

## L'AIGUA DE L'ESTANY: CARACTERÍSTIQUES, TRACTAMENT I CONSIDERACIONS DIVERSES

Des de 1952 Banyoles i rodalia s'abasteix d'aigua captada a l'estany de Banyoles. Es revisaran les principals característiques químiques d'aquesta aigua, el tractament que es du a terme a la planta potabilitzadora d'Aigües de Banyoles, SA i les particularitats, avantatges i inconvenients de les diferents tècniques de millora de l'aigua a nivell domiciliari. S'acabarà amb unes consideracions sobre els possibles efectes de les poblacions de gavians sobre la qualitat de l'aigua de l'Estany.

### Característiques de l'aigua de l'Estany

L'aigua que arriba a l'estany de Banyoles discorre per un aquífer de calcàries i guixos des de les zones de captació a l'Alta Garrotxa (Fig 1, Sanz, 1985). L'efecte de rentat i dissolució dels materials de l'aquífer fa que l'aigua arribi a Banyoles carregada de quantitats importants de sulfats (500 mg/l) i bicarbonats (200 mg/l). A algunes poblacions de l'Alta Garrotxa es poden mesurar 200-300 mg/l de sulfats ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), a Banyoles, com s'ha dit, prop de 500 mg/l i a St. Miquel de Campmajor s'arriba a 1000-1300 mg/l  $\text{SO}_4^{2-}$ .

A l'Estany el pH oscil·la entre 7.5-8.0, la conductivitat elèctrica a 20°C és de 1100-1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i el residu sec és de prop de 1g/l. La terbolesa (pols, partícules col·loïdals etc..) sol variar entre 0.7-3 UNF.

Els principals components de l'aigua de l'estany de Banyoles són els següents:

*.Sulfats ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).* És el component principal de l'aigua de l'Estany . Quan arriba a 1000 mg/l de sulfat de calci dona un gust lleugerament amarg a l'aigua i té efectes laxants, però sense produir problemes de deshidratació ni pèrdua de pes (WHO, 2011). Aquest és el principal responsable del que anteriorment s'anomenava duresa permanent (perdura després de tractar l'aigua amb calor o àcids). Dóna capacitat conductora de l'electricitat a l'aigua, i pot ser responsable de problemes de corrosió de metalls per electròlisi. Es pot extreure de l'aigua amb tècniques d'osmosi inversa.

*.Bicarbonats: ( $\text{HCO}_3^-$ )* Són els responsables de l'anomenada duresa temporal (ja que poden reduir-se amb tractaments a base de temperatura o acidesa). Aquests bicarbonats, per efectes de canvis de pressió, activitat fotosintètica, augment de la temperatura etc., (tots ells mecanismes que suposen una pèrdua de diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) del sistema), precipiten en forma de carbonat, majoritàriament de calci ( $\text{CaCO}_3$ , travertí) que és el responsable de les incrustacions en canonades, taques als sanitaris, incrustacions en calderes etc. (Fig.2). D'altra banda, els bicarbonats i el calci que porten associat tenen

efectes beneficiosos a nivell fisiològic per prevenir i fins i tot tractar càlculs renals (Rodríguez Millán et al. 2009).

. *Calci i Magnesi*: Els dos anions esmentats anteriorment –sulfats i bicarbonats– tenen per catió el calci o el magnesi. Així doncs, a Banyoles podem mesurar dureses de prop de 75-77 ° francesos (750-770 mg/l CaCO<sub>3</sub>). És conegut el paper d'aquests elements, especialment el calci, com a essencials pel bon funcionament de l'organisme i, contràriament al què es creia fa uns anys, s'ha demostrat que poden ésser eficaçment absorbits de l'aigua de beguda. A més, estudis epidemiològics semblen relacionar el consum d'aigües dures (riques en Ca i Mg) amb una prevenció de les afeccions cardiovasculars. (WHO, 2009).

### **El tractament a l'ETAP de Banyoles**

Donades les característiques de l'aigua crua que entra a la planta potabilitzadora de Banyoles, el tractament que se li dona és d'acidificació, floculació (quan és factible), filtració i desinfecció.

Per poder reduir el contingut de sulfats i també de calci (duresa) a l'aigua tractada, caldria aplicar tècniques d'osmosi inversa. Però, de moment, és problemàtic executar-les perquè generen una quantitat considerable de residu, que és qualitativament difícil de tractar (molt carregat amb sulfats i carbonats). Hem de pensar que les dessaladores normalment aboquen el residu al mar.

Tenim, però, la possibilitat d'actuar contra la duresa temporal i eliminar-ne una part. Això s'aconsegueix afegint àcid clorhídric (sulfumant concentrat) a l'aigua fins a un pH d'aproximadament 7.4 unitats. D'aquesta manera, part del bicarbonat reacciona donant clorur de calci. Així doncs, part del bicarbonat que era susceptible de precipitar i provocar incrustacions es transforma en un compost inert i soluble. Alhora, ens acostem al pH d'equilibri de l'aigua (pH teòric on l'aigua no té tendència a dissoldre ni a incrustar carbonat de calci). No hem modificat la duresa total de l'aigua però el seu potencial per crear problemes es veu notablement reduït (Fig.3).

A banda d'aquesta acidificació, quan la terbolesa de l'aigua que entra a la planta sobrepasa les 1.5-2 UNF, es pot aplicar la floculació per aconseguir una aigua més transparent de prop de 0.2-0.3 UNF a la sortida dels filtres de sorra (Fig 4). Posteriorment l'aigua és desinfectada amb clor per assegurar la seva salubritat bacteriològica.

L'aigua distribuïda és sotmesa a estrictes controls fisicoquímics i bacteriològics d'acord amb l'Agència de Protecció de la Salut i duta a terme pel propi Laboratori d'Aigües de Banyoles, s.a., (certificat sota la norma ISO 9001:2000 i en procés d'acreditació per la norma ISO17025 de competència en laboratoris), i també per altres laboratoris externs. A banda de les analítiques periòdiques,

diàriament es controlen els principals paràmetres de qualitat de l'aigua a la planta potabilitzadora i a la xarxa de distribució.

### **Algunes recomanacions**

Donades les característiques de l'aigua de Banyoles, no és estrany que s'hagin estès considerablement tècniques de tractament domèstic de l'aigua distribuïda. Així doncs, hi ha instal·lats a molts domicilis descalcificadors per intercanvi iònic i, últimament, aparells d'osmosi inversa. L'aigua resultant d'aquests tractaments mereix una sèrie de consideracions.

*Tractament de descalcificació de l'aigua per intercanvi iònic:* consisteix precisament a intercanviar el calci- principalment- per sodi. L'intercanvi no altera els sulfats ni els bicarbonats. S'aconsegueix rebaixar la duresa de l'aigua i prevenir la precipitació de carbonats, resultant adequada per ús tècnic, però no per ús de boca. Donat que l'aigua a tractar conté elevades quantitats de calci, al fer l'intercanvi tenim normalment concentracions de sodi superiors a 200 mg/l, màxim legal establert per aigües de consum humà.

Cal tenir en compte que el sodi es relaciona amb problemes cardiovasculars i hipertensió i que molts estudis apunten a una correlació entre problemes cardiovasculars i baixa duresa de l'aigua de consum. Aquesta aigua descalcificada seria adequada per cuinar quan no es consumeix el líquid, donat que la majoria d'aliments absorbeixen poca aigua al coure. No seria massa adequada per regar plantes poc resistents a la salinitat. La nostra experiència assenjala que per obtenir una aigua tractada amb intercanvi que no superi el valor legal establert pel sodi, cal descalcificar només fins a uns 30°F (300 mg/l CaCO<sub>3</sub>) de duresa.

Si es descalcifica massa l'aigua (per sota 4°F aprox.) l'aigua esdevé agressiva i és capaç de solubilitzar metalls i provocar problemes de corrosió més greus que no pas l'aigua no descalcificada.

*Tractaments per osmosis inversa:* L'aigua resultant d'aquests aparells sol ser de molt baixa mineralització (50-60 µS/cm de conductivitat). Tot i que es detecta una mena de moda per ingerir aigües amb molt baix contingut en sals ( fins i tot aigua destil·lada o desionitzada), és coherent pensar que si totes les aigües naturals presenten una certa mineralització, aquestes altres no serien del tot adequades pel consum de boca. Els grups de treball de la OMS (Organització Mundial de la Salut, WHO, 2011) recomanen un residu sec mínim de 100 mg/l i una concentració mínima de calci i bicarbonats de 30 mg/l. De fet és una pràctica habitual re-mineralitzar l'aigua a la sortida de les dessaladores.

A Banyoles i rodalies tenim una solució fàcil: barrejar l'aigua osmotitzada fins gairebé la meitat amb aigua de xarxa. D'aquesta manera aconseguim uns 100 mg/l Ca i una concentració de sulfats de prop de 200 mg/l.

Cal tenir especial cura en el manteniment de l'aparell. Com que les membranes osmòtiques eliminen el clor residual de l'aigua, aquesta esdevé fàcilment colonitzable per microorganismes que poden produir gustos desagradables i fins i tot problemes sanitaris.

. *Estris casolans*: Des de fa uns quants anys es comercialitzen gerres amb filtres per millorar la qualitat de l'aigua de xarxa a petita escala. Segons estudis realitzats al nostre laboratori, podem constatar que aquests sistemes - almenys el dispositiu comercial que s'ha estudiat- poden reduir substancialment la duresa (calci i magnesi) i fins i tot el sulfat (fins un 50%) sense increment de la concentració de sodi. Però aquest efecte desapareix al haver filtrar aproximadament 20 litres d'aigua. Més persistent (fins almenys 300 litres) és la reducció en un 40% dels bicarbonats i del pH. De totes maneres, tot i no suposar, a efectes pràctics, una solució per reduir el contingut de sals de l'aigua distribuïda, aquesta pot millorar en gust i, d'altra banda, els filtres que duen aquests estris són capaços d'eliminar el clor residual de l'aigua de manera eficaç. Convé, per tant, un manteniment de l'aparell (millor posar la gerra a la nevera) per evitar problemes derivats del creixement microbià en els filtres.

## **I els gavians...**

Són molts els comentaris que alerten sobre la presència massiva de gavians a l'Estany i algunes veus s'atreveixen a argumentar sobre els efectes dels restes que deixen aquestes aus sobre la qualitat de l'aigua.

Si per una banda és indiscutible la salubritat de l'aigua subministrada a la xarxa de Banyoles i rodalies, certificada per les analítiques efectuades al laboratori d'Aigües de Banyoles i en d'altres d'externs, també és indiscutible que algun efecte tenen els restes dels gavians en l'aigua de l'Estany.

Per una banda, val a dir que en les anàlisis bacteriològiques que hem practicat a l'estany de Banyoles, els paràmetres indicadors de contaminació fecal estaven sobradament dintre els límits legals per les aigües de bany

Per altra banda, cal recordar que les defecacions, siguin de l'origen que siguin, tenen un elevat contingut en fòsfor (fins un 4 % en pes) i que el fòsfor és un element limitant de la producció primària (Vollenweider, 1976). Així doncs, si s'aconseguissin concentracions suficients de fòsfor disponible, l'aigua de l'Estany seria una sopa verda d'algues. Això no passa per un fet característic de l'aigua –del que tant ens queixem i ens suposa problemes per el tractament i

la distribució-, és el mateix calci el que fa precipitar el fòsfor de les defecacions de les aus ( i també el que arriba dels camps de conreu per les rieres etc..) en forma de fosfats de calci que no són assimilables per les algues unicel·lulars i per tant eviten el seu creixement desmesurat.

Però hem de tenir present que aquest “fòsfor inactivat” va a parar finalment al sediment (Fig.5) . Esperem que els processos d’alliberament de fòsfor des del sediment (càrrega interna) segueixin essent quantitativament poc importants a les masses d’aigua de Banyoles (Bañeras i Garcia-Gil, 1996, Brunet, 1996).

Una altra característica de l’Estany, és l’elevada taxa de renovació de l’aigua, de manera que l’aigua que l’alimenta surt amb poc temps pels recs i fenents (Casamitjana et al., 2009), i això tampoc és propici per un elevat creixement algal.

La situació contrària la tenim a l’estanyol del Vilar, que evidentment és força més verd per efecte de les algues que hi creixen. Tot i que potser els gavians no hi tenen massa presència, si que s’ha vist que es fertilitza (hi entre fòsfor i altres nutrients) en episodis de pluja, que són especialment significatius per l’efecte que tenen sobre aquesta massa d’aigua d’elevada relació perímetre/volum i baixa taxa de renovació de l’aigua (Brunet et al., 1990, Brunet, 1996).

Arribats a aquest punt podem concloure que anem -o anàvem fins fa poc- una mica a remolc dels mecanismes naturals de regulació hidràulica del nostre estany, i que hauríem de continuar treballant per controlar les poblacions de gavians i minimitzar altres factors externs d’entrada de fòsfor. Esperem així mateix que aquests mecanismes no canviïn massa, ja que si per una banda ens donen una aigua problemàtica, ens vénen solucionant una colla de potencials problemes.

Text: Dr. Ramon Brunet  
Biòleg. Laboratori d’Aigües de Banyoles, SA

Joaquim Om  
Químic

Gràfics : David Quintana  
Aigües de Banyoles, SA

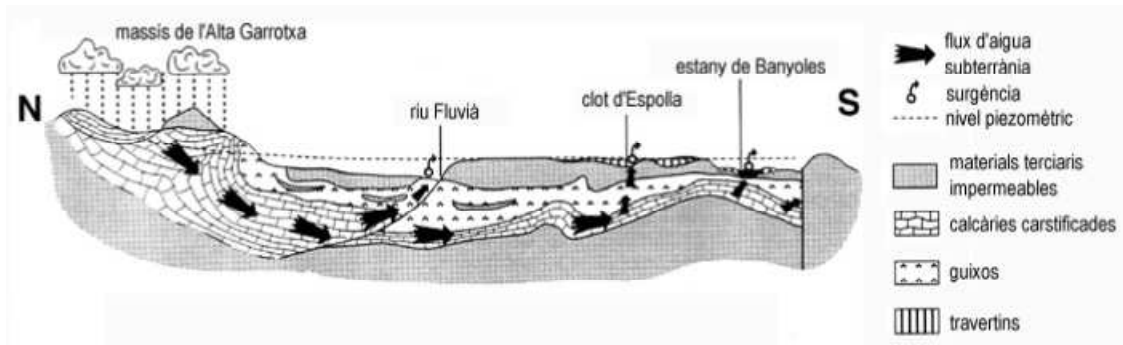


Fig 1. Sistema hidrogeològic de Banyoles. Esquema en secció del funcionament hidràulic del sistema segons Sanz (1985)

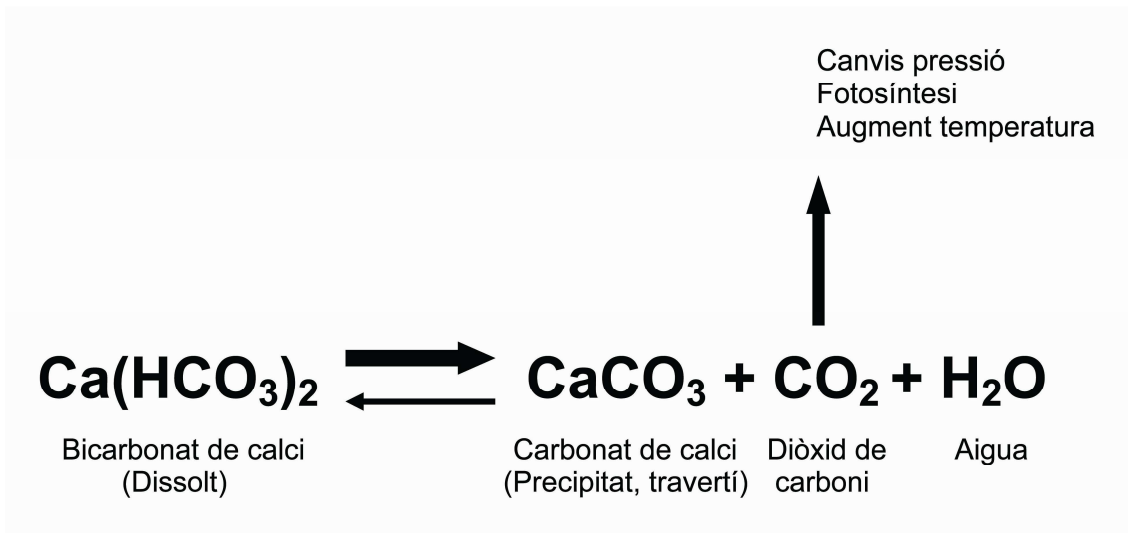


Fig. 2. Equilibri bicarbonat-carbonat. Quan s'extreu diòxid de carboni, la reacció es desplaça cap a la dreta, afavorint la precipitació de carbonat.

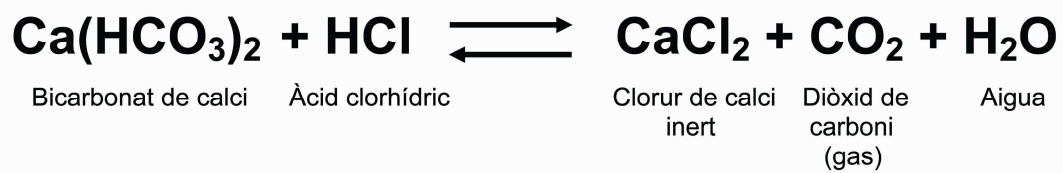


Fig.3. Representació del tractament d'acidificació de l'aigua de l'Estany a la ETAP Banyoles. El bicarbonat, que tendeix a precipitar (veure Fig.2) reacciona amb l'àcid clorhídric per produir clorur de calci (compost inert) i diòxid de carboni



Fig.4. Filtres de sorra d'autorentat instal.lats en la planta potabilitzadora d'Aigües de Banyoles, SA:

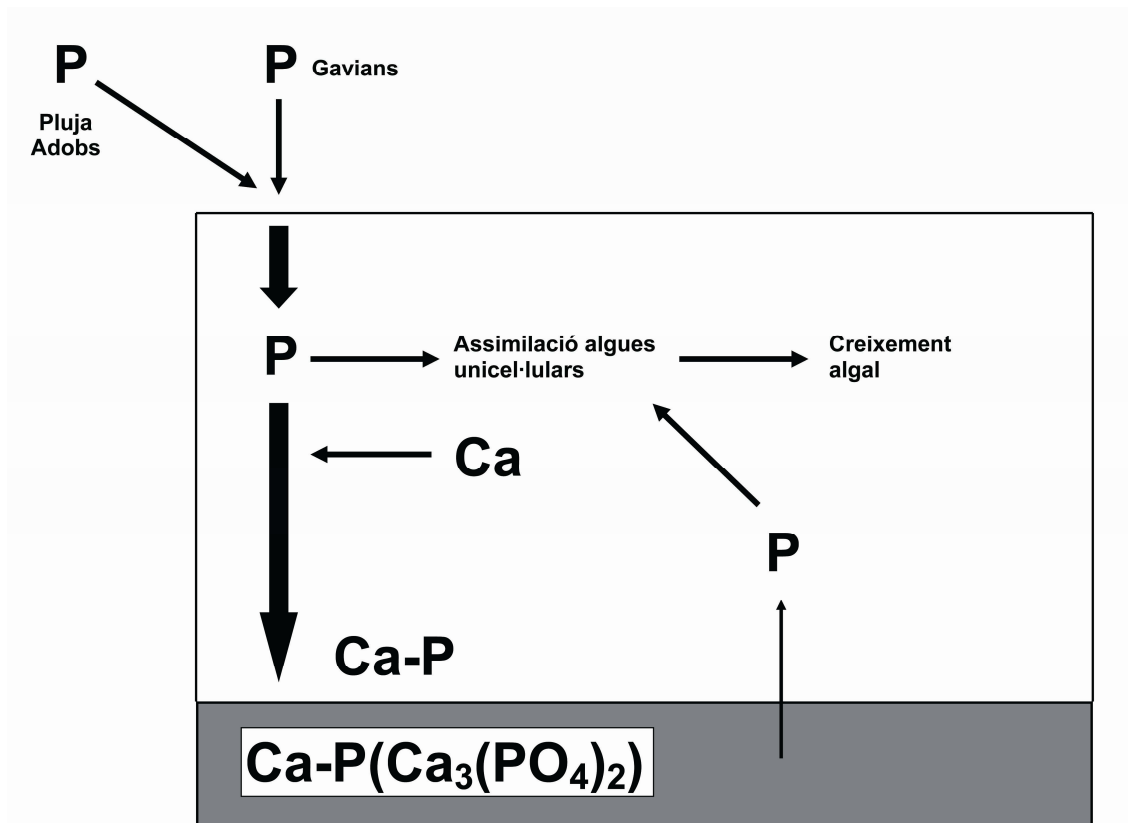


Fig. 5. Aproximació al cicle del fòsfor en una massa d'aigua de Banyoles. La major part del fòsfor que entra es acomplexat pel calci de l'aigua i s'immobilitza al sediment. La resta del fòsfor assimilable manté les poblacions algals. El fluxe de fòsfor des del sediment és quantitativament poc important.



## Referències

Bañeras, L. I Garcia-Gil, L.J. 1996. Role of photosynthetic microbial populations on the phosphorus exchange through the oxic-anoxic boundary in a meromictic eutrophic lake. Arch. Hydrobiol. 40, 171-181.

Brunet, R.C., García-Gil, J. i Abellà, C.A. 1990. Estudio comparado de parámetros de eutrofización en recintos experimentales de la laguna del Vilar (Banyoles). Scientia Gerundensis, 16/2, 123-132.

Brunet, R.C. 1996. Aplicació de tècniques de restauració a l'estanyol del Vilar: Diluïó i desnitrificació. Estudi dels mecanismes implicats. Tesi doctoral. Institut d'Ecologia Aquàtica. Univ. Girona.

Casamitjana, X, J. Colomer, E. Roget, X. Sanchez, T.Serra, M.Soler. 2009. La física a l'estany de Banyoles. Monografies de la Secció de Ciències, 20. Institut d'Estudis Catalans.

Millán Rodríguez, F, S. Gracia García, R. Jiménez Corro, M. Serrano Liesa, F. Rousaud Barón, F. Sánchez Martín, O. Angerri Feu, R. Martínez Rodríguez, H. Villavicencio Mavrich. 2009. Análisis de las aguas embotelladas y de grifo españolas y de las implicaciones de su consumo en la litiasis urinaria. Actas Urol Esp v.33 n.7 Madrid jul.-ago. 2009

Sanz-Parera, M. 1985. Estudi hidrogeològic de la conca Banyoles-Garrotxa. Separata Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles. 249 p.

Volelenweider, R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Men, Ist. Ital. Idrobiol. 33, 58-83.

WHO, 2009. Calcium and magnesium in drinking-water. Public health significance. WHO Press. Ginebra.

WHO, 2011. Guidelines for drinking-water quality. 4<sup>th</sup> Ed. WHO Press. Ginebra.