objectius de desenvolupament del mil·lenni referents a l'aigua, com per la necessitat d'elevat els estàndards ambientals i sanitaris i de protegir les poblacions dels desastres naturals (sequeres i inundacions) que es preveu que el canvi climàtic farà més freqüents i extrems.

En aquest context d'importantes expectatives, es dibuixa un escenari d'intensificació de la competència en el sector de l'aigua. Les grans constructores i conglomerats industrials entren dins el mercat creant o comprant filials que tenen l'aigua com a activitat principal. El sector financer comença a crear productes financers lligats a l'aigua, com són el World Water Index o diversos fons d'inversió especialistes en aigua. I el sector de la R+D+i també pren posicions mitjançant la creació de centres tecnològics de l'aigua, dels quals hi ha uns quants exemples a Espanya.

L'estudi de la indústria de l'aigua a l'Àrea Metropolitana de Barcelona indica que aquest és un sector relativament important. Segons el càlcul que s'ha fet, el sector té unes 550 empreses que representen entre un 20% i un 22% de les empreses del sector a l'Estat espanyol; ocupa cap a un 0,7% de la població activa de l'AMB; ingressa més del 2% del PIB i té un bon potencial de creixement. Cal destacar que aquests càlculs s'han fet a partir de diverses fonts, però en alguns casos s'han hagut de fer extrapolacions al no disposar-se de dades concretes sobre el sector.

Quant a R+D+i, a l'AMB es desenvolupa poca activitat tecnològica de tipus «hardware» (utillatge, instruments, maquinària, reactius...), però en canvi es mostra

---



molt activa en els aspectes del que en podríem dir «software» (processos tècnics, sistemes d'adquisició i anàlisi de dades, models de simulació, sistemes de vigilància, telecontrol, suport a la decisió...). La concentració d'infraestructures i sistemes de gestió singulars i pioners poden posicionar l'AMB com un pol de capacitat de gestió en el sector de l'aigua.

Aquesta concentració de *know-how* en el camp de la gestió ha fet que ara aquest sigui un sector que ja exporta fora de l'AMB una bona quantitat d'expertesa i desenvolupament. Però no hi ha dubte que aprofitant i coordinant l'expertesa que s'adquirirà amb les grans instal·lacions que ara s'hi fan, i la ja existent al món empresarial i al de la recerca, les empreses de l'AMB del sector de l'aigua podrien esdevenir altament competitives i, per què no, líders del sector. En conjunt, aquestes activitats es poden definir com a «serveis quinaris», que segons tots els experts en economia conformen el sector d'activitat en què les ciutats com ara Barcelona han de fonamentar la seva economia.

Els diversos grups de recerca i centres tecnològics han estat identificats i avaluats i, en general, es pot concloure que poden oferir suport basat en el coneixement a moltes de les necessitats de millora tecnològica detectades i que, per tant, poden contribuir a enfortir la indústria de l'aigua, a rendibilitzar les inversions fetes i a optimitzar el potencial d'innovació dins l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

### 1.3. Oportunitats empresarials i conclusions finals

Les oportunitats empresarials en el camp de la R+D+i que sorgeixen de l'anàlisi feta es poden resumir en:

- **Sistemes de gestió integral de conques fluvials**, amb la integració dels aspectes ambientals i la gestió conjunta dels recursos superficials, subterranis i alternatius.
- **Sistemes de telesupervisió i telecontrol** aplicats a xarxes de distribució, sistemes d'alerta i prevenció d'inundacions, sistemes de monitorització de qualitat de l'aigua.



- **Optimització d'inversions i maximització del rendiment del patrimoni hidràulic**, mitjançant el desenvolupament de sistemes de seguiment, plans de manteniment i reparació de xarxes de distribució històriques.
- **Disseny, construcció, instal·lació i explotació de tractaments avançats** d'aigües potables (plantes dessaladores, dessalobrades...), aigües residuals (plantes depuradores, tractaments terciaris...) i subproductes (assecatge i atomització de fangs, compostatge...).
- **Organització de xarxes d'assegurança de la qualitat** per laboratoris, producció de materials de referència, tècniques avançades d'anàlisi per a contaminants emergents, realització d'estudis de risc, etc.

En qualsevol cas, cal insistir en la necessitat de reforçar la col·laboració entre les administracions públiques, les universitats i centres de recerca i les empreses privades per tal d'aconseguir una realització plena de les potencialitats que s'han assenyalat aquí. L'Administració, de primer, no sols per la seva capacitat d'incentivar els desenvolupaments necessaris, sinó també perquè en un sector regulat tan fortament com el de l'aigua les seves decisions afecten de manera directa les oportunitats de què disposen les empreses. Les universitats i els centres de recerca, en tant que peça fonamental en tots els desenvolupaments que tinguin components científics i tecnològics. I finalment les empreses, que són els vehicles més adequats per transformar aquests desenvolupaments tecnològics i de gestió en productes i serveis exportables fora de l'AMB.

Com a conclusions finals, es pot dir que dels treballs fets per a la redacció d'aquest document es dedueix clarament el següent:

- **El sector de l'aigua té ara mateix una importància estratègica fonamental** no sols per a l'AMB, Catalunya i Espanya, sinó també en els àmbits europeu i mundial. És evident, d'altra banda, que aquesta importància anirà creixent cada vegada més. Aquesta circumstància no sols es manifesta en la demanda (més exigències mediambientals, assoliment dels Objectius del mil·lenni, etc.), sinó també en l'oferta (hi ha moviments corporatius a gran escala arreu del món que denoten objectius importants de posicionament estratègic).



- **L'AMB conté ja avui dia una indústria de l'aigua desenvolupada i de prestigi internacional** (integrada tant per empreses privades com per organismes públics), i també un conjunt de grups de R+D en diverses universitats i centres de recerca que treballen amb èxit des de fa molts anys.
- Un esforç més gran de **coordinació de les entitats, organismes i persones** que avui dia treballen en el sector de l'aigua podria tenir un efecte multiplicador en el potencial de les activitats d'aquest sector a l'AMB.
- Per aquest motiu, es considera aconsellable posar en marxa un grup de treball que avanci en la **iniciativa de formar un clúster** dins l'àmbit de l'AMB en el sector de l'aigua, mitjançant el reforçament de la coordinació de les entitats actuals i futures, com un element d'atracció i potenciació d'aquesta activitat. Aquest grup de treball podria ser liderat pel Pla Estratègic Metropolità de Barcelona i hauria de comptar amb representació de les administracions públiques, les universitats i centres de recerca, les empreses del sector de l'aigua i el món econòmic i empresarial en general.

Els objectius d'aquest grup de treball serien, doncs, la coordinació d'esforços per:

- Ajudar a **coordinar les activitats** de les diverses entitats, institucions, empreses i grups universitaris del sector de l'aigua, fixant objectius comuns *de país*, per avançar en la constitució d'una indústria líder de l'aigua a l'AMB.
- **Potenciar l'atracció de talent** dels millors emprenedors i investigadors d'arreu del món, facilitar la implantació de noves activitats d'aquest sector i reforçar les existents.
- Col·laborar a **exportar el potencial detectat**.
- Aprofitar el potencial de les plataformes de projecció exterior (COPCA, Delegació de la Generalitat davant la UE...) per **promoure la imatge de l'AMB** com a pol de capacitat de gestió de l'aigua.
- Coordinar les accions per **incidir en les polítiques** que es desenvolupin tant en l'àmbit de l'Estat com en l'internacional.
- **Establir lligams** amb altres clústers que es puguin constituir a l'entorn de l'aigua en altres regions d'Europa.

Avançar en aquesta direcció seria sens dubte una bona iniciativa per impulsar les capacitats i el potencial de l'AMB en el sector de l'aigua.



## 2. Introducció

### 2.1. L'escenari global

Les societats desenvolupades necessiten un subministrament d'aigua de qualitat, amb continuïtat i de forma sostenible. Aquests requeriments són necessaris per a totes les activitats humanes, ja siguin domèstiques, industrials, agrícoles i ramaderes o de lleure –i cal tenir en compte que al voltant d'aquest darrer àmbit hi ha una gran activitat econòmica. Alhora, la societat actual requereix el retorn de l'aigua usada a la natura amb uns determinats nivells de qualitat, tant des del punt de vista del sanejament per a la protecció de la salut humana, com des del punt de vista de l'impacte de l'aigua contaminada sobre els ecosistemes. Per tant, en el futur necessitarem aigua per a les necessitats humanes i també «aigua per a la natura». Caldrà aplicar esforços per al subministrament i el sanejament de l'aigua. Actualment, sembla que aquest serà un dels reptes més importants de la societat del segle XXI. Alguns observadors van més lluny i assenyalen la falta d'aigua de qualitat com una de les fonts de conflictes més important de la humanitat en el futur i, per tant, la solució d'aquest problema com un dels reptes més importants de la humanitat en el segle XXI.

Subministrar aigua de qualitat i sanejar-la és encara un repte no acomplert per a gairebé un terç de la població humana, tot i els esforços de les organitzacions internacionals, que han fixat el subministrament i el sanejament de l'aigua com una prioritat en les ajudes als països en vies de desenvolupament.

Fins i tot en el conjunt de països amb el problema més o menys resolt en el present, es detecten zones sensibles on es preveuen problemes seriosos en el futur.

---



La riba nord de la Mediterrània és una d'aquestes àrees. Les raons són diverses:

- Escassetat com a conseqüència de l'augment de població i de la despesa d'aigua *per capita* derivada del desenvolupament.
- Concentració de la població en determinades àrees (sobretot grans àrees metropolitanes i zones costaneres), de vegades en determinats períodes de l'any.
- Potencials efectes del canvi climàtic, ja sigui en la disminució de les precipitacions o, cosa que és més probable, en una distribució temporal més irregular, amb períodes de greu sequera i d'altres de pluges molt abundants i de vegades violentes.

Diverses organitzacions i fòrums internacionals criden l'atenció constantment sobre la importància d'aquest repte i ofereixen recomanacions sobre les mesures que cal anar prenent. Sembla que tothom està d'acord que només es podrà afrontar amb èxit aquest repte amb una combinació de les voluntats polítiques amb les aportacions econòmiques necessàries, amb els consensos socials i amb l'aplicació dels coneixements i de les tecnologies presents i futures.

Com a conseqüència, es preveu un fort creixement a nivell mundial del sector de l'aigua al llarg dels anys vinents, tant per al compliment dels Objectius de desenvolupament del mil·lenni referents a l'aigua, com per la necessitat d'elevat els estàndards ambientals i sanitaris, o de protegir les poblacions dels desastres naturals (sequeres i inundacions) que es preveu que el canvi climàtic farà més freqüents i extrems.

En aquest context d'importantes expectatives, es dibuixa un escenari d'intensificació de la competència en el sector de l'aigua. Les grans constructores i conglomerats industrials entren al mercat creant o comprant filials que tenen com a principal activitat l'aigua. El sector financer comença a crear productes financers lligats a l'aigua, com són el World Water Index o diversos fons d'inversió especialistes en aigua. I el sector de la R+D+i també pren posicions mitjançant la creació de centres tecnològics de l'aigua, dels quals trobem diversos exemples a Espanya, com es veurà més endavant.

---



Per altra banda, hi ha un consens generalitzat que el futur dels països del nostre entorn dependrà que siguem capaços de desenvolupar una economia basada en el coneixement. El coneixement desenvolupat al voltant del cicle integral de l'aigua, pot col·laborar parcialment en aquesta economia dins el nostre territori?

Aquest informe té com a objectiu valorar si l'aplicació dels coneixements i de les tecnologies presents i futures en el subministrament i sanejament de l'aigua podria jugar un paper en el sector del coneixement de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), de manera que es converteixi en una àrea generadora i exportadora de tecnologies i experteses aplicables al cicle integral de l'aigua, és a dir, al subministrament i sanejament de l'aigua.

### 2.2. L'escenari de la riba nord-occidental de la Mediterrània

Com s'ha assenyalat abans, hi ha zones molt sensibles, entre les quals es troba la riba nord-occidental de la Mediterrània, on es preveu que els problemes de subministrament i sanejament d'aigua seran cada cop més evidents. Catalunya i l'AMB es troben dins d'aquesta zona. Diverses raons recolzen aquesta afirmació.

- És una zona on hi ha hagut una escassetat crònica de recursos hídrics. Els episodis de sequera i el perill de problemes de subministrament han estat evidents els darrers anys a Catalunya i a l'AMB.
- L'augment de la població total i la concentració de població a les àrees costaneres és un fet no discutible. Es calcula que en pocs anys ha augmentat la població dins l'AMB més d'un 15%. Pel que fa al consum d'aigua, segons els experts consultats i dades de l'Entitat Metropolitana del Medi Ambient, els darrers anys no ha augmentat substancialment a la ciutat de Barcelona, però sí que ho ha fet de manera significativa en algunes de les àrees residencials properes (segona i tercera corona de Barcelona).
- Hi ha una concentració creixent de la població i de les activitats industrials a la zona costanera. L'AMB és la concentració humana més gran de la riba nord-





occidental de la Mediterrània, amb una població aproximada de 4 milions d'habitants.

No és clara, en aquests moments, la manera com el canvi climàtic pot afectar les precipitacions a Catalunya i, per tant, l'abastament d'aigua a l'AMB. A l'Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya elaborat pel Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya (CADS), del Departament de la Presidència (<http://www.cat-sostenible.org>), es conclou que:

1) La variació de la quantitat de precipitació a Catalunya és, a hores d'ara, incerta. L'estudi de sèries pluviomètriques anuals que abastin un segle o més de durada no evidencia canvis significatius pel que fa a la quantitat de precipitació. Així doncs, la suposada reducció pluviomètrica de la qual es parla sovint com un dels efectes del canvi climàtic no està avalada per les sèries pluviomètriques seculars.

2) A Catalunya, l'evolució futura de la pluviometria és un dels principals temes a tenir en compte. Al nostre país, el caràcter moderat de les precipitacions i la seva acusada variabilitat fan que la pluviometria sigui un factor decisiu a l'hora de fer previsions sobre l'evolució del clima i els seus possibles efectes socioeconòmics, per davant, fins i tot, de la temperatura. La inseguretat que podria generar una variabilitat pluviomètrica més gran pel que fa a les contribucions hídriques seria probablement tan greu o més que una reducció moderada dels totals pluviomètrics. Els darrers anys s'ha observat que les situacions de sequera que ens col·loquen prop d'una situació crítica respecte al subministrament d'aigua són cada cop més freqüents. Aquesta variabilitat aniria molt probablement lligada a episodis violents de precipitació.

A més, a causa del turisme i dels desplaçaments de la població durant les vacances, hi ha algunes àrees a Catalunya en què hi ha uns augments estacionals de població que acaben de complicar la situació, tant pel que fa al subministrament com al sanejament.

Com a conseqüència d'aquestes situacions de sequera i d'altres circumstàncies com la pressió dels ciutadans, hi ha una sèrie de decisions polítiques a nivell de

---



la Unió Europea, de l'Estat espanyol i del Govern de la Generalitat que són rellevants per a aquest informe.

En primer lloc, cal assenyalar la política de la Unió Europea: l'aprovació de la Directiva 2000/60/CE, que els estats membres han d'haver aplicat en la seva totalitat al final del 2013, fa que calgui prendre una sèrie de mesures en relació amb el cicle integral de l'aigua.

L'aplicació d'aquesta norma, l'escassetat d'aigua a la nostra zona i la necessitat de fer un ús més sostenible dels recursos ha donat lloc a una sèrie de lleis i/o plans com els ben coneguts Pla hidrològic nacional, el Pla nacional de fangs o el recent Decret d'ecoeficiència de la Generalitat de Catalunya. Aquest darrer obliga tots els edificis de nova construcció i els que se sotmetin a una rehabilitació integral a incorporar una sèrie de mesures d'ecoeficiència per tal que en els edificis es gastin menys energia i menys aigua, tant en el procés de construcció com durant la seva vida útil. Entre les mesures per obtenir el certificat d'ecoeficiència, se'n contemplen de relacionades amb l'aigua, com per exemple la doble xarxa de sanejament (aigües residuals –grises i negres– i aigües pluvials); la reducció del consum (pressió, aixetes, cisternes de vàter); la recollida d'aigües de pluja, etc.

L'escassetat prevista d'aigua i l'aplicació de les nombroses lleis existents han fet que a l'AMB s'hagin posat en marxa algunes grans actuacions, les quals converteixen l'AMB en un fet singular no tant per la tecnologia que es farà servir, que és pionera però no pròpia, sinó per la grandària de les instal·lacions i la concentració en el territori.

Aquestes actuacions són: 1) millores mitjançant la instal·lació de tecnologies avançades: electrodiàlisi reversible (EDR) a la planta potabilitzadora d'Abrera i osmosi inversa (OI) a la de Sant Joan Despí; 2) instal·lació de tractament terciari a la depuradora del Prat a fi de regenerar aigua que faci de barrera a la intrusió salina, mantenir els aiguamolls de la zona, reutilitzar part de l'aigua regenerada en la indústria, refer el cabal del riu Llobregat en la part final i finalment utilitzar-la per al reg agrícola; 3) construcció d'una gran dessalinitzadora a la zona del Baix Llobregat; 4) recuperació de l'ús de l'aqüífer del Besòs mitjançant les tècniques de filtració per

---



membrana, en un procés que permet potabilitzar aigua subterrània força contaminada. No hi ha dubte que totes aquestes instal·lacions generaran molta expertesa.

Per una altra banda, segons fonts del Ministeri de Medi Ambient, hi ha previstes 27 plantes dessaladores a la costa mediterrània de l'Estat espanyol (*El País*, 4 de desembre del 2005). I segons els experts, si es posen en marxa tots els plans previstos, Espanya serà líder en reutilització d'aigua en un futur proper.

A diferència d'altres zones del planeta amb problemes similars, de moment a l'AMB hi ha recursos econòmics per aplicar el coneixement i la tecnologia disponibles per a totes aquestes iniciatives. Alguns dels agents implicats potser pensen que no n'hi ha prou, però ben segur que són actuacions molt superiors a les d'altres zones amb problemes similars als nostres. L'homologació progressiva de preus de l'aigua amb la resta de països de la UE, que cal emprendre segons la Directiva marc de l'aigua de la UE, farà que en un futur no gaire llunyà augmentin considerablement els preus, que es podrien triplicar. I, per tant, fins i tot en el cas que les administracions deixessin de finançar les infraestructures, encara quedarien recursos per estimular desenvolupaments al voltant del sector.

Les activitats relacionades amb el cicle complet de l'aigua tenen moltes implicacions socials importants, i això fa que tant des del punt de vista de les diferents administracions com de la societat en general (hi ha nombroses associacions que aquí no s'esmentaran) tothom hi digui la seva i que, per tant, les actuacions tant del sector públic com del privat estiguin freqüentment «al bell mig de l'huracà». Cal tenir en compte aquesta característica del sector, que alguns pensen que és un fre al desenvolupament tecnològic del sector, sempre molt pendent de les exigències socials, però n'hi ha que creuen que també pot actuar de motor per a la innovació. A Catalunya, en qualsevol cas, l'Agència Catalana de l'Aigua té unes competències molt àmplies, que haurien de facilitar el funcionament del sector i servir com un factor d'estimulació.

Per moltes raons, doncs, cal esperar que l'AMB esdevingui una àrea amb molta expertesa en la cerca i aplicació de solucions en el proveïment d'aigua i en el sanejament. O, dit d'altra manera, en el cicle integral de l'aigua.

---



## 3. Necessitats de coneixement i tecnologia del sector

Hi ha molts fòrums i organitzacions que ofereixen tota mena d'idees sobre com afrontar el problema. Entre les que consideren aspectes tècnics i poden ser d'utilitat per a aquest informe, destacaria: les conclusions de la Water Supply and Sanitation Technology Platform de la Unió Europea; l'informe «Desalination and Water Purification Technology Roadmap», encarregat pel Congrés dels Estats Units d'Amèrica i elaborat pel Bureau of Reclamation del Departament d'Interior dels EUA i els Sandia National Laboratories; els objectius dels 8 *task groups* i dels 52 equips especialistes de la International Water Association (IWA); els temes tractats per les comissions i grups de treball de l'Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamientos (AEAS); els programes i actes d'alguns congressos especialitzats; les consultes a catàlegs i llocs web d'empreses especialitzades que ofereixen serveis i productes avançats; els continguts d'algunes revistes especialitzades; i també, i molt especialment, les opinions de molts experts consultats.

En aquesta part de l'informe se seguiran com a fil conductor les conclusions de la Water Supply and Sanitation Technology Platform de la UE.

### 3.1. La Water Supply and Sanitation Technology Platform

#### 3.1.1. L'organització de la WSSTP

La Unió Europea ha generat una sèrie d'iniciatives conegudes com a European Technology Platforms, que tenen com a finalitat immediata definir agendes comunes de recerca en diverses àrees d'activitat i com a objectiu final augmentar la competitivitat de les empreses europees.

---



Una d'aquestes plataformes, formada per experts i representants dels agents implicats en el sector, incloent-hi companyies privades i públiques d'abastament d'aigua i sanejament, governs locals i entitats reguladores, proveïdors de tecnologia, institucions de recerca, consultors, contractistes i fabricants, és la Water Supply and Sanitation Technology Platform (WSSTP) que va tenir l'encàrrec de proposar el desenvolupament de tecnologies per assegurar:

- La competitivitat i el potencial per a la innovació tecnològica de la indústria europea de l'aigua durant les dècades vinents.
- L'habilitat del sector de gestionar el cicle de l'aigua d'una manera sostenible.
- La contribució significativa a l'assoliment dels Objectius de desenvolupament del mil·lenni (MDG, per Millenium Development Goals).

En la Cimera del Mil·lenni que es va fer el setembre del 2000, els Estats membres de les Nacions Unides varen refermar el compromís d'anar cap a un món en què el desenvolupament sostenible i l'eliminació de la pobresa serien les prioritats màximes. Els MDG van sorgir dels acords i resolucions d'aquesta Cimera del Mil·lenni i d'altres conferències organitzades per les Nacions Unides. La disponibilitat d'aigua i el sanejament són aspectes molt importants dels MDG, no sols per si mateixos, sinó també per la manera com influeixen en molts aspectes del desenvolupament de la població dels països en fase d'industrialització. La Unió Europea va presentar a la Cimera Mundial del 2002 la EU Water Initiative, que defineix la contribució de la Unió Europea a l'assoliment dels MDG relacionats amb l'aigua.

La WSSTP es va organitzar en cinc grups de treball: gestió de l'aigua, aigua per a la gent (proveïment i sanejament a zones urbanes, periurbanes i rurals), aigua per a la indústria, aigua per a l'agricultura i qüestions transversals. Entre tots els grups de treball van generar un diagnòstic clar de la situació i van determinar els escenaris desitjables i no desitjables per a l'Europa dels 25 anys vinents. Alhora, van proposar una sèrie de mesures que calia prendre per arribar als escenaris desitjables. Entre aquestes mesures, van determinar les àrees en què el coneixement i la tecnologia haurien de contribuir a millorar els recursos disponibles, a gastar menys aigua en l'ús domèstic, industrial i agrícola, a retornar al medi



receptor aigua en més bones condicions i a fer un seguiment de la qualitat tant dels recursos disponibles com de l'aigua retornada a l'ambient.

#### 3.1.2. Diagnòstic de la situació

a) **Hi ha problemes creixents de subministrament d'aigua i de sanejament.** El creixement, desplaçament i subsegüent concentració de la població en determinades àrees incrementarà les demandes d'aigua i de serveis de sanejament, que no podran ser assolides pels recursos d'aigua tradicionals ni amb les tecnologies actuals. En algunes zones d'Europa (Grècia, Espanya, Itàlia, sud de França i fins i tot sud d'Anglaterra) ja hi ha escassetat de recursos fàcilment tractables. El canvi climàtic podria empitjorar la situació per la sequera i per un augment d'episodis extrems (inundacions més freqüents), que entre altres problemes poden contribuir a remoure i distribuir contaminants químics i microbiològics i, per tant, a fer inútils o més difícils d'emprar recursos fins ara no contaminats. Tot això farà que calgui protegir els recursos existents i aplicar solucions avançades a l'aprofitament de nous recursos, per tal de proveir aigua als ciutadans, a l'agricultura i a la indústria.

b) **El sector de l'aigua europeu té un pes econòmicament important.** Representa aproximadament un 1% del PIB, amb un creixement aproximat els darrers anys d'un 5%, significativament més gran que el creixement global de l'economia europea (no superior al 2,5%). La previsió és que el anys vinents continuarà creixent per damunt del creixement mitjà de l'economia europea.

c) Durant els darrers 30 anys, **la indústria europea del sector s'ha convertit en un sector francament competitiu.** Una part d'aquesta competitivitat s'ha desenvolupat gràcies a conceptes, coneixement i tecnologia en proveïment i sanejament, i també gràcies a la disponibilitat de recursos econòmics. Les tres companyies més importants del món en el sector són europees. A més, un gran nombre de petites i mitjanes empreses d'Europa exporten el coneixement i l'equipament arreu del món. I encara, no sembla haver-hi dubtes que l'aplicació de la Directiva 2000/60/EC exigirà esforços al sector, uns esforços que ben aprofitats poden refermar la competitivitat de la indústria europea del sector.

---



d) Malgrat la seva fortalesa, **el sector està encara molt fragmentat**. L'abastament d'aigua i els serveis de sanejament a Europa s'han desenvolupat tradicionalment *ad hoc*, amb línies sectorials, regionals i nacionals. És un sector per naturalesa molt transversal, fragmentat i amb molt poca interconnexió intrasectorial. Aquesta actitud no sembla la més adequada per al progrés del sector. La fragmentació és un obstacle per al desenvolupament d'estratègies de recerca, per fer un sector clarament competitiu. Cal integrar, ja que la integració permet que els desenvolupaments fets en un subsector determinat puguin ser integrats en altres.

e) **Els progressos tecnològics**, si bé no són l'única cosa necessària, **calen per a la solució dels problemes** assenyalats en l'apartat a. Hi ha un consens generalitzat que els grans reptes que es presentaran faran que calguin nous desenvolupaments tècnics. Serà important la capacitat de trobar solucions a mida i integrades, basades en el coneixement, per resoldre problemes a escala local.

f) Malgrat el que s'ha assenyalat a l'apartat c, **s'aprecia un dèficit d'innovació en el sector**. El World Water Council manifesta que si no hi ha més innovacions tecnològiques, queda poca esperança que l'equació de l'aigua arribi a l'equilibri. La WSSTP conclou que el sector europeu de l'aigua ha de desenvolupar «curiositat per la innovació», ja que la indústria de l'aigua és massa lenta estudiant i adoptant eventualment noves tecnologies.

Centrem-nos en aquest darrer punt. La innovació en el sector és pobra en dos sentits: 1) No es podran tenir els estàndards actuals dels països industrialitzats als països en fase d'industrialització si pretenem solucionar els problemes amb les tecnologies emprades actualment en aquests països occidentals. Caldrà innovar amb una visió diferent per implementar el proveïment i el sanejament sostenibles. 2) D'altra banda, els països industrialitzats estan pendents dels anomenats problemes de segona generació: els recursos tradicionals estan al límit en molts llocs del primer món i la capacitat del medi d'acceptar més contaminants químics i biològics també està al límit en molts indrets, i per agreujar el problema tots dos factors solen coincidir: aquí també caldrà innovar.



### 3. Necessitats de coneixement i tecnologia del sector

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

La sensació que hi ha és que el sector d'aigua, comparat amb altres, ha estat poc innovador. Excepte els darrers anys, el sector s'ha inspirat en uns principis bàsics, que encara que han anat molt bé, potser no són els únics. Es discuteix per què és així i segurament hi ha diferents causes, com són:

- Ha estat una activitat molt lligada al sector públic, amb poca competència i clients assegurats.
- Sembla que la privatització tampoc ha aportat fins ara competència important.
- És un camp molt polititzat.
- Hi ha preocupació per les regulacions existents. Potser tampoc els organismes reguladors no han innovat prou, i hi ha regulacions molt basades en criteris forenses enfocats més a determinar culpes o fallades que no pas a millorar el producte.
- Hi ha canvis massa freqüents de propietari en les companyies grans.
- Les petites empreses independents, que en altres sectors, com per exemple la informàtica, són motor d'innovació, en el sector de l'aigua es queixen que les exigències de les regulacions no donen temps a innovar.
- Potser és un camp poc atractiu per al talent, que se sent més atret per temes que són més «moda».
- A Europa, hi ha una certa lentitud en les agències o administracions responsables d'incorporar les noves tendències o els nous desenvolupaments. Un exemple –escollit només pel fet que el coneixem– és el del *microbial source tracking*, la identificació de l'origen de la contaminació fecal utilitzant anàlisis microbianes. Aquest és un concepte nou de gran importància en la gestió integral del cicle de l'aigua, que es desenvolupa ràpidament. Cercant «microbial source tracking» a Google, hi apareixen totes les agències dels Estats Units d'Amèrica implicades en qualitat de l'aigua (USEPA, US Geological Survey, US National Oceanic and Atmospheric Administration, etc.), força enginyeries-consultories dels EUA que ofereixen el servei, grups de recerca també nord-americans..., i d'Europa només hi apareixem uns quants grups de recerca.

Les consultes amb els experts i agents implicats coincideixen que el diagnòstic de la situació feta per la WSSTP per a Europa és plenament aplicable a Catalunya i a l'AMB.

---





### 3.1.3. Potencials escenaris de futur

Segons la WSSTP hi podria haver a Europa escenaris de futur ben diferents, en funció de si es fan o no les polítiques adequades.

#### *Escenari no desitjable*

El pitjor escenari, que no voldríem de cap manera que s'esdevingués però que és possible si no es prenen mesures, es caracteritza per:

- Es posen en perill el subministrament ininterromput d'aigua segura i els serveis de sanejament.
- S'incrementa el consum d'aigua domèstica de manera significativa.
- A causa de l'increment global de la població i dels corrents migratoris, la demanda d'aigua i de sanejament es dispara, principalment a les àrees urbanes i periurbanes.
- La demanda d'aigua per a la producció d'aliments continua creixent.
- La demanda d'aigua per a la indústria i per a la generació d'energia també continua creixent.
- El canvi climàtic condueix a escassetats i conseqüentment a tensions, fins i tot en regions on no n'hi havia hagut mai.
- Els episodis climàtics extrems continuen sorprenent més i més àrees sense que estiguin previstes respostes convenients i coordinades.
- Els preus de l'aigua continuen augmentant a Europa.
- Una part significativa de terreny agrícola esdevé insostenible (cas del sud-est espanyol).
- L'ús intensiu del terreny i l'aigua per a agricultura i ramaderia contribueix significativament a la contaminació difusa i per tant a malmetre els recursos tradicionals d'aigua.
- El cost atribuïble a l'aigua en les despeses de les indústries continua augmentant.
- Les conques transfrontereres de molts rius no es gestionen encara d'una manera coordinada i sostenible i causen problemes de tot tipus a les parts baixes de les conques.
- Europa no contribueix significativament a assolir els objectius dels Millenium Development Goals.



#### *Escenari desitjable*

L'escenari més desitjable, que no depèn només de la tecnologia i el coneixement, però en part sí que en depèn, es pot assolir per a l'any 2030 si es prenen les mesures adients:

- Hi ha una aproximació participativa per al desenvolupament i la gestió dels recursos hídrics.
- L'aigua i el sanejament són gestionats com a parts integrals del cicle de l'aigua, a escala de conques.
- La indústria de l'aigua a Europa expandeix les capacitats pròpies per desplegar solucions integrades entre diferents sectors i disciplines.
- El desenvolupament i la realització de projectes relacionats amb l'aigua es guien pel concepte de gestió integrada dels recursos hídrics, per assegurar un balanç apropiat entre els requeriments dels diversos agents implicats.
- La població s'ha fet totalment conscient de la importància i impacte dels canvis en els ecosistemes aquàtics.
- Els governs d'Europa exigeixen l'ús eficient de l'aigua en les zones amb escassetat d'aigua.
- Cada domicili utilitza aparells i instal·lacions que permeten l'estalvi d'aigua.
- Es fan càlculs més precisos dels requeriments d'aigua dels cultius agrícoles i jardins, cosa que permet un bon estalvi d'aigua. S'utilitzen sensors per controlar els programes de reg i detectar pèrdues en els sistemes d'irrigació.
- La reutilització d'aigua per a usos no potables és una pràctica generalitzada en àrees amb escassetat d'aigua.
- L'aigua de pluja és capturada amb mitjans econòmics i emmagatzemada de manera eficient.
- Una gestió efectiva del risc assegura la qualitat de l'aigua en el marc d'una legislació innovadora i amb un cost assequible.
- La supervisió i control en els punts crítics dels cicles d'abastament, indústria i agricultura són pràctiques freqüents.
- Hi ha disponibles sistemes compactes i mòbils per proveir aigua i serveis de sanejament a qualsevol lloc del món en cas de situacions d'emergència.
- Com a resultat de l'existència de models i mitjans d'informació més bons és més fàcil comunicar informació sobre incerteses i riscos.



- Hi ha mètodes més bons per identificar i tractar contaminants emergents en les aigües residuals.
- Es reutilitzen els subproductes i materials dels tractaments de l'aigua i de les aigües residuals.
- Hi ha mètodes de tractament sostenibles, que redueixen el consum d'energia i de productes químics i la generació de subproductes.
- És una pràctica habitual el reemplaçament d'infraestructures envellides de distribució i sanejament amb procediments innovadors.

És obvi que per assolir un bon nombre de aquests objectius cal disposar de coneixements i tecnologies. A l'AMB, la necessitat de resoldre alguns dels problemes és molt urgent, i per tant, podria prendre la davantera en alguns aspectes, sempre que es donin les condicions necessàries.

### 3.2. Necessitats de coneixements i tecnologia del sector

En aquest apartat es fa un resum de les tecnologies presents i futures lligades a l'assoliment de l'escenari desitjable. Una gran part de les àrees d'innovació considerades en aquest apartat corresponen a les esmentades en el WSSTP, amb alguns afegits corresponents a innovacions detectades en les altres fonts d'informació utilitzades. En aquest informe s'utilitzen els termes de «coneixement» i «tecnologia», també anomenats aquí «software» i «hardware», en un sentit ampli, que inclou un ventall gran de conceptes com són utilitatge, instruments, maquinària i processos tècnics, sistemes d'adquisició i anàlisi de dades, models de simulació, sistemes de predicció, sistemes de gestió de l'aigua, sistemes de recolzament de decisions, sistemes de vigilància, supervisió i control, etc.

Alhora, les conclusions del WSSTP consideren que les innovacions europees poden ser d'ús global i que n'hi ha que també han de contribuir a complir els Millenium Development Goals, objectiu en el qual la UE està fermament compromesa. Per tant, no totes les innovacions han de ser *high tech* (tecnologies dures), sinó que també cal esmerçar esforços en el desenvolupament de solucions *low tech* (tecnologies toves), però basades en el coneixement i aplicables a països no



industrialitzats que no hi poden esmerçar els esforços econòmics que hi dediquen els països de la UE. D'altra banda, també cal assenyalar que a Europa, en moltes situacions, com per exemple la costa mediterrània espanyola, calen solucions *low tech*, però robustes. La correcta explotació de les tecnologies *low tech* també depèn que se'n conegui el funcionament i se sigui expert en l'explotació.

Per poder resumir i alhora fer entenedor aquest apartat de l'informe, s'ha dividit en: activitats derivades de la necessitat de recursos; activitats derivades de la necessitat de disminuir el consum, o almenys de no incrementar-lo de manera no sostenible; activitats derivades de la necessitat de disminuir la contaminació a través de l'aigua; activitats derivades del seguiment de la qualitat; i activitats derivades de la contribució a l'assoliment dels MDG.

#### 3.2.1. Activitats derivades de la necessitat de recursos

##### *Optimització de la gestió dels recursos tradicionals*

###### *Millora de la gestió de conques fluvials*

- Millorar la determinació i el control de les substàncies perilloses que es troben en les aigües superficials, posant especial atenció a la **contaminació difusa**, per determinar-ne l'origen (agricultura, deposició atmosfèrica, contaminació fecal humana o animal, i si és d'animals feréstecs o de granja), i a la transformació dels contaminants en l'entorn aquàtic.
- Millorar la **gestió integral de les conques** utilitzant la hidroinformàtica (per exemple, modelització aplicant els models deductius que vagin apareixent, com ara els *machine learning methods*) i aplicant-hi les tecnologies dels GIS (serveis d'informació geogràfica) i les TIC (tecnologies de la informació i comunicació). Utilització de cabals no regulats en moments d'abundància per poder estalviar aigua d'altres fonts.
- Aplicar la capacitat de predicció obtinguda en l'apartat anterior en **la prevenció o minimització** dels efectes de les riudes.



#### *Millora de la gestió d'aigües subterrànies*

- Millorar la determinació i el control de les substàncies perilloses, posant especial atenció a la **contaminació difusa**, per determinar-ne l'origen (agricultura, contaminació fecal humana o animal, i si és d'animals feréstecs o de granja), i al transport i la transformació dels contaminants.
- Millorar tots els aspectes del coneixement del transport de contaminants en medis porosos, utilitzant totes les noves tecnologies (incloent-hi les no destructives) a disposició de la hidrologia subterrània, relacionades amb la **recàrrega d'aqüífers**. Utilització de les propietats d'alguns components del sòl i subsòl per al **confinament o transformació *in situ*** d'alguns contaminants.
- Avançar en el **remeiament d'aigües subterrànies**, ja sigui *in situ* o bé per extracció i remeiament, seguits d'ús o recàrrega.
- Millorar la **gestió integral dels aqüífers** utilitzant la hidroinformàtica (per exemple, modelització amb els mètodes deductius que vagin apareixent, com els *machine learning methods*) i aplicant-hi les tecnologies dels serveis d'informació geogràfica (GIS) i les tecnologies d'informació i comunicació (TIC).

#### *Diversificació de recursos*

La creixent escassetat dels recursos tradicionals aconsella la utilització de recursos alternatius. Entre aquests recursos hi ha l'aigua de pluja, l'aigua regenerada i l'aigua dessalinitzada.

#### *Aigua de pluja*

Els objectius són:

- Disseny a la carta i instal·lació d'**equipaments per recollir, emmagatzemar, garantir la qualitat i facilitar l'ús** d'aigua de pluja recollida en edificis, tant si són residències particulars com si són d'ús col·lectiu.
- Aplicar i millorar la **gestió integrada** d'infraestructures col·lectives de recollida d'aigua de pluja, de manera que a més d'obtenir un recurs pugui servir per evitar els efectes adversos d'episodis violents de pluja.



#### *Aigua regenerada*

Entenem per aigua regenerada la que ha estat depurada fins al punt que pot ser emprada per a diversos usos, i si convingués fins per a aigua potable. N'hi ha algunes experiències al món: Austràlia, Namíbia i també Arizona i Florida als Estats Units d'Amèrica. Moltes vegades es regenera solament fins que tingui la qualitat necessària per a agricultura o reg de camps de golf o de jardins, o per a neteja de carrers si són aigües d'origen municipal (els usuaris són o poden ser diferents dels que generen aquella aigua), o per reutilitzar-la en el procés productiu, en el cas de les indústries (l'usuari és el mateix que la genera).

Les característiques de les aigües residuals municipals i industrials solen ser clarament diferents. En general, les industrials requereixen l'eliminació d'un únic producte contaminant, o pocs, mentre que les aigües residuals municipals són una barreja important de compostos químics (n'hi ha que només són nutrients i d'altres, en petita o molt petita quantitat, són contaminants) i microbiològics. Per facilitar la descripció, en aquest apartat només parlarem dels tractaments terciaris, és a dir, dels que serveixen per afinar una aigua ja depurada en els tractaments secundaris convencionals o la que per la seva constitució, en provenir de la indústria química, només requereix una etapa.

Els objectius en aquest àmbit són:

- Continuar progressant en el **desenvolupament i la producció d'equipaments** per a tractaments avançats de regeneració, destinats uns a apartar els contaminants de l'aigua i d'altres a desinfectar o transformar els contaminants orgànics (membranes, equips d'irradiació ultraviolada, ultrasons, *magnetic ion exchange*, *fractal distribution*, oxidació avançada, etc.), i en els **productes químics** relacionats amb la tecnologia de depuració, com són desinfectants, **agents floculants**, productes necessaris per a la regeneració de membranes, etc. Molts dels experts consultats coincideixen que **les membranes són la tecnologia amb més projecció** i que cal potenciar-la i millorar-la, però sense oblidar altres tecnologies o processos, sobretot si requereixen un **baix consum energètic**. Alguns d'aquests tractaments avançats (també aplicables a potabi-



litzadores que empren aigua de fonts tradicionals de mala qualitat) tenen l'avantatge que permeten una aplicació molt flexible pel que fa a l'espai necessari per instal·lar-los i a la posada en funcionament quan convé.

- Disseny d'**instal·lacions a la carta**, segons les necessitats; disseny d'**instal·lacions robustes** pel que fa al funcionament (sovint es fan instal·lacions que depenen de massa factors externs); disseny d'**instal·lacions automatitzades**.
- Manteniment d'instal·lacions. L'aplicació de tecnologies com la de les membranes exigirà una expertesa important en l'explotació, davant els problemes diferents que es presenten en funció de la qualitat de l'aigua, de la temperatura, etc. Caldrà el **desenvolupament d'indicadors** de l'estat i funcionament de les diverses parts de les instal·lacions. Per exemple, els experts preveuen que serà molt important per a les membranes **el problema del bio-fouling**, la formació de recobriments mucosos d'origen microbiològic, que seran diferents en zones amb climatologia diferent.
- Determinació de **perills i de punts de control crítics dels processos de regeneració**. Determinació del seguiment que s'hi ha de fer (paràmetres físics, químics, microbiològics, i amb quina freqüència cal analitzar-los) en funció de les característiques i necessitats de les instal·lacions.
- **Minimització** (estretament lligada als processos de regeneració), **gestió** i, si és possible, **valorització**, dels residus generats en els processos de regeneració d'aigües usades. **Verificació de la «qualitat»** (absència de perills i riscos) dels residus generats.

#### *Aigua dessalinitzada*

Segons els experts, la dessalinització garanteix quantitat i qualitat d'aigua potable. Molts pensen que en àrees com la nostra ja és la solució, però no tothom és de la mateixa opinió. Per exemple, l'informe *Desalination With a Grain of Salt*, elaborat pel Pacific Institute de Califòrnia, considera que el que cal és sumar totes les alternatives possibles i que encara ha de créixer molt l'eficiència dels processos i els protocols d'explotació de les instal·lacions de dessalinització.



### 3. Necessitats de coneixement i tecnologia del sector

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

En qualsevol cas, els objectius són:

- Continuar progressant en el **desenvolupament d'equipaments o reactius** relacionats amb la tecnologia de la dessalinització, principalment **tecnologies de membrana** (osmosi inversa i electrodiàlisi reversible, aquesta darrera tècnica només aplicable a aigües salobres i no a aigua de mar). Cal millorar les membranes de l'actual generació i no oblidar la recerca en **membranes de nova generació** (membranes actives, membranes selectives, membranes intel·ligents). Cal **reduir el consum energètic** (per exemple, l'ús de recuperadors d'energia ja dona un estalvi del 10%) i fer ús d'energies alternatives (cal pensar, per exemple, en plantes de **cicle combinat**).
- Disseny **de dessaladores a la carta** segons les necessitats. Disseny **d'instal·lacions automatitzades**.
- **Manteniment d'instal·lacions**. L'aplicació de tecnologies com ara les membranes exigirà una important expertesa per a l'explotació, ja que hi ha problemes diferents en funció de la qualitat de l'aigua, de la temperatura, etc. Caldrà **desenvolupament d'indicadors** de l'estat i el funcionament de les diferents parts de les instal·lacions (per exemple, els experts preveuen que serà molt important el problema del *bio-fouling* en les membranes, la formació de recobriments mucosos d'origen microbiològic, que seran diferents en zones amb climatologia diferent).
- **Gestió i, si és possible, valorització** de l'aigua amb alt contingut de sal que s'origina com a rebuig en el procés de dessalinització.
- Detecció d'aigües **salobres** subterrànies, o subterrànies del subsòl marí proper a la costa.

#### 3.2.2. Activitats derivades de la necessitat de disminuir el consum

##### Activitats per evitar la pèrdua de recursos abans d'arribar al consumidor

A tots els països industrialitzats hi ha una gran preocupació per la renovació de les xarxes de transport i distribució d'aigua, ja que n'hi ha que estan molt envel·lidades. I encara que segons diverses fonts consultades les pèrdues a l'àrea de l'AMB no es poden considerar molt elevades (2% en alta i 5% en baixa) després

---





de les obres fetes els darrers anys, segueix havent-hi una gran extensió de canonades i, per tant, cal fer progressos per al manteniment (estalvi d'aigua i fer-los menys costosos).

#### *Àrea alta (de les fonts a l'inici de la distribució)*

- **Modelització** de les xarxes. Desenvolupament de **sistemes predictius** («software»).
- Millora de la **gestió de la pressió**, amb aplicació de tota la tecnologia disponible, com per exemple l'avaluació per sorolls de la circulació.
- **Fer sostenible el manteniment** de les xarxes. Calen desenvolupaments de diversos tipus:
  - Millorar el **control de la corrosió**. L'increment dels mètodes d'estudi i, per tant, del **coneixement dels biofilms** pot ajudar a controlar la corrosió. El control dels biofilms contribuirà alhora al control del creixement de *Legionella pneumophila* dins les xarxes.
  - Desenvolupar i aplicar **tecnologies no destructives** a la detecció de problemes a les xarxes (basats en avaluació de circulació per detecció de sorolls, càmeres de TV, etc.).
  - Desenvolupar i aplicar **tecnologies no destructives** per a la reparació de conduccions d'aigua.

#### *Àrea baixa de distribució (entorn urbà)*

- En general, cal potenciar els mateixos desenvolupaments considerats en l'apartat anterior.
- En particular, és molt important l'aplicació de tecnologies no destructives a la detecció de **problemes i a la reparació** i conservació de **xarxes de distribució** ubicades en zones de les ciutats **considerades patrimoni històric**.

#### **Reducció del consum**

Hi ha un consens generalitzat que aquest aspecte es desenvoluparà molt lentament si no es fomenta amb mesures polítiques o si no augmenta considerable-



### 3. Necessitats de coneixement i tecnologia del sector

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

ment el preu de l'aigua. La conscienciació sembla que dona bons resultats en la reducció del consum domèstic, però no en la del consum agrícola ni industrial. A l'AMB les campanyes de conscienciació empreses al voltant del 1990 han donat resultats excel·lents (el consum d'aigua per càpita a l'AMB és dels més baixos d'Europa; i en la campanya del 2005 encara es va aconseguir una reducció addicional del 5%). Un valor addicional de l'AMB en el tema que ens ocupa en aquest informe seria l'expertesa en campanyes de conscienciació.

#### *Habitatges i edificis de serveis*

- Desenvolupament i **aplicació de sistemes de control** de pressió, i d'aixetes, cisternes dels vàters, urinaris i dutxes de baix consum.
- Aplicació de **tecnologies no destructives** a la detecció de problemes en conduccions d'aigua a l'interior dels edificis i a la seva reparació.

#### *Indústria*

- Desenvolupament de **processos de producció que consumeixin menys aigua**.
- Fomentar **la reutilització interna** amb el desenvolupament de tecnologies de tractament adequades (les mateixes tecnologies descrites en depuració i regeneració) i sostenibles.
- Desenvolupament i **aplicació de sistemes de control** de pressió, i d'aixetes, cisternes dels vàters, urinaris i dutxes de baix consum.

#### *Agricultura (incloent-hi jardineria)*

- Desenvolupament de sistemes de reg automatitzats basats no tant en horaris, com fins ara, sinó en **sensors detectors d'humitat del sòl o d'estrès hídric** de les plantes (hi ha una aplicació interessant a la ciutat de Girona).
- Desenvolupament i aplicació de **sistemes de control** de canals i regadius mitjançant la gestió de grans xarxes, modernització de regs tradicionals i automatització i telecontrol.



#### *Activitats de lleure*

- Desenvolupar processos **per minimitzar l'ús dels recursos tradicionals** per part d'algunes activitats de lleure que no estan directament relacionades amb el contacte amb l'aigua (parcs temàtics, camps de golf, etc.)

#### *Neteja urbana*

- Desenvolupar tecnologies **sostenibles de neteja urbana** basades en aigua regenerada o de pluja.

### 3.2.3. Activitats derivades de la necessitat de disminuir la contaminació dispersada a través de l'aigua

#### **Disminuir la contaminació alliberada al medi aquàtic**

Alguns dels objectius relacionats amb aquestes activitats estan estretament lligats al possible ús de l'aigua regenerada com a recurs, esmentat a 3.2.1.

- Desenvolupament de processos industrials que gastin menys aigua i que **reduixin les emissions** de contaminants a través de l'aigua.
- **Reutilització interna** als domicilis (per exemple, aigües grises per als sanitaris: ja hi ha alguns equips compactes per a aquesta pràctica), edificis de serveis i indústries.
- **Minimitzar la contribució** de l'agricultura i la ramaderia a la contaminació química i microbiològica.

#### **Millorar el manteniment de les infraestructures de sanejament**

- Cal considerar les tecnologies i potencials aplicacions ja mencionades en l'apartat referent a la distribució d'aigua potable.
- Millorar i aplicar les tecnologies i sistemes **de control de drenatge urbà** –*combine sewer overflow* (CSO) o sistemes antidescàrrega de sistemes unitaris (DSU)– per minimitzar l'impacte dels episodis forts de pluja sobre la qualitat del medi receptor (rius i mar).



#### Depurar tot tipus d'aigües residuals

- Cal seguir progressant en el **desenvolupament dels equipaments i processos** emprats actualment per a la depuració d'aigües residuals urbanes, industrials i d'explotacions ramaderes (els purins són un tipus de residu molt important a Catalunya). Cal determinar com **s'eliminen els contaminants emergents** amb els processos actuals. Cal seguir investigant en processos **sostenibles i amb baix consum energètic**, incloent-hi els processos *low tech*, com per exemple els aigüamolls artificials (construïts) o els filtres verds. Molts dels experts consultats insisteixen que hi ha algunes tecnologies *low tech* o toves que a la resta d'Europa i als EUA, amb problemes menys seriosos, no es desenvolupen prou, i que a la nostra zona n'hi ha un molt bon coneixement, que cal potenciar. Cal aprofitar que tenim un clima càlid i amb molta irradiació solar.
- **Disseny d'instal·lacions a la carta**, segons les necessitats; **disseny d'instal·lacions robustes** pel que fa al funcionament (sovint es fan instal·lacions amb un funcionament que depèn de massa factors externs); **disseny d'instal·lacions automatitzades**.
- Manteniment d'instal·lacions. L'aplicació de noves tecnologies, com ara les membranes, exigirà una important expertesa en **l'explotació i la gestió**, amb problemes diferents en funció de la qualitat de l'aigua, de la temperatura, etc. Caldrà **desenvolupament d'indicadors** de l'estat i el funcionament de les diverses parts de les instal·lacions, indicadors que seran diferents en zones amb climatologia diferent.
- Determinació de **perills i de punts de control crític dels processos de depuració**; determinació del seguiment (amb quina freqüència i quins paràmetres: físics, químics, microbiològics), en funció de les característiques i necessitats de les plantes.
- Cal explorar la idoneïtat del **tractament descentralitzat** en edificis grans.
- Cal explorar la idoneïtat del **tractament descentralitzat** (foses sèptiques, petites plantes de llit fluidificat, etc.) **en casos unifamiliars**, en petits conjunts de cases unifamiliars, sobretot les que es troben en zones amb poca densitat d'habitatges, que no justifiquen la construcció de xarxes de sanejament, i on a més l'aigua depurada es pugui reutilitzar.
- Desenvolupament de **protocols per detectar ràpidament** i solucionar els problemes de **contaminació** (aportació a la contaminació difusa o empitjorament



de la qualitat de l'aigua en ser depurada per les depuradores públiques) **originada per aquests sistemes descentralitzats.**

- **Gestió correcta** dels subproductes dels processos de depuració (fangs de depuradora, pudors, etc.).
- **Minimització** de la generació de **subproductes de la depuració** (fangs de depuradora). Cal insistir en la **millora de processos de tractament** de fangs (digestió, compostatge, etc.).
- **Valoració** dels subproductes de la depuració d'aigües residuals (*microbial fuel cells*, nutrients com nitrogen i fòsfor per a l'agricultura, ús com a combustible, etc.), si per les seves característiques és possible.
- Desenvolupar **tecnologia d'eliminació d'olors** tant de les depuradores com de les plantes de tractaments de llots. En aquest aspecte tampoc es poden oblidar els processos *low tech*.
- Cal considerar la contribució potencial del medi receptor en el sanejament, sobretot del medi marí, i per tant **seguir millorant la construcció, manteniment i gestió dels emissaris submarins.**

#### 3.2.4. Activitats derivades de la necessitat de fer un millor seguiment de qualitat

L'aplicació de noves tecnologies, la reutilització i la major conscienciació de la població farà que calgui estar molt atents a la qualitat de l'aigua, tant per la seva importància per a la salut humana (les aigües d'origens no convencionals haurien de ser igual de segures o més que les d'origen convencional) com pels efectes sobre el medi natural. Això exigirà la millora de les activitats que esmentem tot seguit.

#### Diagnòstic (anàlisi)

- Caldrà accelerar alguns **desenvolupaments metodològics** per a la determinació de la **qualitat de l'aigua i els subproductes** dels processos de depuració, regeneració i dessalinització. **Mètodes ràpids** (mesures en temps real si és possible), **automatitzables**, aplicables **en línia**, etc. És previsible la necessitat d'identificar **nous indicadors** químics i microbiològics per a diversos propòsits. Caldrà estar atents a la **identificació de contaminants emergents.**



### 3. Necessitats de coneixement i tecnologia del sector

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

- Organització de **xarxes d'assegurança de qualitat** (*quality assesment*) dels laboratoris de química i microbiologia d'aigües.
- Serà necessària la **utilització generalitzada de materials químics i microbiològics de referència** i, per tant, la seva **producció**, per a l'anàlisi de l'aigua i els subproductes (fangs i altres biosòlids) originats en els tractaments d'aigües i en els tractaments dels subproductes (per exemple, compostatge).

#### Anàlisi de riscos

- Caldrà desenvolupar eines numèriques i expertesa per incorporar estudis que **identifiquin perills i facin determinacions quantitatives de riscos** en la presa de decisions, i estudis que **identifiquin perills i estableixin punts de control crítics** en el disseny de l'explotació de plantes de tractament d'aigües i biosòlids.

#### Comunicació

- Caldrà implementar **xarxes** i, per tant, desenvolupar mètodes informàtics, per **recollir dades** i poder comunicar-les.
- Caldrà fer un esforç de **comunicació sobre la qualitat** de l'aigua i sobre els **riscos associats a l'ús de nous recursos**, per tal de generar **una percepció** entre els consumidors que correspongui a la realitat. No seria desitjable que es generessin corrents com els generats amb alguns desenvolupaments innovadors, com és el cas dels aliments transgènics.

#### 3.2.5. Contribució a la consecució dels Millenium Development Goals

En el supòsit que deixem de banda la recerca i el desenvolupament específic, cal considerar alguns altres aspectes que amb l'impuls de les activitats descrites a 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 i 3.2.4 poden contribuir a l'assoliment dels Millenium Development Goals.

Són aquests:

- Totes les tecnologies sostenibles, sobretot les *low tech*, que es puguin desenvolupar.
-

### 3. Necessitats de coneixement i tecnologia del sector



---

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

- Tots els desenvolupaments en qualitat que impliquin diagnòstic de baix cost i els desenvolupaments d'expertesa en anàlisi de risc han de ser de gran utilitat, ja que la qualitat d'aigua segueix sent un problema greu en el país en fase de desenvolupament.
- La transferència de qualsevol expertesa.



## 4. El sector empresarial a l'Àrea Metropolitana de Barcelona

### 4.1. Principals característiques del sector

Com s'ha assenyalat abans, el «sector aigua» és un sector molt transversal, amb subsectors molt diferents, i també molt complex. Alhora, hi ha moltes empreses que tenen activitats en diversos subsectors (venen productes, exploten plantes, ofereixen consultoria, anàlisis i cursos, per posar exemples relativament diferenciats d'activitat) i finalment també hi figuren empreses que comparteixen activitats en el sector de l'aigua amb activitats en altres sectors (per exemple, eliminació de residus sòlids) gens relacionats amb l'aigua. Al mateix temps, hi ha també moltes empreses que, tractant amb aigua (per exemple, empreses que la depuren), s'ubiquen elles mateixes dins del sector mediambiental.

Al CNAE del Ministeri d'Economia no hem pogut localitzar d'una manera clara i definida les diverses àrees d'activitat que hem detectat en altres bases de dades. Això fa que sigui difícil establir amb precisió quina és l'aportació exacta del sector al PIB o quin és el nombre de treballadors ocupats en activitats lligades a l'aigua. De tota manera, aquestes limitacions no són obstacle per poder fer un càlcul de la importància del sector en l'activitat econòmica de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Hi ha bases de dades relativament completes i ben elaborades d'empreses que diuen que tenen tota o una part de la seva activitat lligada a l'aigua. Per fer aquest estudi, s'han utilitzat fonamentalment les següents fonts d'informació: *Guía del Agua 2006* (núm. 158 de la revista *Tecno Ambiente*; aquesta és una base de dades d'abast estatal); *Agua 2006 - Directorio del Agua* (publicació complementària de la revista *Tecnología del Agua*, editada per Red Business Information, Barcelona;

---





aquesta és una base de dades d'Espanya i Portugal); la base de dades Camerdata de la Cambra de Comerç ([www.cambrabcn.es/Catalan/Contactes\\_empresarials](http://www.cambrabcn.es/Catalan/Contactes_empresarials)); el *Directori i estudi del sector econòmic del medi ambient a Catalunya 2004*, elaborat per la Fundació Fòrum Ambiental ([www.forumambiental.org](http://www.forumambiental.org)) i la base de dades històriques del *Boletín informativo de contratos de obras públicas* (BIOP: [www.vitrubio.com](http://www.vitrubio.com)), que proporciona dades sobre la contractació pública a tot l'Estat.

##### 4.1.1. Nombre d'empreses i característiques generals

Sumant totes les empreses que diuen tenir alguna relació amb el sector de l'aigua detectades en les bases de dades esmentades (la principal font d'informació és *Agua 2006*, sobre empreses d'Espanya i Portugal), hi ha unes 550 empreses ubicades a l'AMB. Com s'ha dit abans, en aquesta llista hi apareixen empreses de tot tipus, des de les que fabriquen canonades fins a les que embotellen aigua mineral. Tenint en compte que 1) a la *Guía del Agua 2006* hi apareixen un total de 1.200 empreses; 2) a la guia *Agua 2006* hi apareixen unes 2.500 empreses entre Espanya i Portugal; i 3) a l'enquesta de la Fundació Fòrum Ambiental aproximadament el 50% de les empreses del sector del medi ambient que tracten amb el sector de l'aigua són a l'AMB, es pot concloure que a Espanya entre el 20 i el 25% de les empreses del sector estan ubicades a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Un comentari especial mereix el *Directori i estudi del sector econòmic del medi ambient a Catalunya 2004*, elaborat per la Fundació Fòrum Ambiental. Aquesta enquesta, que és una actualització d'enquestes realitzades prèviament, s'ha fet entre empreses del sector del medi ambient i ofereix una informació que sembla rellevant, ja que un percentatge important (entre un 35 i un 40%) de les empreses que apareixen en l'enquesta s'ocupen, almenys com a part de la seva activitat, del subsector medi ambient - aigua. Les dades d'aquesta enquesta estan molt ben tractades i ens donen la informació següent:

a) Confirmen una concentració important d'empreses del sector a l'AMB. L'enquesta ha estat contestada per unes 200 empreses del sector medi ambient - aigua de l'AMB.



#### 4. El sector empresarial a l'Àrea Metropolitana de Barcelona

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

- b) Donen informació interessant sobre l'àmbit d'activitat d'aquestes empreses. Gairebé un 60% de l'activitat s'esdevé fora de Catalunya (un 40% a Espanya i un 20% a l'estranger; segons alguns experts consultats, aquest 20% és un valor optimista: un 15% seria més ajustat) i un 40% a Catalunya. Es calcula la subcontractació en un 30% de l'activitat de les empreses (60-70% a Catalunya i la resta a Espanya; insignificant a l'estranger). Una part important de l'activitat de moltes d'aquestes petites enginyeries i consultories els arriba gràcies a la subcontractació per part d'empreses més grans, o d'empreses que no tenen aquests serveis entre les seves activitats.
- c) Calculen que les empreses del sector exporten entre un 17 i un 20% de la facturació (equivalent al percentatge d'activitat): s'exporta sobretot a Europa (aprox. 50%) i Centre-amèrica i Sud-amèrica (20%).
- d) Diuen que en el sector hi ha una baixa participació, aproximadament un 15%, d'accionariat estranger, principalment d'Holanda, Alemanya i França.
- e) També diuen que només un 30% pertanyen a grups empresarials estables.
- f) Calculen que són entre un 20 i un 25% les empreses del sector del medi ambient - aigua que diuen que tenen tecnologia pròpia. Segons alguns experts consultats, és una apreciació molt optimista. Un 20% identifica la manca de desenvolupament tecnològic, entre altres problemes, com una de les principals dificultats per al progrés de l'empresa. Un 44% reconeix una falta de voluntat de canvi de les empreses (poca innovació).
- g) Diuen que a la pregunta sobre què demanarien aquestes empreses a l'Administració pública, un 46% demanaria, entre altres mesures, suport a la recerca aplicada i un 12% a la promoció del sector a nivell internacional. (En les nombroses converses que he mantingut per a l'elaboració d'aquest informe, molts dels experts que treballen a les petites empreses diuen que les urgències amb què es fa l'activitat els dificulta molt el desenvolupament tecnològic. Sembla que les companyies europees també es queixen del mateix problema i asseguren que en determinats sectors –per exemple, la informàtica– els motors de la innovació són les empreses petites.)
-



S'observa una certa asimetria en el sector dins l'àmbit de l'AMB. Hi ha una gran empresa, Agbar, que aglutina més de 75 empreses, algunes d'elles mixtes i fins i tot compartides amb el sector públic, que tracten diferents subsectors. D'aquestes 75 empreses, a l'AMB hi ha Adasa Sistemes, Aigües de Barcelona, CLABSA (empresa mixta Ajuntament de Barcelona - Agbar), SEARSA i Sorea. Alhora, hi ha també dues importants empreses públiques: Aigües Ter - Llobregat, una empresa pública de captació, potabilització (2 ETAP) i distribució, principalment en alta, que depèn de l'Agència Catalana de l'Aigua; i EMSSA, empresa pública de sanejament (7 EDAR) que depèn de l'Entitat Metropolitana del Medi Ambient (EMMA). Entre Agbar (a través d'Aigües de Barcelona, Sorea i CLABSA), Aigües Ter - Llobregat i EMSSA, s'ocupen d'un percentatge proper al 100% de les activitats d'abastament i sanejament públic a l'AMB.

Hi ha també uns quants conglomerats industrials relativament grans (Astral, Hera i Tradebe) ubicats a l'AMB, de capital totalment català, amb diverses empreses en els sectors de l'aigua i el medi ambient, que registren un gran creixement els darrers anys en activitats fora de l'AMB. La resta, molt important en nombre i activitat, són mitjaneres o petites empreses.

Com s'ha dit abans, aquest és un sector molt transversal, per la gran diversitat d'activitats i de professionals implicats, i força complex. Una mostra d'aquesta complexitat es pot deduir de les variades associacions d'empreses que es dediquen totalment o parcialment en aquest sector. Així, amb incidència a l'AMB, hi trobem com a mínim l'Associació Espanyola d'Abastament d'Aigua i Sanejaments (AEAS), l'Associació Espanyola d'Empreses Gestores de Serveis d'Aigua en Poblacions (AGA), l'Associació de Serveis d'Aigua a Catalunya (ASAC), l'Associació d'Abastaments d'Aigua (AAA) i la Comunitat d'Usuaris d'Aigües del Delta del Riu Llobregat (CUADLL).

En qualsevol cas, no queda cap dubte de la importància quantitativa i qualitativa del sector de l'aigua a Catalunya i molt especialment a l'AMB, amb un 20 a 22% de les empreses del sector de tot l'Estat espanyol.

### 4.1.2. Generació d'ocupació

A partir del nombre d'empleats que figura a les bases de dades consultades es fa difícil precisar unes xifres globals. La informació és sempre parcial ja que: 1) el nombre d'empleats d'un bon percentatge d'empreses no apareix a les bases de dades o bé estan mal precisats (inclosos dins intervals); i 2) en algunes empreses amb activitats en altres sectors és difícil de precisar el percentatge dedicat al sector concret de l'aigua. Per tant, només és possible establir uns intervals.

A la figura 1 s'indica la distribució del nombre d'empreses segons el nombre d'empleats. Combinant els percentatges de la figura 1 i el nombre d'empreses (aprox. 550) podem establir un interval entre un mínim de 9.000 i un màxim de 36.000, que implicarien entre un 0,6 i un 2,4% de la població activa de l'AMB. El nombre de treballadors que sortien a l'enquesta 2004 del Fòrum Ambiental es trobarien també dins un interval d'uns 8.000 a 10.200. Un càlcul realista estaria entre el 0,7 i l'1% (no es comptabilitzen aquí els empleats de l'estranger ni d'altres zones d'Espanya d'empreses amb seu a l'AMB). En qualsevol cas, també és important assenyalar que sigui quin sigui el nombre d'empleats en el sector, supera la mitjana de l'Estat, ja que segons les dades de la Seguretat Social a Espanya, els subsectors abastament i sanejament apleguen aproximadament el 0,2% dels treballadors de l'Estat.

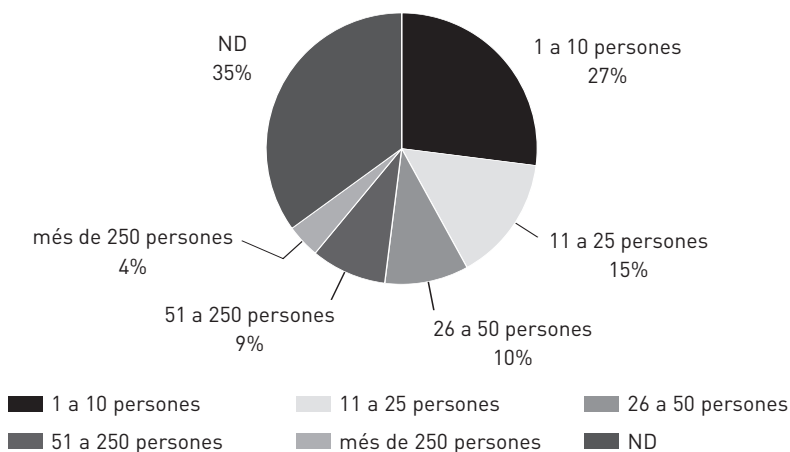


Figura 1.- Distribució de personal en les empreses del sector



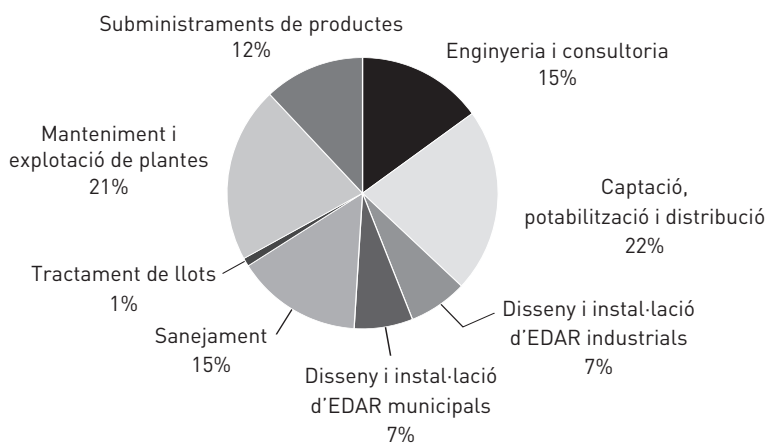
### 4.1.3. Incidència econòmica

De les bases de dades emprades per determinar les empreses del sector de l'aigua a l'AMB és impossible extreure'n els ingressos. Però podem fer un càlcul considerant les dades de contractació pública dels darrers anys disponibles a la base de dades històrica del BIOP. Prenent el valors dels darrers anys, podem concloure que les empreses del sector dins l'AMB sumen entre 1.400 i 1.600 milions d'euros de contractació pública l'any. Considerant la contractació pública en un 70% de la facturació del sector, segons dades de l'enquesta Fòrum Ambiental, tindriem un càlcul total de 2.000 a 2.300 milions d'euros. En aquests valors no s'hi reflectiria l'activitat exterior, que segons l'enquesta 2004 del Fòrum Ambiental estaria pel voltants d'un 15%. Ampliant els valors d'abans en un 15%, doncs, podríem xifrar els ingressos totals de les empreses del sector amb seu dins l'AMB entre 2.300 i 2.650 milions d'euros. Sembla interessant esmentar que segons dades publicades a la seva web, només Agbar-aigua ingressa 1.800 milions d'euros.

És difícil fixar el PIB d'una zona limitada com és el cas de l'AMB, però segons les dades de la província de Barcelona el podríem xifrar entre 75.000 i 100.000 milions d'euros. Per tant, l'aportació del sector aigua al PIB de l'AMB estaria prou per sobre del 2%.

### 4.1.4. Importància relativa dels diferents subsectors

En primer lloc, cal afirmar que es fa difícil subsectorialitzar les activitats relacionades amb el sector de l'aigua, malgrat que com s'ha dit anteriorment és un sector molt transversal. Alhora, les diverses bases de dades fan divisions diferents. En funció dels objectius d'aquest informe, s'han establert els subsectors següents: enginyeries i consultories; captació, potabilització i distribució; disseny i instal·lació d'EDAR industrials; disseny i instal·lació d'EDAR municipals; sanejament; manteniment i explotació de plantes; tractament de llots de depuradora; i subministrament de productes. En funció de les dades de contractació pública obtingudes en la base de dades històriques del BIOP, la importància relativa dels diferents subsectors queda reflectida en la figura 2.



**Figura 2.-** Distribució de la contractació pública per subsectors

### 4.1.5. Capacitats tecnològiques de les empreses de l'AMB

Les capacitats tecnològiques de les empreses del sector a l'AMB són variades, segons que es desprèn dels serveis que ofereixen a través de les seves pàgines web, dels opuscles de propaganda i dels anuncis en revistes. Si ho comparem amb els anuncis que apareixen en revistes d'abast internacional, hi ha una diferència fonamental. Mentre que en les revistes internacionals la majoria d'anuncis corresponen a productes, en les revistes espanyoles corresponen a serveis. Com a exemple, s'han examinat quatre exemplars de l'any 2005 de *Water21*, revista d'informació general de la International Water Association (IWA), i quatre de *Tecnologia del Agua* i s'han comptat els diversos tipus d'anuncis. A *Water21* el 75% corresponen a productes, la majoria productes innovadors, i el 25% a serveis; la proporció és gairebé la inversa a *Tecnologia del Agua*, on a més els productes innovadors que s'hi anuncien són estrangers.

Fent un símil amb la terminologia informàtica, podríem dir que a Espanya en general i a l'AMB en particular no hi ha «hardware» propi; en canvi, hi ha una oferta excel·lent de «software», entenent aquest concepte com a desenvolupament de processos, sistemes d'adquisició i anàlisi de dades, models de simula-



ció, sistemes de predicció, sistemes de gestió de l'aigua, sistemes de suport de decisions, sistemes de vigilància, supervisió i control, etc.

A continuació (4.2), s'ordena l'oferta del sector a l'AMB amb el mateix ordre de les necessitats de desenvolupament tecnològic i innovació (incloent-hi «hardware» i «software») descrites a l'apartat 3.2. Aquest apartat no pretén ser una descripció exhaustiva, sinó un resum de les múltiples capacitats tecnològiques i experteses que ofereixen les empreses del sector ubicades a l'AMB (en aquest apartat no s'han refós les ofertes semblants).

### 4.2. Tecnologies i experteses de les empreses de l'AMB

#### 4.2.1. Activitats derivades de la necessitat de recursos

##### Optimització de la gestió dels recursos tradicionals

- Gestió integral dels recursos tradicionals optimitzant la utilització de cabals no regulats.
- Millora de la gestió de les conques fluvials.
- Sistemes automàtics d'informació hidrològics.
- Estudis hidrogeològics.
- Millora de la gestió d'aigües subterrànies.
- Estudis de vulnerabilitat d'aqüífers.
- Projectes i obres de recàrrega d'aqüífers.
- Reparació, millora (incorporant-hi tractaments complementaris amb noves tecnologies), ampliació, automatització, explotació i gestió de plantes depuradores d'aigua potable.
- Aplicació de tecnologia de filtració per membranes (desnitrificació; eliminació de contaminants múltiples, etc.) a la recuperació de recursos tradicionals contaminats.



### Diversificació de recursos

- Recuperació d'aigua de pluja per a usos urbans. No hi ha ofertes per a edificis dins l'AMB, però sí a Catalunya.
- Disseny a la carta, instal·lació, explotació i gestió de totes les modalitats de tractaments terciaris (tradicionals i els d'última generació *high tech* i *low tech*) per regenerar aigües residuals urbanes (efluents de tractaments secundaris) per a diversos usos.
- Disseny a la carta, instal·lació, explotació i gestió de totes les modalitats de dessalinització (evaporació, osmosi inversa i electrodiàlisi reversible).
- Disseny a la carta, instal·lació, explotació i gestió de plantes de tractaments d'aigües residuals industrials per reutilitzar-les.

#### 4.2.2. Activitats derivades de la necessitat de disminuir el consum

##### Activitats per evitar la pèrdua de recursos abans d'arribar al consumidor

*Nota. Les dades actuals de l'AMB, de 2 a 5% de pèrdues en alta i en baixa respectivament, indiquen que el subministrament es fa molt bé, ja que aquests valors són excel·lents. En qualsevol cas, si es té en compte la magnitud de la xarxa, és ben segur que ja hi apliquen totes les tecnologies emergents i que a l'AMB hi ha la màxima perícia en el tema.*

- Sistemes de telecontrol de grans infraestructures hidràuliques de transport i distribució d'aigua en alta.
- Sistemes de telecontrol de xarxes de distribució d'aigua potable.
- Gestió eficient de les xarxes de distribució d'aigua potable (incloent-hi la regulació de la pressió, detecció de fugues i reparació de canonades), utilitzant sistemes d'informació geogràfica, modelització de xarxes i sistemes d'automatització i control.

##### Reducció del consum

*Nota. Segur que es compta amb experts en campanyes de sensibilització dels usuaris, perquè després de les diverses campanyes de sensibilització fetes durant*

---





*els darrers 15-20 anys, el consum domèstic per habitant a l'AMB ha disminuït tant que ara és dels més baixos de les aglomeracions urbanes semblants. Pot ser una aportació més entre les experteses de l'AMB.*

- Sistemes de control de canals i regadius mitjançant la gestió de grans xarxes, implantació de xarxes de reg modernes a la carta, modernització de regs tradicionals i automatització i telecontrol del reg.
- Disseny, construcció i explotació de sistemes d'irrigació sostenibles per a parcs i jardins.
- Preservació de les reserves d'aigua potable mitjançant l'aplicació de tecnologies sostenibles a la neteja urbana i a altres serveis municipals, basades en l'aigua convencional no potable, regenerada o de pluja.

### **4.2.3. Activitats derivades de la necessitat de disminuir la contaminació dispersada a través de l'aigua**

#### **Disminuir la contaminació alliberada al medi aquàtic**

- Depuració descentralitzada en edificis per tal de reutilitzar l'aigua depurada. No s'ofereix a l'AMB però sí a Catalunya.
- Depuració descentralitzada en indústries.

#### **Millorar el manteniment d'infraestructures de sanejament**

- Desenvolupament de sistemes de prealerta.
- Telecontrol de xarxes de sanejament.
- Telecontrol de grans infraestructures de sanejament (control de dipòsits de retenció i regulació d'aigües pluvials).
- Gestió avançada del drenatge urbà aplicant-hi els mètodes i tecnologies d'avantguarda per prevenir o reduir les inundacions i els efectes dels abocaments del clavegueram al medi receptor (DSU), i per conservar més bé les xarxes.
- Construcció, explotació i manteniment de xarxes de bombeig, sanejament i emissaris submarins.



### Depurar aigües residuals

- Disseny a la carta, instal·lació, ampliacions i millores, automatització, explotació i gestió de totes les modalitats de tractament (tradicionals i d'última generació) emprades en estacions depuradores d'aigües residuals urbanes, aigües residuals, purins i lixiviats d'abocadors: les ofertes inclouen tot tipus de tractaments, els coneguts com de *high tech* i *low tech* de filtració-percolació, llacunes d'oxidació, aigüamolls artificials, filtres verds, etc.).

### Gestió de subproductes dels processos de depuració (fangs, etc.)

- Disseny, manteniment i explotació de plantes de tractament avançat de subproductes, especialment de fangs de depuradora, incloent-hi plantes de compostatge.
- Gestió de subproductes dels tractaments d'aigües.
- Valoració agronòmica dels fangs de depuradora mitjançant l'aplicació directa a través de la gestió integral de biosòlids en agricultura.
- Regeneració de carbó actiu.

### 4.2.4. Activitats derivades de la necessitat de fer un millor seguiment de la qualitat

#### Diagnòstic (anàlisi)

- Disseny i acoblament d'equips analitzadors multiparamètrics.
  - Disseny i acoblament d'estacions automàtiques de control i vigilància en continu de qualitat d'aigües.
  - Recollida de mostres seguint els mètodes acreditats.
  - Determinació de paràmetres químics, microbiològics i toxicològics a l'aigua segons els mètodes normalitzats.
  - Anàlisi de processos de producció (balanços de massa, identificació i caracterització d'efluents, etc.).
  - Seguiment i control de la qualitat sanitària de l'aigua reutilitzada en l'entorn d'aplicació.
  - Serveis per minimitzar la proliferació de la *Legionella pneumophila*
  - Caracterització de fangs d'utilització agrícola.
-



### Anàlisi de riscos

- Anàlisi de riscos per a la salut humana i els ecosistemes.

#### 4.2.5. Contribució a la consecució dels Millenium Development Goals

- Desenvolupaments en els processos *low tech* (filtració-percolació, llacunes d'oxidació, aiguamolls artificials, filtres verds, etc.) de tractament d'aigües residuals.
- Transferència d'expertesa a països en fase d'industrialització. En aquest sentit, l'Entitat Metropolitana del Medi Ambient ha desenvolupat diferents iniciatives.

### 4.3. Recerca, desenvolupament i innovació

De l'enquesta de la Fundació Fòrum Ambiental, feta amb la informació aportada per les mateixes empreses, ja queda clar que en general les empreses del sector fan poca R+D+i. L'observació de les webs de moltes empreses ens indiquen el mateix, ja que moltes pàgines de R+D+i hi apareixen en fase de construcció. Excepte unes quantes excepcions, les ofertes presentades com a novetats per moltes empreses espanyoles –i, per tant, de l'AMB– en fires especialitzades (com ara Smagua) no semblen grans innovacions tecnològiques.

Com s'ha dit, però, hi ha excepcions. En aquests casos, la majoria de la R+D+i es desenvolupa al voltant del «software» d'explotació i gestió, automatització, sistemes de gestió integral de conques i xarxes de distribució i sanejament que incorporen sistemes d'informació geogràfica i telecontrol, etc. Pel que fa a productes, destaca el disseny i acoblament d'equips analitzadors (gairebé sempre d'importació) multiparamètrics.

Moltes empreses del sector tenen contractes de recerca relativament importants amb grups de diverses universitats, generalment relacionats amb el desenvolupament dels aspectes esmentats en el paràgraf anterior o bé amb aspectes de qualitat o avaluació del funcionament d'instal·lacions.



Potser cal considerar Agbar com un cas a banda. Empreses lligades al Grup Agbar (ADASA, Aigües de Barcelona i CLABSA) han participat directament en nombrosos projectes de recerca –n'hem detectat 12– dels diversos programes marc de la Unió Europea, segons les dades consultades directament a la Comissió Europea (<http://www.cordis.europa.eu.int/>). Així mateix, cal destacar dues iniciatives recents en les quals participa Agbar, que comportaran una embranzida forta al sector de l'aigua pel conglomerat d'empreses que representa el grup. Una és la R+I Alliance, formada pel Grup Agbar, Suez Environment, Lyonnaise des Eaux, United Water i Northumbrian Water, que compta amb un pressupost anual de 8,4 milions d'euros per investigar, desenvolupar, innovar i explotar conjuntament els resultats que s'originin dels treballs de cadascuna de les empreses. L'altra iniciativa és el Cetaqua, del qual es parlarà més endavant.

### 4.4. Valoració resumida del sector

El sector d'activitats lligades al cicle integral de l'aigua és molt transversal i complex, i es fa difícil establir-ne els límits amb precisió. Amb les dificultats que comporta, però, es pot calcular que dins l'AMB és un sector d'activitat relativament important. Hi ha unes 550 empreses; el sector ocupa entre el 0,7 i l'1% de la població activa; factura prop del 2% del PIB de l'AMB i representa prop del 20% de les empreses del sector a l'Estat espanyol. És un sector amb expectatives de creixement.

Dins l'AMB s'observa un gran ventall de tipus d'empreses pel que fa a la grandària i possibilitats de desenvolupament. En general, el sector reconeix que innova poc, però en canvi hi ha un bon nombre d'empreses que tenen molta expertesa basada en el coneixement i l'experiència. Aquestes experteses es corresponen amb les necessitats detectades per la Water Supply and Sanitation Technology Platform. La capacitat de desenvolupament i innovació de les empreses de l'AMB és significativa en «software» (processos tècnics i també sistemes d'adquisició i anàlisi de dades, models de simulació, sistemes de predicció, sistemes de gestió de l'aigua, sistemes de suport de decisions i sistemes de vigilància, supervisió i control, etc.) i en canvi molt escassa en «hardware» (utillatge, instruments, maquinària, productes químics i reactius per diagnòstic).

---

#### **4. El sector empresarial a l'Àrea Metropolitana de Barcelona**



---

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

Comparant-les amb altres zones geogràfiques que tenen problemes similars relacionats amb l'abastament i el sanejament de l'aigua, les empreses ubicades a l'AMB disposen de bons recursos financers. Aquest fet garanteix la generació d'un diferencial d'expertesa que augmentarà les possibilitats de creixement i per tant les oportunitats empresarials.



## 5. La R+D sobre l'aigua a les institucions d'ensenyament superior i recerca

### 5.1. Principals característiques de la recerca a les institucions

Com ja s'ha dit amb anterioritat en aquest informe, l'activitat lligada a l'abastament i sanejament de l'aigua és una àrea molt transversal i, per tant, contempla la interacció d'un bon nombre de disciplines com l'enginyeria civil, l'enginyeria química, la informàtica, la biologia, la geologia, la física i la química. La geografia, l'economia, el dret, la sociologia i la comunicació també hi estan implicats, encara que no exactament en el tema objecte d'aquesta memòria, que és eminentment tecnològic.

Com en el cas de les empreses, tampoc es pretén aquí fer una descripció exhaustiva de totes les activitats de recerca que es duen a terme dins l'Àrea Metropolitana de Barcelona i estan més o menys relacionades amb l'aigua, sinó sols de les que per si mateixes o bé en col·laboració amb el sector empresarial poden contribuir a enfortir la indústria de l'aigua i el seu potencial d'innovació a l'AMB.

A l'Àrea Metropolitana de Barcelona hi ha quatre institucions que desenvolupen una activitat notable al voltant del sector de l'aigua; tres són universitàries i estan implicades, per tant, en la recerca i l'ensenyament, mentre que la quarta és fonamentalment un centre de recerca. Són la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), la Universitat de Barcelona (UB), la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i el Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC).



Les universitats s'organitzen en facultats o escoles i aquestes estan estructurades en departaments; al CSIC hi ha centres i departaments. Podríem ordenar així mateix aquesta part de l'estudi, però ha semblat que seria més útil fer-ho seguint un altre criteri que facilitarà més l'ordenació de les activitats, per poder determinar així més bé les coincidències amb les activitats descrites en les seccions 3 i 4.

Concretament, hem seguit els criteris del Departament d'Educació i Universitats de la Generalitat de Catalunya, d'ordenar els investigadors catalans en grups de recerca reconeguts (emergents, consolidats i singulars), que han estat definits, sempre després de convocatòria competitiva, a partir d'uns criteris establerts a partir de la massa crítica d'investigadors i la qualitat de la recerca. La recerca ha estat avaluada externament per experts basant-se en criteris acceptats per la comunitat científica internacional: fonamentalment les publicacions en revistes científiques d'impacte o indexades en el *Journal of Citation Reports* (Institute for Scientific Information, ISI, ara Thomson Scientific), els projectes de recerca seleccionats en convocatòries competitives i els contractes amb empreses del sector.

Aquests grups de recerca reconeguts són molt diversos en grandària i tipologia: n'hi ha que són interdepartamentals, uns altres formen un sol departament, d'altres són subdepartaments, etc. L'aproximació feta pot deixar fora l'activitat d'alguns investigadors de vàlua no incorporats a cap grup de recerca, o grups de recerca molt petits, però ens evita haver de fer judicis de valor sobre la qualitat (incidència, etc.) de la recerca duta a terme per investigadors i centres.

Alhora, els centres de suport a la innovació tecnològica dependents del Cidem que desenvolupen activitats de transferència de tecnologia podrien aportar també alguns coneixements i experteses útils al sector.

### 5.2. Grups de recerca reconeguts per la Generalitat de Catalunya

Mentre s'espera que es facin públiques les concessions del 2006, previstes per a aquest més de juliol –que en tot cas seran un percentatge molt petit, ja que la



## 5. La R+D sobre l'aigua a les institucions d'ensenyament superior i recerca

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

majoria varen ser concedides el 2005-, s'han detectat 28 grups ubicats a l'AMB que fan tota o part de l'activitat dins els àmbits desenvolupats en les seccions 3 i 4 d'aquesta memòria. La distribució per institucions a què pertanyen és la següent: CSIC, 2; UAB, 8; UB, 10; i UPC, 8. Aquest nombre vindria a ser un 2,5% del total de tots els grups reconeguts per la Generalitat de Catalunya, i un 3% dels reconeguts dins l'AMB.

Es fa difícil de determinar el nombre exacte d'investigadors que formen part d'aquests grups, ja que hi ha una part dels membres dels grups, sobretot la formada pels investigadors encara no consolidats, que és molt variable i hi ha sortides i entrades constants d'investigadors. En qualsevol cas, amb una mitjana de 6 investigadors de plantilla per grup de recerca reconegut per la Generalitat, serien un total de 160 a 170 investigadors els que fan recerca en temes relacionats amb l'objecte d'aquesta memòria. Els investigadors no de plantilla (becaris predoctorals i postdoctorals, personal tècnic, etc.) podrien doblar aquest nombre i sumar uns 350 investigadors més, que farien un total d'uns 500-550 investigadors. Com hem dit abans, però, no tots els investigadors integrats en aquests grups dediquen íntegrament l'activitat al tema de l'aigua (abastament i sanejament).

Les denominacions dels grups i les activitats que fan relacionades amb l'objecte d'aquest estudi (segons informació extreta de les webs corresponents a les institucions a què pertanyen) es detallen a continuació. Els grups assenyalats amb un asterisc tenen una relació molt col·lateral amb el tema objecte d'estudi.

### **Grups del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC)**

#### ***Departament de Química Ambiental de l'Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona (IIQAB)***

- Millora de mètodes analítics per a la determinació de contaminants orgànics.
- Organització i validació d'exercicis interlaboratori.
- Estudi de la contaminació (contaminants orgànics) en sistemes aquàtics terrestres. Contaminants emergents.





- Predicció i modelització de processos ambientals. Avaluació dels riscos i impactes ambientals dels productes químics.
- Quimiometria ambiental (desenvolupament i aplicació de procediments d'anàlisi numèrica de dades quimicoambientals).
- Toxicologia ambiental.
- Contaminants químics i salut humana.
- Tractament d'aigües i depuració.

***Departament de Geologia Ambiental de l'Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (ICTJA)***

- Tractament d'aigües àcides mitjançant mètodes passius de remeiament.
- Detecció, control i remeiament de contaminació inorgànica en aqüífers.
- Desenvolupament de mètodes i programes numèrics per quantificar els mecanismes que controlen el transport de substàncies dissoltes en medis permeables.
- Valorització de residus.

**Grups de la Universitat Autònoma de Barcelona**

***«Aigua, territori i sostenibilitat»\****

- Urbanització, estils de vida i consum de recursos hídrics.
- Inundacions i sequeres a Catalunya.
- Avaluació integrada de recursos hídrics.
- Participació ciutadana en la gestió de l'aigua.
- Seguiment de l'estat de les conques fluvials (aspectes físics i humans).

***«Biodegradació de contaminants industrials i valorització de residus»***

- Tractaments anaerobis de depuració d'aigües residuals industrials.
- Degradació biològica de dissolvents clorats.

---

\* Tots els grups assenyalats amb un asterisc tenen una relació col·lateral amb el tema objecte d'estudi



- Degradació biològica d'hidrocarburs aromàtics policíclics.
- Degradació biològica de contaminants orgànics persistents (p.ex. disruptors endocrins).

### **«Estudi de processos oceànics i climàtics»\***

- Impacte antròpic en el medi aquàtic: conques hidrològiques, llacs d'alta muntanya i zones costaneres.
- Impacte i conseqüències de la contaminació química en embassaments i rius.

### **«Fotocatàlisi i química verda»**

- Aplicació de processos avançats d'oxidació en el tractament d'aigües.
- Desenvolupament de fotocatalitzadors per a processos de fotocatalisi heterogènia.
- Avaluació ambiental de tècniques de depuració mitjançant l'ús d'ACV.

### **«Microbiologia ambiental»**

- Estudi de consorcis microbians formadors de biofilms per al tractament d'efluents contaminants.
- Desenvolupament de microsensors per a la detecció de microorganismes en aigües.
- Desenvolupament de biosensors per a la detecció de toxicitat en aigües.
- Valoració de l'eficiència de tractaments de reutilització d'aigües residuals per tipificació microbiològica mitjançant els perfils de rRNA16S.

### **«Sensors i biosensors»**

- Desenvolupament de microanalitzadors automatitzats per a la determinació *in situ* i/o en línia de paràmetres d'interès ambiental. Integració d'aquests microanalitzadors en estacions fixes automatitzades guiades per control remot.
- Aplicació dels xips desenvolupats en l'anàlisi d'ADN i altres biomolècules.
- Desenvolupament de sensors modificats per a la utilització de tècniques de retroextracció de metalls pesants i altres analits d'interès per a la monitorització ambiental.



**«Sostenibilitat i prevenció ambiental»\***

- Ecologia industrial i anàlisi de fluxos d'aigua i aigües residuals en sistemes regionals i locals.
- Sostenibilitat en sistemes agrícoles, urbans i industrials.
- ACV, ecodisseny, ecoeficiència i disseny ecològic.

**«Tractament biològic d'efluents líquids i gasosos; eliminació de nutrients, olors i compostos orgànics volàtils»**

- Eliminació de nutrients (nitrogen i fòsfor) en aigües residuals urbanes.
- Tractament d'efluents industrials amb alta càrrega de nitrogen.
- Tractament d'efluents industrials amb compostos recalcitrants.

**Grups de la Universitat de Barcelona**

**«Biotecnologia ambiental»**

- Eliminació de nutrients en tractaments biològics d'aigües residuals.
- Optimització de la depuració d'aigües en processos utilitzant reactors seqüencials (SBR).
- Optimització de la depuració de purins.

**«Enginyeria de processos d'oxidació avançada»**

- Optimització de processos d'oxidació avançada en plantes pilot.
- Estudi de la degradació de contaminants refractaris (p.ex. organoclorats) en processos d'oxidació avançats.

**«Ecologia aquàtica continental»**

- Estudi de la dinàmica de nutrients i material particulat en rius i embassaments.
- Control biològic de la qualitat d'aigües.
- Estudis d'ecotoxicologia.
- Estudi dels biofilms en rius.



**«Especiació d'elements traça i radionúclids en el medi»**

- Desenvolupament i optimització d'instrumentació analítica; desenvolupament d'un sensor radioquímic.
- Establiment, millora i validació de nous mètodes d'anàlisi per a la determinació de contingut total de pol·luents i d'espècies químiques en particular: pretractament de mostra, extracció, mesura, tractament de dades, establiment de nivells de referència, validació.
- Estudi d'interacció i comportament de pol·luents en el medi.
- Assegurança de la qualitat del procés de presa de mostres i del procés analític.
- Preparació de materials de referència, participació en la certificació de materials de referència, viabilitat de la preparació de materials de referència.

**«Freshwater Ecology and Management»**

- Estudi ecològic de rius.
- Gestió d'ecosistemes aquàtics.
- Resposta de la biodiversitat als canvis ambientals.
- Control biològic de la qualitat d'aigües.

**«Geologia econòmica i ambiental i hidrologia»**

- Anàlisi i planificació de recursos hídrics subterranis.
- Estudi de la vulnerabilitat d'aqüífers amb tècniques no destructives.
- Caracterització d'aqüífers contaminats.
- Estudi de la intrusió salina en els aqüífers costaners.
- Planificació de la recàrrega d'aqüífers.
- Tècniques avançades de depuració d'aigües.
- Reutilització d'aigües regenerades.
- Utilització d'isòtops ambientals en la determinació de l'origen de la contaminació.



**«Microbiologia d'aigües relacionada amb salut»**

- Estudi de la relació entre el carboni orgànic biodegradable i la formació de biofilms en aigües de distribució.
- Posada a punt de mètodes ràpids (moleculars) per a la detecció de microorganismes (virus, bacteris i protozous) en aigües i fangs de depuradora.
- Estudi de patògens emergents a l'aigua.
- Desenvolupament d'indicadors alternatius de la qualitat de l'aigua i els fangs de depuradora.
- Desenvolupament de mètodes microbiològics per a la determinació de l'origen de la contaminació fecal en aigües (fonamentalment per a l'estudi de la contaminació difusa).
- Participació en xarxes d'estandardització i validació de mètodes per a l'anàlisi microbiològica d'aigües i fangs.
- Experiència en l'organització d'exercicis intercomparatius i viabilitat en la preparació de materials de referència.
- Anàlisi de risc quantitatiu lligat a usos d'aigua.

**«Química analítica. Anàlisi de contaminants»**

- Estudi de la formació de subproductes en tractaments d'aigües.
- Determinació de subproductes en tractaments d'aigües.
- Certificació de materials de referència orgànics (PCB, PCP, PAH).
- Desenvolupament i optimització de mètodes d'anàlisi química d'aigües.
- Determinació de contaminants químics a aigües.

**«Sistemes d'interès biomèdic i ambiental. Tècniques experimentals i quimiomètriques»**

- Estudi de l'especiació de metalls pesants en presència de macromolècules.
- Desenvolupament i aplicació de tècniques quilomètriques a l'ambient.
- Desenvolupament de biosensors amb interès ambiental.



### **«Virus entèrics»**

- Desenvolupament de mètodes per a la detecció de virus entèrics en aigües.
- Estudi de la contaminació vírica del medi aquàtic.
- Participació en xarxes d'estandardització i validació de mètodes per a l'anàlisi virològica d'aigües.

### **Grups de la Universitat Politècnica de Catalunya (campus de Barcelona)**

#### ***Centre d'Enginyeria de Processos i Medi Ambient***

- Desenvolupament de sistemes de suport a la decisió intel·ligent (DSS) per a una actuació en línia i en temps real dins els processos.
- Gestió i valoració de residus (fangs de depuradora) mitjançant tractaments tèrmics i aprofitament energètic.

#### ***«Dinàmica fluvial i enginyeria hidrològica»***

- Estudi de dinàmica fluvial.
- Incidència dels embassaments en el comportament dels rius.
- Estudi de riades i mesures a prendre per reduir el risc d'inundació.
- Hidrologia urbana. Estudi dels grans col·lectors d'aigües pluvials i el seu efecte en les inundacions en el medi urbà.

#### ***«Enginyeria agroambiental»***

- Tractament i depuració d'aigües per mètodes «tous» (aiguamolls artificials i filtres verds).
- Utilització d'aigües no convencionals i aprofitament de fang de depuradora.
- Economia de l'aigua en agricultura.

#### ***«Hidrologia subterrània»***

- Caracterització de medis permeables mitjançant dades hidràuliques, hidroquímiques i isotòpiques ambientals.
-



- Aplicació a recursos d'aigua subterrània, gestió d'aqüífers, estudi de zones humides i intrusió marina.
- Modelització numèrica i adquisició de dades.

#### ***Laboratori d'Enginyeria Marítima\****

- Hidrodinàmica costanera.
- Dispersió de sediments / contaminants.

#### ***«Modelització i tecnologia ambiental»***

- Models matemàtics de transport de contaminants en aigües.
- Sistemes informàtics per a la presa de decisions en temes ambientals.

#### ***«Recerca aplicada en hidrometeorologia»***

- Desenvolupament d'algoritmes i models hidrològics.
- Suport analític, numèric i experimental a les empreses del sector per dissenyar solucions innovadores en quantificació de recursos, previsió i anticipació del risc, previsió i presa de decisions, etc.

#### ***«Sistemes complexos. Simulació discreta de materials i de sistemes biològics»***

- Modelització de sistemes microbians d'interès biotecnològic aplicats a la depuració d'aigües i al compostatge.

### **5.3. Consideracions generals sobre la significació dels grups de recerca reconeguts per la Generalitat de Catalunya**

Com s'ha remarcat abans, tots els grups de recerca reconeguts per la Generalitat han passat amb èxit una avaluació externa atenent al nombre d'investigadors, a les publicacions científiques, als projectes de recerca finançats en convocatòries competitives i a les relacions contractuals amb empreses o administracions, i a altres mèrits curriculars dels investigadors que formen part dels grups.



## 5. La R+D sobre l'aigua a les institucions d'ensenyament superior i recerca

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

La recerca duta a terme per aquests grups és publicada a les revistes internacionals més prestigioses, és a dir, les que tenen un índex d'impacte més alt, segons l'ISI, en les àrees on estan implicats els investigadors (enginyeria, química, ecologia, física, microbiologia, etc.).

Entre les publicacions directament relacionades amb l'aigua on publiquen els investigadors dels grups considerats, hi trobem gairebé totes les revistes més bones de l'àrea, com són (per ordre alfabètic): *Applied and Environmental Microbiology*, *Applied Microbiology and Biotechnology*, *Artificial Intelligence in Engineering*, *Biotechnology and Bioengineering*, *Chemical Geology*, *Coastal Engineering*, *Computers and Chemical Engineering*, *Computers and Geosciences*, *Ecological Engineering*, *Engineering Computations*, *Environmental Health Perspectives*, *Environmental Science and Technology*, *Environmental Technology*, *Environmental Toxicology and Chemistry*, *Ground Water*, *Hydrogeology Journal*, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, *International Journal of Remote Sensing*, *Journal of Applied Meteorology*, *Journal of Applied Microbiology*, *Journal of Contaminant Hydrology*, *Journal of Environmental Radioactivity*, *Journal of Hydraulic Engineering*, *Journal of Hydraulic Research*, *Journal of Hydrology*, *Journal of Water and Health*, *Limnology and Oceanography*, *Marine Pollution Bulletin*, *Radiochimica Acta*, *River Research and Applications*, *Science of Total Environment*, *Transport in Porous Media*, *Waste Management*, *Water Research*, *Water Resources Research*, *Water Science and Technology*, etc.

Un bon percentatge dels grups publiquen més de 10 articles l'any en revistes internacionals de gran impacte. El nombre de publicacions dels diferents grups és força variable i depèn molt de les àrees (analítica química i biològica, enginyeria, hidrologia, etc.). Destaquen clarament, pel nombre i qualitat de les publicacions, els grups implicats amb les anàlisis de qualitat de l'aigua. No entrarem a estudiar en detall la distribució de publicacions entre els diversos grups d'activitat, ja que en un conjunt de disciplines tan variades com les que estudiem aquí correïem el risc de treure unes impressions que potser no serien del tot correctes: no totes les àrees publiquen amb la mateixa intensitat, ni les revistes científiques de les diverses àrees tenen el mateix impacte. Així, doncs, atenent un dels prin-

---





cipals criteris universalment acceptats d'avaluació de la qualitat de la recerca, es pot concloure que en general els investigadors que participen en els grups de recerca relacionats abans tenen un bon nivell científic.

També hi ha un bon nombre d'investigadors amb molt bons **índexs h**. Nou dels investigadors adscrits als grups tenen un índex h per damunt de 20 (alguns per damunt de 30) i molts sobre 15. L'índex h és un índex de valoració de científics i institucions de recerca que s'ha proposat recentment i que ha estat molt ben acceptat per la comunitat científica internacional. És un indicador de la incidència de les aportacions, ja que l'índex recull el nombre de vegades que les publicacions d'un determinat investigador han estat citades en articles publicats en revistes indexades per l'ISI.

Molts dels científics pertanyents als grups descrits han participat en nombroses comissions de l'Estat i de la Unió Europea implicades en regulacions referents a l'aigua, han estat consultors d'organitzacions supraeuropees o extraeuropees, com són l'Organització Mundial de la Salut, o l'Environmental Protection Agency dels Estats Units d'Amèrica, i han participat molt activament, alguns com a presidents de grup, en agències de normalització de mètodes per a l'anàlisi de paràmetres químics i microbiològics com la ISO i el CEN. També trobem dins el col·lectiu membres que han ocupat o ocupen càrrecs directius en associacions científiques de l'Estat i internacionals relacionades amb l'estudi de l'aigua. Per acabar, hi ha científics dels grups de recerca esmentats abans que tenen una important incidència internacional dins l'àrea.

Tots el grups esmentats reben finançament habitual mitjançant les convocatòries de recerca competitives que els són aplicables, fonamentalment de l'Estat espanyol i de la Unió Europea, en les quals solen ser molt competitius. Cal destacar l'èxit del col·lectiu investigador especialment en la consecució de projectes de la Unió Europea. Segons la base de dades de la UE (<http://cordis.europa.eu.int/>), amb la cerca «aigua + Barcelona» apareixen **143 projectes**, distribuïts per institucions i programes marc, segons s'indica a les figures 3 i 4. En aquesta base de dades de Cordis s'han detectat alguns projectes repetits i alhora no se sap quants n'hi falten, per la qual cosa les dades obtingudes, encara que depurades, tenen

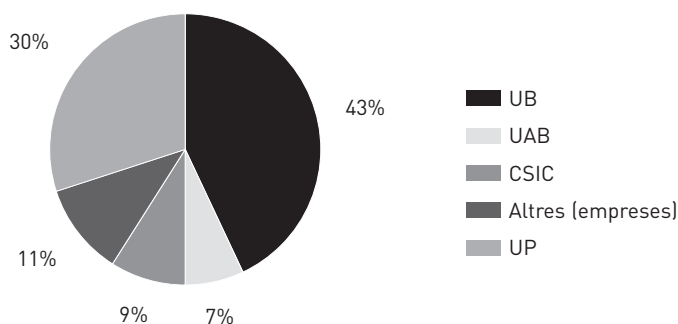


## 5. La R+D sobre l'aigua a les institucions d'ensenyament superior i recerca

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

un marge d'error que xifrem entre un 5 i un 10%. Si es descarten les àrees no implicades en l'objecte d'aquest estudi (fonamentalment oceanografia, activitats pesqueres, aqüicultura, estudi d'aiguamolls, etc.), els projectes finançats dins les àrees de recerca que són objecte d'aquest estudi es calcula que són un 70%, és a dir, **uns 85-90**, amb una distribució per institucions i programes marc semblants als de les figures 3 i 4. Un càlcul acurat, tenint en compte el marge d'error esmentat per a aquestes dades, ens indica que aquesta xifra representa més d'un 10% dels projectes concedits per la Unió Europea en el sector de l'aigua.

Les xifres situen Barcelona entre les tres o quatre concentracions geogràfiques d'Europa receptores de més projectes de la Unió Europea en el sector de l'aigua. Algunes institucions com UFZ (Leipzig, Alemanya), el consorci TNO-Wageningen University (Apeldoorn-Wageningen, Holanda) i BRGM (Orleans, França) són els principals receptors de projectes de la Unió Europea i, per tant, aporten a les seves àrees geogràfiques una gran quantitat de projectes. A l'AMB, la captació de recursos està més diversificada, però en conjunt està clarament entre aquestes primeres tres o quatre zones receptores d'Europa. Quant al percentatge de projectes a l'AMB comparat amb el total de la Unió Europea, amb el marge d'error esmentat per a aquestes dades, es calcula en un 7%, que és un percentatge molt superior al dels grups de recerca reconeguts (aproximadament el 3%) i al d'investigadors (menys del 2%) de dins l'AMB en l'àrea objecte d'aquest estudi.



**Figura 3.** - Distribució dels projectes de la UE per institucions receptores

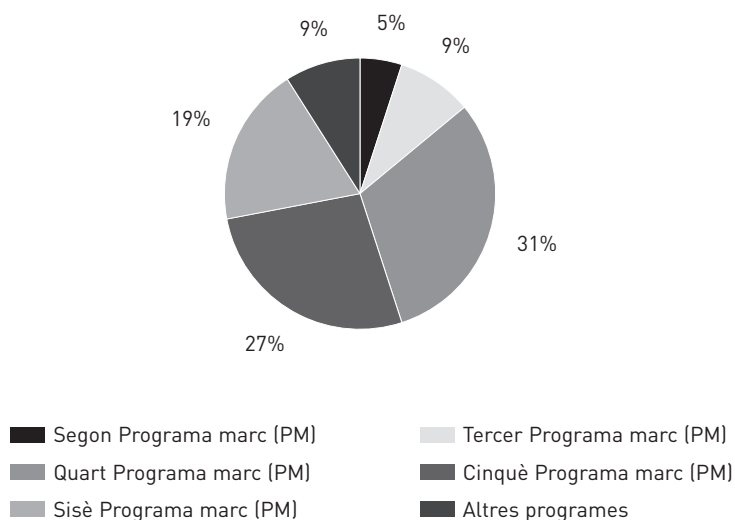


Figura 4.- Distribució dels projectes de l'UE per programes

Les comparacions amb la resta de Catalunya i amb l'Estat espanyol encara serien més favorables. Tenint en compte que hi ha altres àrees de recerca molt més privilegiades que la que és objecte d'aquest estudi, pel que fa a destinació de fons, no hi ha dubte que l'elevada consecució de projectes de recerca finançats per la Unió Europea és una indicació molt clara de la fortalesa i significació de l'activitat de recerca sobre l'aigua a l'AMB.

Igualment, l'elevat índex d'èxit en els projectes concedits per l'Estat espanyol és una prova més de la fortalesa dels grups de recerca que treballen en el sector de l'aigua. Només per posar un exemple molt recent, a la convocatòria 2006, que s'acaba de resoldre, el 28,5% dels projectes concedits a tot l'Estat en l'àrea sobre recursos hídrics pertanyen a les quatre institucions que s'han esmentat abans.

Molts dels grups de recerca també han participat en alguns projectes finançats per organismes o fundacions internacionals no comunitaris com l'Organització Mundial de la Salut, el National Institut of Health dels Estats Units d'Amèrica, la National Science Foundation també dels EUA, la Fundació Gulbenkian,



l'European Science Foundation, la Fundación Euromediterránea i l'Associació EuroChlor, entre d'altres.

La gran majoria dels grups esmentats han establert contractes nombrosos amb empreses del sector i amb administracions públiques que tenen responsabilitats en aquest àmbit, com el Ministeri de Medi Ambient, l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i l'Entitat Metropolitana del Medi Ambient (EMMA).

Com passa amb totes les altres disciplines científiques, en aquest país l'aportació en patents dels grups de recerca és força escassa. A més, amb molt poques excepcions, la gran majoria són mètodes, procediments o *software* informàtic. Aquesta és, òbviament, una àrea en què cal millorar.

En conjunt, igual com passa amb les empreses, la fortalesa dels grups de recerca i desenvolupament es troba en el «software», i no en el «hardware».

### 5.4. Centres de suport a la innovació tecnològica

Al directori de la Xarxa IT de Suport a la Innovació Tecnològica (<http://www.cidem.com/cidem/cat/comunitats/xinnovació/tecnologies/index.jsp>) s'han detectat quatre centres que poden aportar expertesa i tecnologia útils al sector objecte d'aquest informe. Dos d'aquests centres (el Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte i el Grup de Recerca Aplicada en Hidrometeorologia) estan formats en part o totalment per grups de recerca reconeguts. Les denominacions dels grups i les activitats que fan relacionades amb l'objecte d'aquest estudi (segons s'indica a les respectives webs) es detallen a continuació.

#### ***Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte***

- Millora de processos d'eliminació de matèria orgànica i nutrients presents en les aigües residuals.
  - Desenvolupament de nous processos per al tractament d'aigües residuals industrials i urbanes. Estudis de viabilitat i en planta pilot.
-



- Determinació de paràmetres de disseny de plantes depuradores.
- Valorització energètica de residus orgànics sòlids amb alta càrrega orgànica (residus sòlids urbans, llots de depuradora, residus de la indústria agroalimentària, etc.).
- Augment de la biodegradabilitat d'efluents industrials i de residus sòlids (p. ex., llots i residus sòlids urbans).

### ***Centre d'Enginyeria de Microsistemes per a Instrumentació i Control***

- Desenvolupament d'aplicacions de sistemes basats en microtecnologies per a les àrees del medi ambient i sector energètic.

### ***Serveis Científicotècnics***

- Anàlisis químiques amb les tecnologies més avançades.

### ***Grup de Recerca Aplicada en Hidrometeorologia***

- Desenvolupament d'algoritmes i models dels processos que controlen el cicle de l'aigua superficial.
- Desenvolupament de models de previsió meteorològica i hidrològica capaços de convertir previsions de pluja en previsions de cabal.
- Desenvolupament de tècniques de mesura i quantificació de pluja, cabal i altres variables hidrometeorològiques.
- Desenvolupament d'aplicacions hidrològiques del radar meteorològic.

## **5.5. Potencial aportació d'expertesa dels grups de recerca i dels centres de suport a la investigació de les necessitats de millora tecnològica**

A continuació s'indica a quin de les àrees d'activitat contribueixen els grups de recerca.



### 5.5.1. Activitats derivades de la necessitat de recursos

- Centre d'Enginyeria de Microsistemes per a Instrumentació i Control.
- Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte.
- «Dinàmica fluvial i enginyeria hidrològica».
- «Hidrologia subterrània».
- «Modelització i tecnologia ambiental».
- Centre d'Enginyeria de Processos i Medi Ambient.
- Departament de Geologia Ambiental de l'Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (ICTJA).
- Departament de Química Ambiental de l'Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona (IIQAB).
- «Ecologia aquàtica continental».
- «Freshwater Ecology and Management».
- «Geologia econòmica i ambiental i hidrologia».
- «Microbiologia d'aigües relacionada amb salut».
- «Recerca aplicada en hidrometeorologia».
- «Sensors i biosensors».

### 5.5.2. Activitats derivades de la necessitat de disminuir el consum

- Centre d'Enginyeria de Microsistemes per a Instrumentació i Control.
- Centre d'Enginyeria de Processos i Medi Ambient.
- Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte.
- «Enginyeria agroambiental».
- «Estudi de processos oceànics i climàtics».
- «Hidrologia subterrània».
- «Microbiologia d'aigües relacionada amb salut».
- «Modelització i tecnologia ambiental».
- «Recerca aplicada en hidrometeorologia».
- «Sensors i biosensors».



### 5.5.3. Activitats derivades de la necessitat de disminuir la contaminació a través de l'aigua

- «Biodegradació de contaminants industrials i valorització de residus».
- «Biotecnologia ambiental».
- Centre d'Enginyeria de Microsistemes per a Instrumentació i Control.
- Centre d'Enginyeria de Processos i Medi Ambient.
- Centre d'Enginyeria Química Ambiental i del Producte.
- Departament de Geologia Ambiental de l'Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (ICTJA).
- Departament de Química Ambiental de l'Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona (IIQAB).
- «Dinàmica fluvial i enginyeria hidrològica».
- «Enginyeria de processos d'oxidació avançada».
- «Fotocatàlisi i química verda».
- «Geologia econòmica i ambiental i hidrologia».
- «Hidrologia subterrània».
- Laboratori d'Enginyeria Marítima.
- «Microbiologia ambiental».
- «Modelització i tecnologia ambiental».
- «Recerca aplicada en hidrometeorologia».
- «Sensors i biosensors».
- «Sistemes complexos. Simulació discreta de materials i de sistemes biològics».
- «Tractament biològic d'efluents líquids i gasosos. Eliminació de nutrients, olors i compostos orgànics volàtils».

### 5.5.4. Activitats derivades de la necessitat de fer un millor seguiment de qualitat

- Departament de Química Ambiental de l'Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona (IIQAB).
- «Ecologia aquàtica continental».
- «Especiació d'elements traça i radionúclids en el medi».
- «Freshwater Ecology and Management».



- «Geologia econòmica i ambiental i hidrologia».
- «Microbiologia ambiental».
- «Microbiologia d'aigües relacionada amb salut».
- «Química analítica. Anàlisi de contaminants».
- «Sensors i biosensors».
- Serveis Científicotècnics.
- «Sistemes d'interès biomèdic i ambiental. Tècniques experimentals i quimiomètriques».
- «Virus entèrics».

### 5.5.5. Contribució a la consecució dels Millenium Development Goals

- «Aigua, territori i sostenibilitat».
- «Enginyeria agroambiental».
- «Sostenibilitat i prevenció ambiental».

## 5.6. Valoració resumida de la recerca i el desenvolupament en institucions

A l'AMB hi ha un bon nombre de grups de recerca reconeguts per la Generalitat de Catalunya centrats en l'estudi de diversos aspectes del cicle integral de l'aigua. També hi ha uns quants centres de suport a la innovació tecnològica que ofereixen suport tecnològic en diversos aspectes relacionats amb el cicle integral de l'aigua.

Si es tenen en compte els indicadors de qualitat (publicacions científiques, obtenció de projectes en convocatòries competitives i altres aspectes curriculars dels membres dels grups), els grups de recerca ubicats dins l'AMB centrats en l'estudi del cicle integral de l'aigua són altament meritoris.

Molts d'aquests grups fan una part prou significativa de la seva activitat en col·laboració amb les empreses i les administracions competents.





Les àrees d'expertesa de la majoria dels grups solen coincidir amb les àrees d'expertesa de les empreses ubicades a l'AMB, si bé en general fan recerca en aspectes més bàsics, que en el futur aportaran al sector amb tota seguretat experteses i tecnologies. Igual com les empreses, fan molt poca activitat en el desenvolupament de «hardware» (utillatge, instruments, maquinària, productes químics i reactius per diagnòstic) i, en canvi, són molt actius en activitats relacionades amb el «software» (processos tècnics i també sistemes d'adquisició i anàlisi de dades, models de simulació, sistemes de predicció, sistemes de gestió de l'aigua, sistemes de suport de decisions i sistemes de vigilància, supervisió i control, etc.). Moltes d'aquestes àrees d'expertesa coincideixen amb les necessitats de millora tecnològica detectades per la Water Supply and Sanitation Technology Platform de la Unió Europea.

De les publicacions i projectes de recerca es desprèn que en general els grups de recerca col·laboren més amb grups i empreses estrangers que no pas amb altres grups de recerca de l'AMB. Sens dubte, una millor coordinació de les activitats dels grups tindria efectes sinèrgics importants. En aquest sentit, ara neixen diverses iniciatives per agrupar els grups que fan recerca en el sector: l'Institut Català de l'Aigua (ICRA) a la Universitat de Girona, impulsat per la Generalitat de Catalunya; l'Institut de l'Aigua de la Universitat de Barcelona; o un centre tecnològic (Cetaqua) entre Agbar, el CSIC i la UPC. També en altres indrets de l'Estat sorgeixen iniciatives semblants, com ara l'Instituto de Estudios Avanzados del Agua (Universitat d'Alcalá de Henares, Comunitat de Madrid i Canal de Isabel II). Però, en qualsevol cas, aquí a Catalunya s'observa una gran descoordinació i dispersió d'esforços.

En conjunt, es pot concloure que els diversos grups de recerca i centres tecnològics poden oferir suport basat en el coneixement en moltes de les necessitats de millora tecnològica detectades per la Water Supply and Sanitation Technology Platform de la Unió Europea i que, per tant, poden contribuir a enfortir la indústria de l'aigua i el seu potencial de innovació a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.



## 6. Potencial de R+D+i a l'AMB i oportunitats empresarials

### 6.1. Coincidències entre les experteses i tecnologies necessàries i les existents en les empreses i els grups de recerca

Com s'ha anat dient repetidament en aquest informe, tant les empreses com el món de la recerca del sector «aigua» ubicats a l'AMB són competitius en el desenvolupament de «software», mentre que no ho són en el desenvolupament de «hardware» tecnològic relacionat amb el proveïment d'aigua i el sanejament.

Com es detallarà a continuació, hi ha força àrees de coincidència entre les tecnologies, que si bé ja estan disponibles en algunes empreses del sector, segons la WSSTP i els experts cal seguir millorant o desenvolupant de nou (secció 3 de l'informe); i el mateix entre les activitats de les empreses ubicades a l'AMB (secció 4) i entre les activitats d'alguns dels grups de recerca ubicats a l'AMB (secció 5). No hi ha dubte que un estímul a la cooperació i una coordinació més bona entre tots els agents implicats generaria sinergies molt importants i convertiria l'AMB en una de les àrees del món amb més concentració d'expertesa sobre el cicle integral de l'aigua.

De manera resumida, les àrees dins l'AMB en les quals es poden aconseguir sinergies per millorar activitats ja disponibles o per desenvolupar-ne de noves són les que s'indiquen a continuació (ordenades com a les seccions 3, 4 i 5):

#### 6.1.1. Activitats derivades de la necessitat de recursos

- Desenvolupament i expertesa en hidrologia superficial i subterrània.
  - Desenvolupament de sistemes per a la gestió integral dels recursos, a fi de preservar-los, i per a l'ús sostenible dels recursos tradicionals.
-



- Expertesa en recuperació i recàrrega d'aqüífers.
- Desenvolupament de models predictius de comportament dels rius i aqüífers.
- Aplicació dels sistemes utilitzats en la gestió integral dels recursos a la prevenció de riudes.

Quant a nous recursos, la situació és diversa. Hi ha molta expertesa en tots els temes relacionats amb la regeneració i la reutilització d'aigües residuals, tant municipals com industrials, llevat del desenvolupament d'equipaments i utilitats. Hi ha també molta expertesa a potabilitzar recursos tradicionals de molt baixa qualitat. De moment, en canvi, hi ha poca expertesa en dessalinització, tant en les empreses com en els grups de recerca, però cal preveure que almenys en algunes empreses s'adquirirà expertesa en els aspectes de «software» en un futur proper. Finalment, respecte a la utilització d'aigua de pluja, hi ha expertesa en la recol·lecció en grans infraestructures urbanes, que alhora evita o minimitza els efectes d'inundacions per episodis violents de pluja, i en l'aprofitament posterior per a usos urbans.

### 6.1.2. Activitats derivades de la necessitat de disminuir el consum

- Desenvolupament i implantació de sistemes predictius sobre el comportament de les grans xarxes de distribució, i de sistemes automatitzats de telecontrol de les xarxes de distribució en alta i en baixa.
- Elaboració de plans de manteniment i reparació de xarxes de distribució, emprant les tecnologies més modernes de predicció, detecció de problemes i reparació.
- Disseny, construcció d'instal·lacions d'irrigació sostenibles per a l'agricultura, parcs i jardins i altres espais de lleure, i desenvolupament i implantació de sistemes d'explotació (automatització i telecontrol).
- Organització de campanyes de conscienciació de la població per fer baixar el consum.



### 6.1.3. Activitats derivades de la necessitat de disminuir la contaminació dispersada a través de l'aigua

- Disseny a la carta (en funció dels contaminants que cal eliminar), instal·lació i explotació de tractaments descentralitzats d'aigües residuals a les indústries i instal·lacions ramaderes, i de lixiviats d'abocadors.
- Construcció, manteniment i explotació de xarxes de bombeig i sanejament, i emissaris submarins.
- Gestió avançada de drenatge urbà aplicant-hi els mètodes i tecnologies d'avantguarda per prevenir o minimitzar els efectes de les inundacions degudes a episodis violents de pluja, per minimitzar els efectes dels abocaments del clavegueram en la qualitat del medi receptor (DSU) i per conservar més bé les xarxes.
- Disseny, instal·lació, optimització del funcionament, automatització i explotació de totes les modalitats de tractament (tradicionals i d'última generació, *high tech* i *low tech*) d'aigües residuals municipals.
- Disseny, instal·lació, optimització del funcionament, automatització i explotació de plantes de tractament de subproductes de processos de depuració o potabilització (fangs de depuradora principalment) per minimitzar-los o si és possible valoritzar-los.

### 6.1.4. Activitats derivades de la necessitat de fer un millor seguiment de la qualitat

- Disseny i acoblament d'equips analitzadors multiparamètrics, d'estacions automàtiques de control i vigilància contínua de la qualitat de les aigües.
- Determinació de paràmetres químics, biològics, microbiològics i toxicològics referents a la qualitat de l'aigua segons els mètodes normalitzats. Participació en la posada a punt de mètodes i determinació de contaminants químics i microbiològics emergents.
- Determinació de paràmetres que permetin avaluar el funcionament de plantes de tractament.
- Organització i participació en xarxes d'assegurança de qualitat de laboratoris d'anàlisi d'aigua. Participació en estudis de validació i estandardització de mètodes.



- Anàlisi de riscos per a la salut humana i els ecosistemes. Determinació dels perills i dels punts crítics en estacions de tractament d'aigües, per tal d'elaborar estratègies de seguiment del funcionament de les ETAP i EDAR, basades en la determinació dels perills i en el control dels punts crítics.

### 6.1.5. Contribució a la consecució dels Millenium Development Goals

- Desenvolupament dels sistemes *low tech* de tractament d'aigües residuals (filtració-percolació, llacunes d'oxidació, aiguamolls artificials, filtres verds, etc.). Expertesa en reutilització.
- Transferència d'experteses diverses als països en fase de desenvolupament.
- Participació en la posada a punt d'anàlisis d'aigua de baix cost per als països en fase de desenvolupament.

La informació recollida ens indica que a l'AMB hi ha un enorme potencial d'expertesa i desenvolupament de «software» en la gran majoria de les tecnologies amb què caldrà comptar en el futur si no volem que l'escassetat d'aigua sigui un factor limitador del creixement econòmic.

## 6.2. Oportunitats empresarials

Els coneixements i desenvolupaments tecnològics esmentats en l'apartat anterior han generat i continuaran generant una expertesa que ofereix interessants oportunitats a les empreses del sector. De ben segur que una col·laboració més gran entre l'Administració pública, les empreses i el sector implicat en recerca (les universitats, els OPI...) encara enfortiria més el sector i obriria més oportunitats de negoci a les empreses. Cal destacar que aquest apropament Administració - universitat - empresa ja es duu a terme, tot i que de moment no segueix un pla estructurat sinó que es materialitza en iniciatives aïllades, com les que s'han anat citant al llarg d'aquest treball.

Alhora, les especials condicions climàtiques i de concentració de població a l'AMB, i també les possibilitats de finançament del sector en aquesta àrea, almenys ara



## 6. Potencial de R+D+i a l'AMB i oportunitats empresarials

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

per ara, de ben segur que crearan experteses exportables a altres àrees on la solució dels problemes no ha estat tan urgent com a l'AMB o on no han disposat del finançament necessari per resoldre de manera innovadora els problemes. En aquest sentit, cal assenyalar que el «Pla aigua» estableix 15 actuacions de molt diversa índole per executar a l'àrea de Barcelona: dessalinitzadora del Llobregat, tractaments avançats de potabilització, basses de recàrrega i regulació, recuperació d'espais fluvials, descontaminació d'aqüífers, millora de l'estanqueïtat de les xarxes... Totes formen part d'una nova tendència en les intervencions hidràuliques, basada en solucions locals amb un alt component tecnològic, fórmula que genera un volum important i creixent de negoci arreu del món, especialment en els països desenvolupats. La capitalització per part d'empreses de l'AMB del *know-how* generat en la implantació i gestió d'aquestes solucions pot permetre a aquestes empreses un bon posicionament d'inici en un mercat prometedor.

Ja ara, el sector de l'aigua exporta fora de l'AMB una gran quantitat d'expertesa i desenvolupament. Però no hi ha dubte que aprofitant i coordinant l'expertesa que s'adquirirà amb les actuacions que es fan, o les que es faran quasi de manera immediata per solucionar els greus problemes existents, i la ja existent tant a les empreses com al món de la recerca, les empreses de l'AMB del sector de l'aigua podrien esdevenir altament competitives i, per què no, líders en un seguit d'activitats fonamentades en el coneixement, que s'intentaran explicitar a continuació. En el seu conjunt, aquestes activitats es poden definir com a «serveis fonamentats en el coneixement avançat», un àmbit que segons tots els experts en economia és el sector d'activitat en què han de basar l'economia pròpia les ciutats com Barcelona.

Les oportunitats empresarials que s'endevinen de tot el que s'ha considerat fins ara es poden resumir en les que s'exposen a continuació.

- **Sistemes de gestió integral de conques fluvials.** La Directiva marc de l'aigua estableix la demarcació hidrogràfica (agrupació de conques hidrogràfiques) com a unitat de gestió, i també determina la necessitat de gestió del cicle integral de l'aigua. Aquests són dos principis de bona pràctica ja reconeguts a nivell internacional, per la qual cosa cal esperar que es vagin implementant al llarg dels anys vinents.



L'aplicació de la Directiva marc a les conques internes de Catalunya constitueix una oportunitat per adquirir expertesa en aquest terreny. Si bé és cert que la gestió integral de les conques correspon a l'Agència Catalana de l'Aigua, també ho és que l'esforç ingent que requerirà de ben segur que comportarà oportunitats per a les empreses, en els camps de l'assessoria, la consultoria i la gestió. Aquestes col·laboracions poden dotar les empreses d'un actiu clau, com és l'expertesa en un camp en què a dia d'avui no hi ha un sector empresarial consolidat.

**- Sistemes d'alerta i prevenció d'inundacions i sistemes dinàmics de gestió de les infraestructures de drenatge.** Segons el Consorci de Compensació d'Assegurances, entre els anys 1987 i 2000 les inundacions van comportar el 88% dels expedients i el 76% dels danys enregistrats a Espanya. Amb aquestes dades a la vista, és evident que els problemes relacionats amb les inundacions són de primera magnitud i que la intervenció que s'hi faci és i continuarà sent prioritària. A més, hi ha una sèrie d'elements que fan pensar que aquests problemes, lluny de desaparèixer, augmentaran en el futur: el desenvolupament urbanístic (sovint amb ocupació d'espais fluvials inundables), la concentració de població en nuclis urbans (que augmenta els danys potencials que pot causar un episodi) i el canvi climàtic (que segons tots els indicis comporta una accentuació dels fenòmens meteorològics extrems).

En aquest camp, doncs, empreses de dins l'AMB, en col·laboració amb les universitats i els ajuntaments, han desenvolupat al llarg dels darrers anys sistemes antiinundacions integrals (dipòsits, models, telesupervisió, telecontrol, coordinació amb unitats d'emergència...) que gaudeixen d'un cert reconeixement internacional i que són un clar actiu susceptible de ser exportat a altres àrees, començant per les zones altament inundables del litoral català (p.ex., el Maresme). Per una altra banda, el sistema d'alerta d'inundacions del Parc Fluvial del Besòs és també un sistema de referència situat dins l'AMB.

**- Sistemes de gestió integral de recursos subterranis, incloent-hi diagnòstic de vulnerabilitat d'aqüífers, tecnologies de recàrrega d'aqüífers, tecnologies de remeiament, etc.** Darrerament s'han sentit a Espanya i a Catalunya diverses veus reclamant una gestió més activa dels aqüífers, en tant que són formacions geo-



## 6. Potencial de R+D+i a l'AMB i oportunitats empresarials

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

lògiques naturals que permeten dur a terme la funció de regulació de manera natural, sense el cost ni els impactes associats als embassaments. No obstant això, els aqüífers són estructures sensibles i amb un funcionament complex, i el descuit secular del qual han estat objecte n'ha propiciat la contaminació (especialment per nitrats d'origen agrícola) i la sobreexplotació (amb la conseqüent intrusió salina en el cas dels aqüífers costaners).

En aquest camp, l'AMB compta amb una acumulació de coneixement i experiència de gestió dignes de destacar. Per la banda de les experiències de gestió, podem destacar la Comunitat d'Usuaris d'Aigües del Delta del riu Llobregat (CUADLL), com a exemple de gestió participativa (un concepte contemplat i incentivat a la Directiva marc esmentada), l'explotació conjunta de les aigües superficials i subterrànies que es fa al delta del Llobregat, o la recent recuperació de l'aqüífer del Besòs per al proveïment urbà.

- **Desenvolupament de sistemes de seguiment de xarxes de distribució i clavegueram (automatització, telecontrol i modelització).** Participant de la tendència generalitzada cap a la tecnificació i l'automatització, les xarxes de distribució d'aigua es doten de sistemes de telesupervisió i telecontrol, amb un objectiu triple: l'optimització de l'ús de les infraestructures, la minimització de les pèrdues d'aigua i l'augment de la seguretat en la qualitat de l'aigua.

En aquest camp, el telecontrol de la xarxa de transport d'aigua de Barcelona és ja de tercera generació, i la xarxa de distribució incorpora en l'actualitat un sistema de telecontrol per sectors que es troba en la fase final. Pel què fa a la qualitat, la part baixa del riu Llobregat compta amb una xarxa d'estacions remotes de seguiment de la qualitat del riu (Xacqua) i s'estan implantant mecanismes de simulació i gestió automàtica de la qualitat de l'aigua en els dipòsits i xarxes d'aigües de Barcelona.

Així mateix, en l'àmbit del clavegueram Barcelona és una ciutat puntera en la xarxa de sensors amb els quals supervisa la xarxa i en sistemes per governar telemàticament els elements actius (bombes, comportes...). Tots aquests desenvolupaments són innovadors i evidentment susceptibles de ser aplicats a altres sistemes d'abastament fora de l'àmbit de l'AMB.

---





- **Optimització de les inversions i maximització del rendiment de les ja fetes mitjançant l'elaboració de plans de manteniment i la reparació de xarxes de distribució.** En aquest camp, la reparació de xarxes en centres històrics sembla una molt bona oportunitat. Es parla molt de les fuites en les xarxes de distribució, però poc de les causes de fons. En els principals centres urbans del món, les xarxes de distribució són més que centenàries, però el valor del patrimoni hidràulic enterrat és tan gran que gairebé mai no s'arriba als volums d'inversió necessaris, de manera que les infraestructures es van degradant. Una oportunitat en aquest camp consisteix a desenvolupar tècniques de renovació/rehabilitació no destructives, de baix cost, o desenvolupar models que permetin prioritzar i optimitzar les inversions.

- **Disseny, instal·lació i explotació de tractaments d'aigües residuals descentralitzats a les indústries.** S'observa una creixent tendència de les empreses a externalitzar aquesta activitat, i això podria ser una oportunitat molt bona per a les empreses del sector. Cal pensar també en explotacions ramaderes per al tractament de purins i en abocadors per al tractament de lixiviats.

Aquest és un sector que es veurà potenciat al llarg dels anys vinents per l'aplicació de la Directiva marc de l'aigua, que implicarà un salt endavant en la qualitat ambiental dels rius i, per tant, un augment significatiu d'aquest tipus de tractaments. Aquest negoci anirà en paral·lel al dels **sistemes de control d'abocaments**, que han de permetre augmentar el compliment de les normes ambientals.

- **Disseny, instal·lació i explotació de tractaments descentralitzats d'aigües residuals (mixtos amb un sistema de recollida d'aigües de pluja), per reutilitzar-les conjuntament en habitatges unifamiliars o petits grups d'habitatges unifamiliars o fins i tot en edificis de serveis (per exemple, hotels) fora dels nuclis urbans.** Urbanitzacions nascudes sense empara, moltes vegades sense clavegueram ni sistema de tractament d'aigües residuals i amb un subministrament precari, podrien fer aquesta opció atractiva. Seria, per tant, una gran oportunitat d'arreglar aquest problema. A l'AMB no hi ha empreses que ofereixin aquests serveis, però a Catalunya n'hi ha un parell.



- **Disseny, construcció i explotació de plantes dessaladores.** Els desenvolupaments previsibles a curt termini a la costa mediterrània espanyola fan preveure que hi haurà moltes oportunitats de negoci i d'adquisició d'expertesa, la qual farà que algunes de les nostres empreses esdevinguin molt competitives en aquest camp. Un exemple recent és la dessaladora de Barcelona, que acaba d'adjudicar-se a Agbar i serà un referent de gestió i d'acumulació d'experiència.

- **Disseny, construcció i explotació de plantes depuradores** (tractaments secundaris i tractaments terciaris per regeneració). Si Espanya es converteix en líder al món en quantitat de reutilització (una de les tendències que sembla marcar el «Pla aigua»), hi haurà moltes oportunitats de negoci i d'adquisició d'expertesa, la qual farà que algunes de les nostres empreses esdevinguin molt competitives en aquest camp.

Hi ha, d'aquest àmbit, empreses ubicades a l'AMB que compten amb algunes experiències remarcables (reg de camps de golf amb aigües regenerades, utilització d'aigües no potables per a usos no d'abastament...). I també en aquest camp l'AMB compta amb instal·lacions destacades, com són l'EDAR del Besòs i el Depurbaix, on s'han fet moltes innovacions tant en el tractament de la línia d'aigües i fangs com en la reutilització de l'aigua (evitar la intrusió salina...).

- **Disseny, instal·lació, optimització del funcionament, automatització i explotació de plantes de tractament de subproductes de processos de depuració o potabilització (fangs de depuradora, principalment) per minimitzar-los o si és possible valoritzar-los.** Des del paradigma de la sostenibilitat, cada cop es tendeix més a conceptualitzar els sistemes productius no com a cadenes lineals *input* - transformació - *output*, sinó com a cicles tancats en què cada *output* del procés és alhora l'*input* d'una altra cadena de valor.

Aquesta concepció és especialment important en el cas de les plantes depuradores, en les quals encara no s'ha trobat una sortida comercialment viable per al subproducte «fangs», ja que l'aplicació com a adob o compostatge no compta amb prou demanda. En un altre nivell (la producció és molt menor), els fangs produïts en plantes potabilitzadores pateixen el mateix problema.

---



- **Organització de xarxes d'assegurança de qualitat per a laboratoris d'anàlisi i producció de materials de referència.** També podria ser objecte de negoci. Igual com el seguiment dels contaminants emergents, que suposen una oportunitat en R+D+i en el món de la qualitat de l'aigua i dels laboratoris.

- **Organització de cursos de formació continuada en diversos aspectes del cicle integral de l'aigua.** També podrien ser interessants, no sols per si mateixos sinó perquè podrien servir per apropar els experts a les empreses d'aquí.

Ben segur que se'ns han escapat algunes oportunitats empresarials, que altres potser són redundants o que, encara que ho semblin, n'hi ha que no són oportunitats reals, però aquesta llista sembla prou propera a la realitat, segons l'opinió d'experts.

En qualsevol cas, cal insistir en la necessitat de reforçar la col·laboració Administració - Universitat - Empresa per aconseguir una realització plena de les potencialitats que s'han assenyalat aquí. L'Administració, no tan sols per la seva capacitat d'incentivar els desenvolupaments necessaris, sinó també perquè en un sector tan fortament regulat com el de l'aigua les seves decisions afecten de manera directa les oportunitats de què disposen les empreses. Les universitats, en tant que peça fonamental en tots els desenvolupaments amb component científic i tecnològic. I finalment les empreses, que són els vehicles més adequats per transformar aquests desenvolupaments tecnològics i de gestió en productes i serveis exportables fora de l'AMB.

### 6.3. Alguns suggeriments per potenciar i millorar l'oferta de l'AMB

Actualment, a l'Àrea Metropolitana de Barcelona es desenvolupen tot un seguit d'iniciatives interessants adreçades a potenciar l'economia del coneixement mitjançant un esforç inversor més gran en innovació, d'acord amb els objectius de la Plataforma Barcelona Coneixement Innovació i Creixement.

Els resultats obtinguts fins al moment encara no reflecteixen tots els esforços fets fins ara, com a conseqüència d'una sèrie de mancances o debilitats prèvia-



## 6. Potencial de R+D+i a l'AMB i oportunitats empresarials

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

ment identificades en estudis anteriors: baixa inversió en R+D+i, falta de coordinació entre els sectors públic i privat, poca capacitat per atraure i mantenir personal altament qualificat, baixa transformació de resultats de recerca en resultats de mercat, etc. Els actors presents a l'AMB tenen l'oportunitat de superar aquests obstacles mitjançant una sèrie de noves actuacions, o bé potenciant les actualment existents.

En termes generals, la principal solució passa per comptar amb tots els elements existents que puguin contribuir al creixement de l'AMB, enfortint els lligams existents i establint-ne de nous. Aquests nous lligams ajudaran a crear noves estructures empresarials i de recerca que podran fer front a més inversions, de manera que s'adquirirà una posició més competitiva en l'àmbit internacional.

Els elements que cal potenciar són les empreses de subministrament de serveis i les enginyeries, les universitats o centres de recerca –que tenen un nombre important de departaments especialitzats en la recerca en el camp de l'aigua– i l'Administració pública, tal com s'ha descrit abans amb prou detall.

Cal tenir en compte que en el camp de l'aigua, la competència es produeix a escala mundial. L'estratègia de les empreses i institucions de recerca locals, a més de potenciar els lligams entre si, hauria de consistir a establir relacions amb les millors institucions del món i formar xarxes de col·laboració.

Com a part integrant d'aquesta estratègia, és important potenciar la participació de les empreses i institucions de l'AMB en la Plataforma Europea de l'Aigua (Water Supply and Sanitation Technology Platform) i que s'integrin en consorcis participants de projectes europeus, si és possible en el rol de líders. Aquestes accions contribuiran a atraure inversions exteriors per desenvolupar activitats de R+D+i.

En aquest sentit, la transferència de coneixement és un aspecte bàsic que cal potenciar. El transvasament millorarà si es promocionen les accions comentades abans, per reforçar els lligams publicoprivats.

---



Malgrat que es potenciï aquesta transferència dels coneixements generats des de les universitats i centres de recerca, és important no oblidar que les mateixes empreses han d'actuar també com a generadores de coneixement, i no sols com a usuàries finals. Una inversió forta en la subcontractació de R+D no ha d'anar en detriment d'un reforç de la inversió interna en recerca, desenvolupament i innovació propis.

Una bona eina per potenciar aquestes relacions i augmentar la inversió privada en R+D+i és la creació d'organitzacions mixtes (per exemple, centres tecnològics) entre el sector empresarial i les universitats i centres de recerca.

En qualsevol cas, caldria impulsar també algun centre independent de serveis –més que de R+D+i–, en el qual participessin totes les empreses del sector que ho desitgessin, i que podria servir per als objectius següents: poder disposar de facilitats per fer proves pilot de les tecnologies tradicionals i emergents; facilitar la recollida d'informació d'experiències no fetes públiques pels procediments tradicionals (presentacions en congressos, publicacions científiques, etc.); recollir de manera entenedora la legislació local i la d'altres àrees on les empreses vulguin exportar els seus serveis; fer validacions independents de processos de tractament d'aigües i verificacions, al marge del funcionament de les instal·lacions; fer disponibles protocols entenedors, utilitzables pels no experts, per fer anàlisis de risc preliminars, etc.

Totes aquestes iniciatives s'haurien de complementar amb la creació d'un clúster que englobés les principals entitats involucrades, amb el qual es podrien emprendre els objectius següents:

- Exportar el potencial detectat en les empreses subministradores de serveis d'aigua, que són expertes en la gestió d'aquests serveis. Aquest coneixement ja ha estat exportat algunes vegades a països en vies de desenvolupament.
- Fer accions de *lobbying* per intentar incidir en les polítiques que es desenvolupen, tant en l'àmbit nacional com internacional (p.ex., plans de R+D+i, incentius empresarials...).
- Establir lligams amb altres clústers que es puguin constituir sobre el sector de l'aigua en altres regions d'Europa.



## **6. Potencial de R+D+i a l'AMB i oportunitats empresarials**

---

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

- Intentar potenciar l'atracció de talent dels millors emprenedors i investigadors d'arreu del món, començant per atreure els que han marxat a treballar a fora.

Alhora, caldria impulsar un centre tecnològic independent, que inclogués totes les àrees disciplinàries i que pogués aportar solucions a tot el sector.



## 7. Agraïments

Vull agrair el temps que molts experts tant del sector empresarial com del món de la recerca m'han dedicat amb paciència. No els esmentaré de manera individual perquè no voldria deixar-me'n cap, dels que he consultat, i no voldria que se sentissin menyspreats els qui pels seus coneixements i experiència hauria d'haver consultat i per falta de temps o per ignorància no ho he fet. Només voldria mencionar el Dr. Francisco Lucena, a qui pel fet d'estar al despatx contigu he atabalat molt sovint, i els doctors Damià Barceló, del CSIC, i Xavier Lafuente, de la UAB, perquè s'han dedicat a cercar dades. També vull expressar el meu agraïment a la Fundació Agbar i al seu personal, no sols per finançar aquest estudi sinó també per l'ajut que m'han donat des del punt de vista tècnic.



## 8. Bibliografia

*Agua 2006. Directorio del Agua. Publicación Complementaria de Tecnología del Agua.* 2006. Barcelona: Red Business Information.

BERNDTSOSON J.C. i HYVOVEN, I. 2002. «Are there sustainable alternatives to water-based sanitation systems? Practical illustrations and policy issues». *Water Policy* 4: 515-530.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (Defra), Regne Unit. 2002. *Directing the Flow: Priorities for Future Water Policy*, Londres: Defra.

EUROPEAN UNION. 2005. «Analysis and removal of contaminants from wastewaters for the implementation of the Water Framework Directive (WFD)» I EMCOWorkshop. Croàcia.

FUNDACIÓ FÒRUM AMBIENTAL. 2004. *Director i estudi del sector econòmic del medi ambient a Catalunya 2004*. Barcelona ([www.forumambiental.org](http://www.forumambiental.org)).

*Guía del Agua.* 2006. Guía del Agua 2000. *Revista Tecno Ambiente*, vol 158. Madrid: TIASA.

IWA-IAHR-ICID. 2003. «Solutions Through Innovation», document de treball elaborat per al III World Water Forum, Kyoto 2003, per la International Water Association (IWA), la International Association for Hydraulic Engineering and Research (IAHR) i la International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), disponible a les secretaries de la IWA i la IAHR.



## 8. Bibliografia

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB



IWA. 2003. *IWA Yearbooks 2003*. Londres: IWA Publishing.

IWA.2004. *IWA Yearbooks 2004*. Londres: IWA Publishing.

IWA.2005. *IWA Yearbooks 2005*. Londres: IWA Publishing.

JUANICÓ, M. i SALGOT, M. 2005. *Water Reuse in the Northern Mediterranean*. Actes de les Jornades Tècniques: «La integració de l'aigua regenerada en la gestió dels recursos». Pàg. 1-19. Girona: Consorci de la Costa Brava.

PACIFIC INSTITUTE. 2006. *Desalination, With a Grain of Salt. California needs to move cautiously on desalination* (a <http://www.pacinst.org/reports/desalination/>)

ROBINSON, C. 2000. *Competition in the water Industry*. Londres: Institute of Economic Affairs (a <http://www.iea.org.uk/>).

ROUSE, M. 1999. «The Value of Collaborative Research for Drinking Water Quality. Paper by Chief Inspector: Drinking Water Inspectorate to UKWIR/AWWARF8» (a <http://www.detr.gov.uk/dwi/papers/>).

SANDIA NATIONAL LABORATORIES i US DEPARTMENT OF INTERIOR. 2004. *Desalination and Water Purification Technology Roadmap. A Report of the Executive Committee Desalination and Water Purification Research and Development Program*. Informe núm. 95.

THOMAS, D.A. i FORD, R.R. 2005. *The Crisis of Innovation in Water and Wastewater*. Edward Elgar, Cheltenham, Regne Unit.

UNITED NATIONS. 2004. Informe provisional del Grup de Treball 7 del UN Millenium Project sobre «Aigua i sanejament», encarregat pel secretari general i fet amb el suport del Grup de Desenvolupament de l'ONU (a <http://www.unmillenniumproject.org/document/tf7interim.pdf>).

UNITED NATIONS. 2003. *The UN World Water Development Report. Water for People, Water for Life*. UNESCO 2003 (a <http://www.unesco.org/water/>).



## 8. Bibliografia

Oportunitats relacionades amb el cicle integral de l'aigua per a les empreses de l'AMB

---

UNITED NATIONS. 2004. Informe provisional del Grup de Treball 10 del UN Millenium Project sobre «Ciència, tecnologia i innovació», febrer 1, 2004 (a <http://www.unmilleniumproject.org>).

WATER SUPPLY AND SANITATION TECHNOLOGY PLATFORM. 2005. Grup Temàtic de Treball 1. «Water Management. Vision Document». 2005 (a <http://www.wsstp.org>).

WATER SUPPLY AND SANITATION TECHNOLOGY PLATFORM. 2005. Grup Temàtic de Treball 2. «Water for people. Water Supply and sanitation in urban, peri-urban and rural areas. Vision Document». 2005 (a <http://www.wsstp.org>).

WATER SUPPLY AND SANITATION TECHNOLOGY PLATFORM. 2005. Grup Temàtic de Treball 3. «Water in Industry. Vision Document». 2005 (a <http://www.wsstp.org>).

WATER SUPPLY AND SANITATION TECHNOLOGY PLATFORM. 2005. «Water safe, strong and sustainable. European Vision for water supply and sanitation in 2030». Versió octubre 2005 (a <http://www.wsstp.org>).

WATER UK. 2003. «Scope for Efficiency Improvements in the Water and Sewerage Industry» (a <http://www.water.org.uk>).

WORLD WATER COUNCIL (WWC). 2000. «World Water Vision, Commission Report. A water Secure World: Vision for Water, Life, and the Environment» (a <http://www.worldwatervision.org/reports.htm>).



## Pla Estratègic Metropolità de Barcelona

### Institucions membres de la Comissió Delegada del Consell General

Departament d'Economia i Finances de la Generalitat de Catalunya

Ajuntament de Badalona  
Ajuntament de Barcelona  
Ajuntament de Cornellà de Llobregat  
Ajuntament del Prat de Llobregat  
Ajuntament de l'Hospitalet de Llobregat  
Ajuntament de Montcada i Reixac  
Ajuntament de Santa Coloma de Gramenet  
Ajuntament de Pal·lejà  
Ajuntament del Papiol

Consell Comarcal del Baix Llobregat  
Consell Comarcal del Barcelonès  
Entitat Metropolitana del Medi Ambient  
Entitat Metropolitana del Transport

Aena  
Autoritat Portuària de Barcelona  
Cambra Oficial de Comerç Indústria i Navegació de Barcelona  
Cercle d'Economia  
Comissió Obrera Nacional de Catalunya  
Consorci de la Zona Franca de Barcelona  
Diputació de Barcelona  
Fira de Barcelona  
Foment del Treball Nacional  
Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona  
Unió General de Treballadors de Catalunya  
Universitat de Barcelona

### Institució promotora

Ajuntament  de Barcelona

Amb la col·laboració de

**IBERIA**

