



L'experiència del Consorci de la Costa Brava en la reutilització d'aigües depurades

Manel Serra

Lluís Sala

Consorci de la Costa Brava

Plaça Josep Pla 4, 3^{er} 1^a

17001 Girona

E-mail: mserra@ccbgi.org; lsala@ccbgi.org

Introducció

La percepció humana de l'explotació dels recursos naturals ha experimentat un canvi notable al llarg dels darrers 25 anys, aproximadament. Aquest canvi, advertit pels científics i fomentat molt especialment per les entitats i associacions ecologistes, ha permès entendre, entre altres coses, que els recursos del planeta són finits i que, per més quantiosos que siguin, si la demanda supera la capacitat natural de regeneració o de producció, els efectes sobre el medi natural i sobre la pròpia població humana poden ser importants i negatius.

Això és especialment notori en el cas de l'aigua, el recurs suposadament il·limitat i renovable per excel·lència i que en les darreres dècades hem descobert que també és finit. Contràriament al que diu el tòpic, en termes planetaris l'aigua no és un recurs escàs, és un recurs constant, i termes com l'abundància o l'escassetat dels recursos hídrics només tenen sentit quan s'analitza, en una zona concreta, la demanda d'aigua en relació als recursos disponibles. Així, el concepte de recurs escàs apareix com a conseqüència de la necessitat –o de vegades del desig- de voler consumir recursos hídrics per sobre de les possibilitats d'una determinada zona, sigui pel motiu que sigui.

Si fins ara el problema del subministrament de l'aigua era tan sols un problema eminentment tècnic de captació i distribució, des de la distància que fos, en l'actualitat aquesta forma d'entendre el problema és cada vegada menys vàlida, especialment quan s'expressa en forma d'"ofertes" i "demandes" d'aigua (d'aquí arrencaria la major part de la controvèrsia que ha originat el recentment aprovat Pla Hidrològic Nacional). D'entrada, existeix una pressió en contra de la construcció d'embassaments, a causa del seu enorme impacte ambiental i social, però també existeixen raons polítiques, estratègiques i, fins i tot, sentimentals, que dificulten els transvasaments d'aigua d'una conca a una altra. Seguint aquesta lògica, i parlant ja en termes del nostre país -l'exemple tant serveix per a Catalunya com per al conjunt



d'Espanya- sembla evident que en un futur no massa llunyà caldrà aprofitar de forma molt més racional els recursos hidràulics interns de cada conca o de cada zona, impulsant l'estalvi, evitant l'ús únic de l'aigua i fomentant-ne la seva reutilització planificada.

L'aigua regenerada i els seus usos

Aigua regenerada és el nom que rep aquella aigua residual que ha passat per alguna mena de tractament addicional més enllà del tractament secundari convencional i que l'ha convertit en apta per a algun ús beneficiós. Aquest tractament addicional que fem a l'aigua residual ja depurada rep, lògicament, el nom de tractament terciari o de regeneració.

Entre els usos principals de l'aigua regenerada cal destacar:

- Reg: agrícola, jardineria, camps de golf

- Usos urbans no potables: neteja viària, construcció, etc.

- Usos industrials: refrigeració, aigua de procés

- Usos ambientals: creació i/o restauració d'ecosistemes aquàtics

- Recàrrega d'aqüífers:

 - Per al control de la intrusió marina

 - Amb finalitat potable

 - Usos potables indirectes (mescla amb aigües naturals)

 - Usos potables directes (sense mescla amb aigües naturals)

En l'actualitat, la reutilització d'aigües es centra sobretot en aquells usos que permetin estalviar aigua potable per substitució de cabals. Malgrat que existeix la tecnologia suficient per produir aigua potable a partir d'una aigua originàriament residual, i que s'han dut a terme experiències pilot per fer-ho (Denver, San Diego), no existeix cap indret al món, almenys de forma documentada, on es realitzi de forma continuada i en la seva totalitat l'abastament d'aigua potable a partir d'una aigua residual en el seu origen – no pas en la seva qualitat-. L'únic cas de reutilització potable directa es produeix a Windhoek, Namíbia, on, temporalment i ens moments d'escassetat d'aigua es subministra una aigua regenerada que ha passat per un tractament avançat que inclou fins i tot una òsmosi inversa com a estadi final. Cal adonar-se que aquesta mena de tractament és similar al que es produeix en les naus espaials o en els submarins, on l'aigua a disposició dels tripulants és reciclada constantment a través de tractaments amb sistemes de membranes que eliminen qualsevol contaminant que pugui dur l'aigua, fins i tot sals.

En els indrets amb més tradició en temes de reutilització d'aigües (Califòrnia, Florida, Israel, Sudàfrica, Japó) els usos més habituals són els de reg, els

urbans no potables i els industrials, amb una creixent utilització de les aigües regenerades també per als usos ambientals. Tots aquests usos contribueixen a un estalvi considerable d'aigua potable, de manera que no cal pensar en dur a terme una reutilització potable directa si no és en casos veritablement extrems.

El tractament de regeneració

Així com la depuració biològica de les aigües residuals té uns objectius molt concrets en quant a qualitat a assolir (bàsicament cal aconseguir la reducció de la demanda biològica d'oxigen –DBO- per sota de 25 mg/l i de la matèria en suspensió –MES- per sota de 35 mg/l segons la legislació), el procés de regeneració depèn sobretot de l'ús al que anirà destinada l'aigua, de manera que el ventall de tractaments és relativament més ampli. En general, aquests tractaments addicionals van destinats a vetllar per la seguretat des del punt de vista sanitari del procés de reutilització, atesa l'elevada càrrega de microorganismes indicadors d'origen fecal, amb els corresponents patògens associats, que l'aigua depurada encara presenta.

En general, la intensitat del tractament dependrà del grau de contacte potencial entre l'aigua i els usuaris, de manera que en els casos d'usos amb major risc de contacte el tractament serà més intens i major la qualitat final de l'aigua. En la Taula 1 es presenten de forma resumida els tractaments emprats més habitualment per a determinats usos.

Taula 1. Processos de tractament i objectius de qualitat en la regeneració de l'aigua a partir d'un efluent secundari urbà per als diferents usos que s'especifiquen. Nota: *Title-22* és el nom que, en l'argot tècnic, es dona al tractament que consta de coagulació, floculació, decantació, filtració i desinfecció, que pren el nom del Títol 22 del Codi Legislatiu de Califòrnia. També s'admetria un tractament que resultés ser equivalent a aquest en quant a qualitat de l'aigua produïda.

Usos de l'aigua regenerada	Tractament	Objectius principals del tractament
Reg	Desinfecció o <i>Title-22</i> o Microfiltració	Microorganismes patògens
Usos urbans diversos (inclou ornamentals)	Reducció nutrients + <i>Title-22</i> o Microfiltració	Nitrogen, fòsfor, microorganismes patògens
Usos ambientals	Reducció nutrients Desinfecció (natural)	Nitrogen, fòsfor, microorganismes patògens
Recàrrega d'aqüífers amb finalitat potable	Reducció nutrients + <i>Title-22</i> o Microfiltració + Infiltració / percolació en el sòl	Nitrogen, fòsfor, microorganismes patògens, microcontaminants orgànics, metalls
Reutilització potable directa	Reducció nutrients + <i>Title-22</i> o Microfiltració + Òsmosi inversa + Desinfecció	Nitrogen, fòsfor, microorganismes patògens, microcontaminants orgànics, metalls, sals

Disponibilitat de cabals

Malgrat que la reutilització d'aigües pugui representar una ajuda considerable per a la sostenibilitat en la gestió dels recursos hídrics no és, però, la solució definitiva. De fet, en indrets amb climes com el nostre, de la quantitat total d'aigua que es consumeix en una determinada conca hidrogràfica, tan sols una porció relativament reduïda és susceptible de ser utilitzada. Atès que la major part de l'aigua s'utilitza per al reg agrícola (les dades per al conjunt de Catalunya apuntarien a un 60-70 %), cal adonar-se que aquest és un ús consumptiu, és a dir, que "fa desaparèixer" l'aigua, en el sentit que no esdevé

recuperable, almenys d'immediat (una part és transpirada pel conreu, una altra part s'evapora i una altra part s'infiltra en el terreny).

Per tant, si descomptem les aigües que han de romandre en els ecosistemes com a cabals ecològics, veurem que tan sols podem reutilitzar aquelles aigües que, ja sigui en l'àmbit domèstic o industrial, utilitzem com a sistema de transport de residus i que ens resulten relativament fàcils de recollir i tractar. Així doncs, la producció d'aigua regenerada està localitzada en àmbits fonamentalment urbans, mentre que de vegades els punts d'aprofitament més intens (els dedicats al reg) poden trobar-se a una certa distància de la planta de tractament. Aquest fet, juntament amb la poca necessitat d'aigua de reg en algunes èpoques de l'any i amb el menor consum d'aigua dels altres usos, fan que sigui impensable que a curt termini es pugui produir una reutilització total de les aigües regenerades. No obstant, no per això cal deixar de dur a terme una política de foment de la reutilització, ja que a més de reduir abocaments aquesta allibera uns cabals d'aigua potable que donen major garantia als abastaments o que, senzillament, afavoreixen la conservació de l'aigua en els ecosistemes o aquífers, a causa de les menors extraccions.

Beneficis derivats de la reutilització de les aigües

La reutilització de l'aigua regenerada presenta tota una sèrie de beneficis per a la zona en la qual aquesta activitat es porta a terme, especialment si es tracta d'una zona costanera. Entre els principals beneficis cal destacar:

L'augment net dels recursos hídrics disponibles a la zona, mitjançant el desenvolupament d'un nou recurs habitualment ignorat i que pot ser emprat per a l'abastament de totes aquelles activitats que no requereixen que la qualitat de l'aigua sigui del nivell de la potable.

Una elevada fiabilitat i regularitat en el subministrament, fins i tot en èpoques de sequera.

La conservació de l'aigua d'abastament per al consum humà, tant en quantitat com en qualitat.

Estalvi energètic, en evitar la necessitat de realitzar aportacions d'aigua des de zones més allunyades per a poder cobrir la demanda.

L'aprofitament dels nutrients presents en l'aigua regenerada, el que permet un estalvi considerable de fertilitzants quan se la utilitza com a aigua de reg en agricultura o jardineria, amb el consegüent benefici econòmic que aquesta opció implica.

La reducció dels abocaments al medi receptor, que es tradueix en una disminució de la contaminació per eutrofització. En el cas que aquest medi sigui el mar, la reutilització d'aigües residuals regenerades té una incidència directa i positiva sobre la qualitat de les aigües de bany.

Guany en prestigi de la zona en la qual es porta a terme l'ús racional i planificat dels recursos hídrics.

El Consorci de la Costa Brava

El Consorci de la Costa Brava (CCB) és un ens autònom i supramunicipal creat l'any 1971 i format per la Diputació de Girona i pels 27 ajuntaments del litoral gironí que centra la seva activitat en la gestió del cicle de l'aigua dins del seu àmbit d'actuació. Pel que fa a l'abastament en alta, el CCB subministra un total d'uns 17 hm³/any, mentre que en relació a la depuració de les aigües residuals gestiona el funcionament de 18 estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR), que en conjunt tracten uns 30 hm³/any fins a nivell secundari i que encara són majoritàriament llençats al mar. El finançament per al funcionament d'aquestes EDAR és aportat íntegrament per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). El diferencial de 13 hm³/any entre l'abastament i la depuració prové de les fonts locals d'aigua (bàsicament pous) que donen servei als municipis.

Pel fet que les EDAR de la Costa Brava estan dimensionades per a la punta de cabal de l'estiu, durant la major part de l'any aquestes instal·lacions funcionen de forma relativament còmoda, de manera que habitualment s'obté una qualitat força superior als límits d'abocament establerts per la llei. Aquest nivell superior de qualitat és el que ha permès pensar en la reutilització d'aquestes aigües per a usos no potables, sempre després d'un tractament addicional que n'assegura la qualitat a nivell bacteriològic –no tindria cap mena de sentit el tornar a escampar pel medi ambient aquells bacteris patògens que hem aïllat mitjançant la recol·lecció de les aigües residuals-.

La reutilització planificada d'aigües es produeix a la Costa Brava des del setembre de 1989, activitat que es va iniciar amb el subministrament de l'efluent secundari desinfectat de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro per al reg del Golf Mas Nou (actualment Golf d'Aro). Des d'aleshores, els cabals d'aigua que s'han regenerat han anat augmentant progressivament fins els 2.322.000 m³/any l'any 2001.

Actualment en la Costa Brava l'aigua regenerada (aigua depurada amb un tractament addicional de desinfecció o de filtració i desinfecció, excepte en el cas d'Empuriabrava on hi ha una reducció de nutrients en un sistema d'aiguamolls construïts) té els següents usos i els següents consums orientatius:

Reg de camps de golf (entre parèntesi, data de l'inici del subministrament):

Golf d'Aro, Castell-Platja d'Aro (1989): 180.000 m³/any

Golf L'Àngel, Lloret de Mar (1994): 100.000 m³/any

Golf Costa Brava, Santa Cristina d'Aro (1998): 200.000 m³/any

Golf Les Serres, Pals (2000): 200.000 m³/any

Reg agrícola

Entorn de l'EDAR de Lloret de Mar (1994): 2.000 m³/any

Plantació de vinyes a Colera (1997): 10.000 m³/any

Entorn de l'EDAR Platja d'Aro (1998): 150.000 m³/any

Reg de jardineria privada: complex Hapimag, Castell-Platja d'Aro (1994):
10.000 m³/any

Usos ambientals

Parc dels Aiguamolls de l'Empordà (1997): 400.000 m³/any

Parc de Sa Riera de Tossa de Mar (en col·laboració amb els mòduls
de Jardineria i d'Ecologia Urbana de l'Escola Taller d'aquest municipi)
(1998): 40.000 m³/any

Usos urbans no potables en cinc municipis de la Costa Brava Nord (Portbou,
Colera, Port de la Selva, Cadaqués i Roses) (2001): capacitat de tractament
entre 300 i 1.000 m³/dia.

Recàrrega de l'aqüífer de la baixa Tordera (2002): cabal mitjà actual, 3.000
m³/dia.

Tots els usuaris privats d'aigua regenerada, excepte els agricultors de l'entorn
de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro, amb qui s'està negociant, han subscrit un
conveni amb el CCB i els ajuntaments dels municipis on es duu a terme la
reutilització. En aquests convenis es defineixen els cabals a subministrar, la
qualitat de l'aigua regenerada i la contraprestació econòmica per al servei
que es dona a l'usuari, entre altres coses. En el cas dels usos ambientals o
de caire social (usos urbans no potables, recàrrega d'aqüífers), els costos del
tractament avançat de l'aigua són incorporats als de l'explotació i
manteniment de l'EDAR.

En la Taula 2 se observa l'evolució de la quantitat d'aigua regenerada en els
últims anys (1997-2001) en la Costa Brava. És important notar l'increment del
consum d'aigua regenerada per a usos ambientals (regeneració
d'ecosistemes i millora d'abocaments) i per a reg de camps de golf que s'ha
produït en aquest període. En els propers anys i como a conseqüència de la
política actual de l'ACA, és d'esperar que es produeixi un augment
substancial de la quantitat d'aigua a subministrar per a reg agrícola, ja que a
inicis d'aquest any es va acabar la construcció del tractament terciari de
l'EDAR de Blanes –tot i que, per instruccions de l'ACA actualment s'utilitza
per a la recàrrega de l'aqüífer de la baixa Tordera- i s'està finalitzant la
construcció del de l'EDAR de Torroella de Montgrí, mentre que a mig termini
es preveu abordar el de l'EDAR de Roses, els tres pensats per a
complementar els cabals de reg agrícola de les respectives zones.

Recentement també ha finalitzat la construcció d'un tractament terciari en l'EDAR de Tossa de Mar per a usos urbans no potables, mentre que l'ajuntament de Lloret de Mar també ha sol·licitat a l'ACA la redacció d'un projecte de tractament terciari per a aquesta finalitat.

Taula 2. Evolució de la quantitat d'aigua (en m³/any) regenerada en la Costa Brava durant els últims anys.

Ús	1997	1998	1999	2000	2001
Reg golf i jardineria	300.000	330.000	440.000	590.000	722.000
Reg agrícola	40.000	50.000	140.000	200.000	156.000
Millora ambiental	440.000	510.000	1.180.000	1.230.000	1.422.000
Usos urbans no potables Zona Nord	-	-	-	-	22.000
Total	780.000	890.000	1.760.000	2.020.000	2.322.000

És convenient comentar que, en tots els casos d'utilització d'aigua regenerada per part d'usuaris privats, les infraestructures de transport d'aquesta des de les EDAR fins el punt d'aprofitament, així com els costos energètics que se'n deriven, corren a càrrec d'aquells, de manera que no representen cap càrrega econòmica per als fons públics que financien el funcionament de les EDAR. En el cas d'Empuriabrava, on l'aigua regenerada té com a destí el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, el finançament de les infraestructures de transport va provenir dels Fons de Cohesió de la Unió Europea i la despesa energètica del transport de l'aigua és assumit per l'ACA dins del cost d'explotació de l'EDAR (prop d'un 1 % del total).

Dins del primer trimestre del 2001 es van posar en funcionament els cinc tractaments terciaris construïts en les EDAR de la zona nord (Portbou, Colera, Port de la Selva, Llançà, Cadaqués i Roses). En aquestes instal·lacions es produeix una aigua apta per als usos urbanos no potables d'aquests municipis (reg de jardineria i zones esportives -camps de futbol-, neteja de carrers, neteja de contenidors d'escombraries, aigua no potable per a la neteja de les embarcacions en els ports esportius, etc.), projecte que també ha estat finançat al 80 % pels Fons de Cohesió de la Unió Europea. El tractament que s'aplica a l'aigua depurada és el de coagulació/floculació, filtració multicapa i desinfecció amb llum UV, amb possibilitat de realitzar una addició final d'hipoclorit per donar a l'aigua regenerada una concentració de clor residual que li mantingui l'elevada qualitat bacteriològica aconseguida.

Tal com reflecteixen els convenis que el CCB ha signat amb els diversos usuaris, els preus de l'aigua regenerada –utilitzada per a usos que no demanen una qualitat excessivament elevada des del punt de vista físic-químic, com pot ser el reg agrícola o de zones verdes- són competitius respecte als de l'aigua potable que es subministra en la zona. En aquest sentit, aquests preus vénen a representar d'un 10 a un 15 % del preu de l'aigua potable de la zona i no tenen en compte les despeses de transport de l'aigua fins al seu punt d'utilització (amortització de la inversió i consum energètic), que corren a càrrec de l'usuari. El preu que el CCB estableix per a l'aigua regenerada comprèn essencialment el cost de tractament terciari de l'aigua que s'haurà de reutilitzar (explotació i manteniment), així com el seguiment analític específic que es realitza. És evident que el fet de partir d'una matèria primera (l'aigua depurada) que té "cost zero", facilita aquesta rendibilitat econòmica. Aquest "cost zero" s'explica perquè els costos fins al tractament secundari de les aigües residuals ja estan assumits com a costos de depuració, tota vegada que aquesta depuració s'ha de fer igualment, tant si hi ha reutilització com no. Per altra banda, tampoc no es comptabilitzen els beneficis derivats de l'estalvi en fertilitzants que es produeix entre els usuaris de l'aigua regenerada quan s'utilitza per al reg, quantitat gens insignificant.

El reg amb aigua regenerada

Regar amb aigua regenerada, sigui un camp de golf, sigui un jardí, sigui una parcel·la agrícola, suposa realitzar una activitat conceptualment diferent a la de regar amb recursos subterranis o superficials –en el cas de que siguin de qualitat semblant a la de l'aigua potable-. Malgrat que en ambdós casos pugui semblar que es tracta d'aplicar l'aigua necessària en cada moment de l'any, en el primer d'ells haurem de tenir en compte que cada vegada que es rega s'està produint una aportació de fertilitzants gens despreciable. Lògicament, a major concentració de nutrients en l'aigua (nitrogen, fòsfor i potassi), major serà l'aportació que es realitzarà mitjançant el reg, a igualtat de dosis d'aigua. Per aquest motiu, la primera gran conseqüència de l'ús d'aigua regenerada per al reg serà la pèrdua de la independència de que habitualment es disposa a l'hora de gestionar agronòmicament el conreu, amb la qual es fertilitza i es rega per separat i en els moments en què més convé.

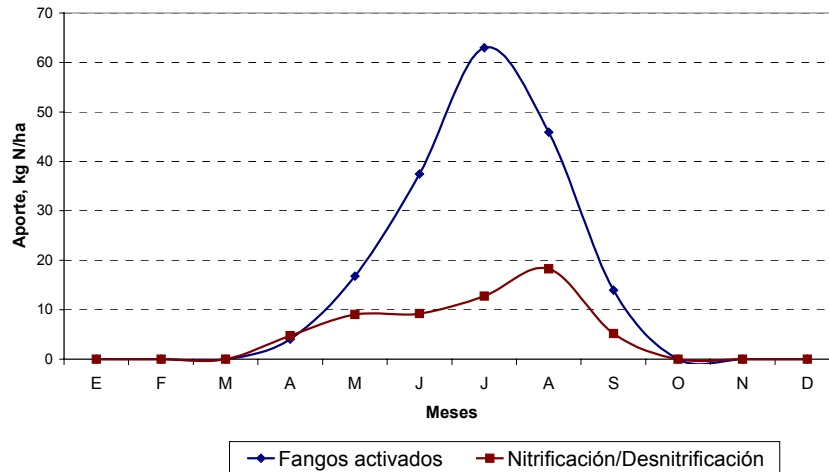
L'ús d'aigua regenerada per al reg implica necessàriament la realització d'un seguiment exhaustiu de la qualitat de l'aigua, especialment des del punt de vista de les concentracions de nutrients i en l'època de màxim reg. Atesa la variabilitat en la seva composició, inherent a la pròpia aigua regenerada –i més si existeix un sistema d'emmagatzematge de llarga durada que alteri les seves propietats- el seguiment no tan sols permetrà observar l'evolució de la qualitat sinó també generar la informació amb la qual calcular les aportacions de nutrients que es produeixen mitjançant el reg, una vegada conegut el volum d'aigua aplicat durant un cert temps. Així, per exemple, prenent valors típics dels mesos d'estiu, si en una setmana s'haguessin utilitzat 11.450 m³

d'aigua regenerada amb unes concentracions de nitrogen i de fòsfor de 21,1 mg N/l y de 3,5 mg P/l, respectivament, per al reg de 30 ha, les aportacions d'aquests elements mitjançant el reg ja suposarien unes quantitats de 8,1 kg N/setmana i de 3,1 kg P₂O₅/setmana, quantitats gens despreciables que sens dubte permeten un estalvi important de fertilitzants.

No obstant, habitualment l'aportació de nutrients que es realitza mitjançant l'aigua regenerada no s'ajusta a la demanda de la gespa, per la qual cosa la tasca del tècnic agrícola (*greenkeeper* en el cas del camp de golf) és la d'aconseguir balancejar l'aportació de nutrients mitjançant l'ús de fertilitzants minerals en les formulacions i en les quantitats adients. El model més senzill de gestió és el que es produeix amb aquelles aigües que presenten un contingut relativament baix de nitrogen (fins a uns 10-15 mg N/l), ja que les aportacions que es realitzen mitjançant l'aigua de reg difícilment arribaran a sobrepassar la demanda de la gespa, per la qual cosa les aportacions complementàries de fertilitzants s'han de limitar tan sols a arribar a les quantitats òptimes requerides per les plantes. Les complicacions es produeixen quan s'utilitzen aigües procedents d'EDAR de fangs activats, en les que no és infreqüent trobar concentracions de fins a 40 mg N/l a l'estiu, ja que tan sols mitjançant el reg es pot produir una aportació de 3 a 4 vegades superior a la demanda de la gespa en el moment de màxima demanda d'aigua de reg. En aquest cas, les estratègies de gestió del camp hauran d'incloure mesures de diversa mena (reg en dèficit per a reduir l'aportació, absència de fertilització química nitrogenada i/o fosfatada, balanceig de nutrients), les quals poden haver de ser aplicades simultàniament o no, depenent sempre de cada cas en particular.

Figura 1. Simulació de les aportacions de nitrogen degudes a l'ús d'aigües regenerades provinents de diferents tipus d'EDAR.

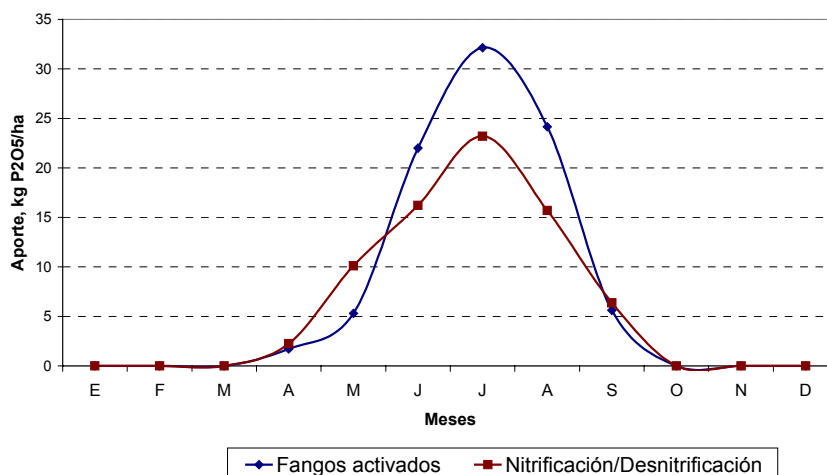
APORTES DE NITRÓGENO DEBIDOS AL RIEGO CON AGUA REGENERADA



La Figura 1 il·lustra perfectament les diferències d'aportació de nitrogen que es poden produir mitjançant el reg utilitzant una aigua provinent d'una EDAR de fangs activats o d'una de aireig prolongat amb eliminació de nitrogen. En canvi, tal com reflecteix la Figura 2, les aportacions de fòsfor que es produeixen mitjançant el reg amb les mateixes aigües que en el cas anterior són molt semblants, tal com és d'esperar d'instal·lacions en què cap d'elles disposa d'un sistema d'eliminació de fòsfor.

Figura 2. Simulació de les aportacions de fòsfor degudes a l'ús d'aigües regenerades provinents de diferents tipus d'EDAR.

APORTES DE FÓSFORO DEBIDOS AL RIEGO CON AGUA REGENERADA



L'ús d'aigua regenerada per al reg de jardineria (inclosos camps de golf) té també les seves servituds. Per exemple, és molt important que el sistema de reg actui de la manera més homogènia possible sobre la gespa, ja que en cas d'aportacions irregulars d'aigua aquestes es farien més notables pel fet de contenir també nutrients, produint zones de color verd més intens i de creixement molt més ostentós. També és habitual l'haver d'augmentar la freqüència de la sega, pel simple fet que les aportacions de nutrients es produeixen de forma contínua i es distribueixen de forma homogènia per tots els racons del camp, així com la freqüència de punxat del camp, tasca mitjançant la qual s'elimina una part de la densa matèria vegetal que es genera a nivell de l'arrel, permetent així l'aireig del sòl i la seva descompactació. No obstant, i com a contrapartida, apart del propi estalvi de fertilitzants, els camps de golf regats amb aigua regenerada s'estalvien bona part dels costos de mà d'obra associats a les tasques d'aplicació del fertilitzant mineral.

L'experiència acumulada fins el moment permet gestionar sense excessius problemes els camps de golf regats amb aigua regenerada en la majoria de situacions que es poden presentar. Segons Millet (1998), són tres els factors decisius que condicionaran la forma en què caldrà gestionar un camp de golf regat amb aigua regenerada: la climatologia, el contingut de sals de l'aigua regenerada i el contingut de nutrients. La combinació d'aquests tres factors dóna una diversitat d'escenaris que fa que cadascun d'ells necessiti d'un enfoc diferent per a aconseguir una gestió correcta del sistema. La Taula 3 dóna alguns valors de referència a aquests paràmetres. De les múltiples

combinacions possibles tan sols una, la de clima sec, elevada salinitat i elevada concentració de nutrients, crea dificultats insalvables de cara a la gestió agronòmica del camp, mentre que per a qualsevol altra combinació existeixen tècniques per a combatre els possibles inconvenients.

Taula 3. Valors de referència dels paràmetres clau del disseny de sistemes de reg amb aigua regenerada (Millet, 1998).

Paràmetre	Valors alts	Valors baixos
Conductivitat elèctrica, dS/m	> 2.0	< 1.0
Nitrogen total, mg N/l	> 30	< 10
Precipitació anual, mm/any	> 700	< 400

Implicacions ambientals de la reutilització d'aigües

La reutilització de 2.322.000 m³/any (= 2,322 hm³/any, equivalents a un 7 % de l'aigua residual depurada i que abans s'abocava al mar) té una conseqüència immediata per al conjunt de la Costa Brava, que és l'augment dels recursos hídrics en idèntica quantitat a la que es reutilitza. Per bé que en alguns casos representa una substitució de cabals, en d'altres significa la possibilitat d'un desenvolupament que sense aquesta aigua no seria possible.

A banda de l'increment de recursos hídrics, una altra conseqüència directa de la reutilització és la reducció dels abocaments al medi, de manera que es disminueix el potencial d'eutrofització de les aigües tractades gràcies al reciclatge dels nutrients que aquestes porten en dissolució. Així, si suposem que l'aigua regenerada té unes concentracions mitjanes de 20 mg N/l i de 5 mg P/l, veurem que la reutilització actual a la Costa Brava que implica no abocament (cal restar-hi l'efluent terciari abocat al riu Ridaura) evita que arribin al mar de l'ordre de 25.000 kg de nitrogen i 6.250 kg de fòsfor cada any. En aquest sentit, la reutilització de l'aigua és complementària de la depuració, ja que evita que el medi receptor acabi fent el tractament addicional que l'EDAR no ha estat dissenyada per fer, traslladant-lo al sistema sòl-planta, molt més efectiu per a aquest tipus de funcions.

Una prova evident de la millora de la qualitat bacteriològica en les aigües de bany aconseguida gràcies al tractament de les aigües residuals primer i a la reutilització després, es produeix en la platja de la desembocadura de la Muga, a Empuriabrava (Castelló d'Empúries). En la pàgina web de l'ACA corresponent a aquesta platja

<http://aca.gencat.es:8002/cat/platges/scripts/detallplatja.asp?xplatja=17047C>

s'observa que fins el 1995 el color que resumia la qualitat de les aigües de bany era el vermell, que indicava prohibició de bany per contaminació microbiològica, en no haver-hi depuració adient de les aigües residuals d'Empuriabrava. Entre 1995 i 1998 el color que resumia la qualitat de les aigües de bany va passar a ser el verd, indicatiu d'una aigua autoritzada per al bany, una vegada posada en funcionament l'EDAR d'Empuriabrava el 1995. A partir de 1998, amb l'entrada en servei dels aiguamolls de tractament i de la reutilització de la major part de l'aigua per al *Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà*, el color que de forma majoritària ha resumit la qualitat de les aigües de bany ha estat el blau, indicatiu de la màxima qualitat microbiològica. Això suposa una excel·lent demostració pràctica de com l'evitar un abocament mitjançant la reutilització produeix una millora constatable en la qualitat de les aigües de bany.

Un altre avantatge indirecte que es deriva de la reutilització de les aigües és la millora implícita que comporta del funcionament de les EDAR. Sigui per la pressió més o menys directa del nou usuari per tal d'aconseguir una aigua de la millor qualitat possible, sigui pel component psicològic que per a l'explotador comporta el saber que darrera seu hi ha algú que fa de testimoni del que està produint, l'experiència en la Costa Brava demostra que el grau de cura en l'explotació augmenta quan hi ha una reutilització posterior. Per exemple, entrades d'aigua de mar en la xarxa de sanejament, ja sigui a causa llevantades, de rotures de col·lectors o d'abocaments en casos d'obres arran de mar, amb totes les seves conseqüències sobre el procés de depuració, són ràpidament detectades, identificades i corregides en la mesura del que és possible, quan abans no s'hi prestava atenció. En definitiva, l'explotació està més dirigida a la consecució d'una aigua de qualitat adient per a l'usuari que a la producció d'una aigua que estigui dins dels límits per al seu abocament; com que el primer cas és més restrictiu en quant a qualitat de l'aigua, l'existència d'una reutilització posterior actua sovint de "mà invisible" que augmenta el rendiment de les EDAR.

Implicacions administratives i econòmiques

La recent creació de l'ACA està fent que, amb la nova visió unitària del cicle de l'aigua, la reutilització de les aigües depurades trobi el seu encaix dins del que és la gestió del recurs. El fet que fins no fa gaire la Junta d'Aigües i la Junta de Sanejament tinguessin unes competències tan acotades feia que la regeneració de l'aigua (tractament que anava més enllà del que per llei podia ser finançat a partir dels impostos amb què es grava el consum d'aigua) quedés en zona fronterera i que no fós tractada convenientment per cap de les dues institucions. A més, aquesta divisió organitzativa propiciava que la regeneració fós vista tan sols com una activitat que afegia més cost a les

operacions de tractament de l'aigua residual, sense que es percebessin les possibilitats que tenia com a nou recurs.

En canvi, en la situació actual el marc de referència varia substancialment: mentre que el tractament de l'aigua residual fins a nivell secundari es manté igual que abans, el cost del tractament de regeneració (de producció d'una aigua apta per a un ús determinat) pot ser comparat amb el cost de captació i tractament de l'aigua potable de la zona, la qual cosa dona un marge força ampli per al desenvolupament d'aquesta activitat. En essència, el cost que desapareix és el de captació, ja que es parteix d'una aigua que ja està concentrada en un punt (l'EDAR), i d'una situació en què el cost d'aquesta concentració –i també de la part grossa del tractament!- ja està finançat per un altre costat, ja que el procés de depuració és obligatori i s'ha de realitzar tant si hi ha reutilització posterior o no.

Fins ara, amb un model de gestió basat en l'abundància i en una aparent inextinguibilitat del recurs, la pràctica habitual ha estat de la utilització de l'aigua amb qualitat màxima, de manera que a nivell urbà pràcticament tot (reg de jardins, neteja viària, obra civil) s'ha fet amb aigua potable. La creixent demanda global d'aigua, afegida als recents períodes de sequera i al nou marc administratiu fan evident la necessitat de que, on i quan sigui possible, es gestioni el recurs a partir del concepte d'utilització d'una aigua de qualitat suficient per a cadascun dels possibles usos.

Un exemple concret encara ho il·lustrarà millor: l'aigua potable més cara de la Costa Brava és la del municipi de Cadaqués, ja que prové de l'embassament de Boadella, és potabilitzada a Empuriabrava i és transportada a través de les muntanyes de la Serra de Rodes fins a aquest municipi. Atès que no tots els usos de l'aigua a Cadaqués –on no hi ha altre proveïment possible- necessiten que aquesta tingui una qualitat com l'aigua potable, com és el cas del reg del camp de futbol o de la neteja de contenidors d'escombraries, és evident que l'ús d'aigua regenerada produirà un estalvi múltiple: d'aigua potable, que a banda de ser cara de vegades és també escassa (l'any 1998 l'embassament de Boadella va arribar a mínims històrics, amb un nivell d'aigua embassada inferior al 10 %); i econòmic, y económico, en utilitzar-se una aigua de qualitat suficient i que té un cost de producció més barat. (1,75 kW/m³ per a l'aigua potable, pels 0,82 kW/m³ del proceso de regeneració). Dit d'altra manera, a Cadaqués no hi ha millor aigua per a la neteja dels contenidors d'escombraries o per al reg del camp de futbol –i per a altres usos que puguin anar sortint- que l'aigua regenerada.

A més, la transcendència d'aquesta situació ultrapassa el camp merament econòmic, ja si que és possible regenerar aigua i fer-la apta per a determinats usos a un cost inferior al de producció de l'aigua potable, es produeix també un altre benefici important a nivell ambiental per la disminució de captacions d'aigües superficials (major garantia d'abastament i/o majors cabals



ecològics) o subterrànies (preservació de l'aigua en els aquífers). Tornant a l'exemple de Cadaqués, en última instància l'aigua regenerada que s'utilitzi per a la neteja dels contenidors d'escombraries o per al reg del camp de futbol no haurà de ser desembassada de Boadella, on té una potencialitat múltiple (abastament de la Costa Brava Nord, abastament de Figueres i municipis de la rodalia o reg agrícola).

En resum, la conservació de l'aigua en la captació original té un benefici per a tots els usuaris que s'abasteixen a partir d'ella, de manera que en aquest cas el benefici de la reutilització no serà només per a Cadaqués, sinó per a tots els usuaris de l'embassament de Boadella. Finalment, i bastant relacionat amb el punt anterior, un altre estalvi que cal apuntar és l'energètic, en reduir-se la necessitat de transport de l'aigua des del seu punt de captació original, per passar a ser subministrada des d'un punt molt més proper a l'usuari.

Bibliografia recomanada

Asano, T. and G. Tchobanoglous (1991). The role of water reclamation and reuse in the USA. *Wat. Sci. Tech.*, Vol.23, pp. 2049-2059.

Asano, T., Editor (1998). Wastewater reclamation and reuse. *Water Quality Management Library, Vol. 10*, Technomic Publishing Company, USA

Crook, James (1991). Quality Criteria for Reclaimed Water. *Wat. Sci. Tech.* Vol. 24, No. 9, pp. 109-121.

Millet, Xavier (1998). La reutilización del agua para el riego de campos de golf y espacios verdes: la perspectiva del usuario. Jornades Tècniques *La Gestió de l'Aigua Regenerada*. Edicions del Consorci de la Costa Brava., pp. 107-116.

Mujeriego, Rafael, ed. (1990). Riego con agua residual municipal regenerada. Manual práctico. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

Mujeriego, Rafael (1993). La reutilización planificada del agua: elemento básico de la gestión de los recursos hidráulicos. *Seminario sobre Recursos Hidrogeológicos y Recursos Hidráulicos No Convencionales*. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, Santander.

Organització Mundial de la Salut (World Health Organization) (1989). Health guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture. Report of a WHO Scientific Group, Technical Report Series 778, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Sala, L. i X. Millet (1997). Aspectos básicos de la reutilización de las aguas residuales regeneradas para el riego de campos de golf. Ed. del Consorcio de la Costa Brava.



Serra, M. (1994). Aspectes contractuals del servei de reutilització d'aigües del Consorci de la Costa Brava. In: *Biosòlids i aigües depurades com a recursos*. R. Mujeriego and L. Sala, editors. Consorci de la Costa Brava.

Sheikh, B., R.P. Cort, W.R. Kirkpatrick, R.S. Jacques, T. Asano (1990). Monterey wastewater reclamation study for agriculture. *Res. J. Water Pollut. Control Fed.* 2, 3:216-226.

State of California (1987). Report of the Scientific Advisory Panel on Groundwater Recharge with Reclaimed Wastewater.

US EPA (1992). Guidelines for Water Reuse. EPA/625/R-92/004. Hardcover edition: Camp Dresser & McKee. Cambridge, Massachusetts.