

LA SALINITAT DELS RIUS: EL LLOBREGAT

Joana Martínez¹, Irene Jubany¹ i Joan de Pablo^{1,2}

¹ Fundació CTM Centre Tecnològic, Manresa. joana.martinez@ctm.com.es; irene.jubany@ctm.com.es

² Departament d'Enginyeria Química, Institut de Sostenibilitat, UPC, Barcelona. joan.de.pablo@upc.edu

RESUM

La salinitat dels rius depèn, des del punt de vista natural, de l'entorn geològic que travessa i també de les activitats antropogèniques que tenen lloc a la conca com l'agricultura, les aigües residuals i industrials, la mineria, la pèrdua de cobertura vegetal i inclús la utilització de la sal pel desglaç de les carreteres.

En aquest estudi s'analitza la salinitat (concentració de clorurs i conductivitat elèctrica) del Llobregat en diferents estacions de control en funció dels últims anys. Segons el Venice System, l'aigua de la conca és dolça (sals < 0.5g/L) i els valors de conductivitat i concentració de clorurs es troben en el límit recomanat per la potabilització d'aigua.

Un bon control de les surgències salines de la zona podria disminuir el contingut en sals dels rius que travessen la Conca Potàssica Catalana.

INTRODUCCIÓ

La salinització de les masses d'aigua dolces i en especial dels rius és una problemàtica d'abast mundial. La salinitat de l'aigua fa referència a la concentració d'ions inorgànics dissolts en ella, i des del punt de vista natural, la salinitat d'un riu és fruit fonamentalment de l'erosió de la conca que travessa, si bé altres processos poden influir sobretot en zones costaneres degut a l'evaporació i als aerosols del mar.

Atenent al seu contingut en sals, les aigües superficials es poden classificar com [Venice System, 1959]: aigua dolça < 500 mg/L; aigua oligohalina 500-4000 mg/L; aigua mesohalina 5000-18000 mg/L; aigua polihalina 18000-30000 mg/L; aigua euhalina 30000-40000 mg/L i aigua hiperhalina > 40000 mg/L.

L'activitat antropogènica pot augmentar la salinitat. Hi ha diferents activitats que la poden provocar, entre d'altres es poden esmentar: el reg [Smedema i Shiati, 2002], la pèrdua de vegetació natural [Williams, 2001], les aigües residuals i efluents industrials [Dikio, 2010], les activitats mineres [Coring i Bätthe, 2011; Palmer et al., 2011; Fritz et al., 2010] i fins i tot la utilització de sal a les carreteres pel gel [Kaushal et al., 2005].

El seguiment de la salinitat de les aigües dolces es pot fer utilitzant principalment dos paràmetres: la concentració de l'ió clorur ($[Cl^-]$), expressada en mg/L, i la conductivitat elèctrica (EC), expressada en micro-Siemens per centímetre ($\mu S/cm$), que mesura la capacitat de transmetre el corrent elèctric i que és funció dels ions presents a l'aigua.

A Europa no hi ha límits legals establerts per la qualitat ambiental respecte a la sal. En

canvi, l'eutrofització i l'acidificació sí que han estat objectes de consideració en la Directiva Marc de l'Aigua [European Commission, 2000] per preservar la qualitat de les masses d'aigua europees. Així, poca atenció s'ha posat en la problemàtica de la salinitat, probablement perquè aquesta no es percep com un greu problema a la majoria de països europeus.

A Espanya, s'ha establert un rang respecte a la conductivitat entre 150 i 2200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, per considerar la qualitat d'un riu entre bona i moderada [Orden ARM/2656/2008]. Per altra banda, una altra consideració sobre la salinitat es pot fer a partir dels valors els quals una aigua pot ser potabilitzada, en aquest cas, segons el Real Decret [RD 140/2003], els límits pel clorur i la conductivitat són 250 mg/L i 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivament.

En aquest treball s'estudia la salinitat del riu Llobregat utilitzant els paràmetres esmentats de la concentració i conductivitat elèctrica i la seva evolució, així com els factors que la poden afectar.

LA CONCA DEL LLOBREGAT

La conca del Llobregat és una de les conques internes de Catalunya que està integrada en el sistema Ter-Llobregat-Besós. La conca té una superfície de 7252 km², on a més del Llobregat es troben els seus afluents principals el Cardener i l'Anoia, travessant les comarques del Berguedà, Bages, Solsonès, Anoia i Baix Llobregat. La longitud del Llobregat és de 156 km i té un cabal molt variable ja que depèn de l'estacionalitat, un valor mitjà estaria sobre els 20 m³/s. El Llobregat forma el pantà de la Baells, que juntament amb els del riu Cardener, la Llosa del Cavall i St. Ponç, fan la conca essencial pel subministrament d'aigua a l'àrea metropolitana de Barcelona [Rovira, 2008].

La qualitat de l'aigua del Llobregat ha estat controlada des de fa anys per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). La xarxa de control té les següents estacions al Cardener: Valls Palà, Antius i Els Comtals. Al Llobregat, abans de la confluència amb el Cardener, els punts de control són: Gaià, Sallent i Sant Fruitós. Després de la confluència: Castellbell i el Vilar, Esparraguera, Abrera, Castellbisbal i Sant Joan Despí, on es troba la potabilitzadora. En total 11 punts d'anàlisi tal i com es pot veure a la Figura 1.

LA SALINITAT DEL LLOBREGAT

La salinitat del Llobregat, com la de qualsevol riu, ve marcada per la geologia de la conca que travessa i per tant, la Conca Potàssica Catalana té un paper molt important. A més de la salinització natural, que s'anomena primària, el Llobregat té una salinització secundària deguda a les diferents activitats antropogèniques que es desenvolupen a la zona. La conca rep les aigües residuals urbanes de 21 Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR's) situades al Llobregat i de 5 EDAR's situades al Cardener, aigües residuals industrials, a més de la pressió d'una activitat minera històrica important així com de l'agricultura. El Llobregat també s'ha vist sotmès a la modificació de la llera i de la morfologia a la seva desembocadura degut a les obres del Port de Barcelona l'any 2004.

Per veure les implicacions de tots aquests factors en la salinitat del riu, a la Figura 2 es mostra un esquema del Cardener i el Llobregat amb les concentracions de clorur (mg/L) dels diferent punts de les estacions de control, així com les concentracions a les diferents rieres, torrents de la zona i de l'Anoia que aboquen les seves aigües als esmentats rius l'any 2013 [ACA, 2013].

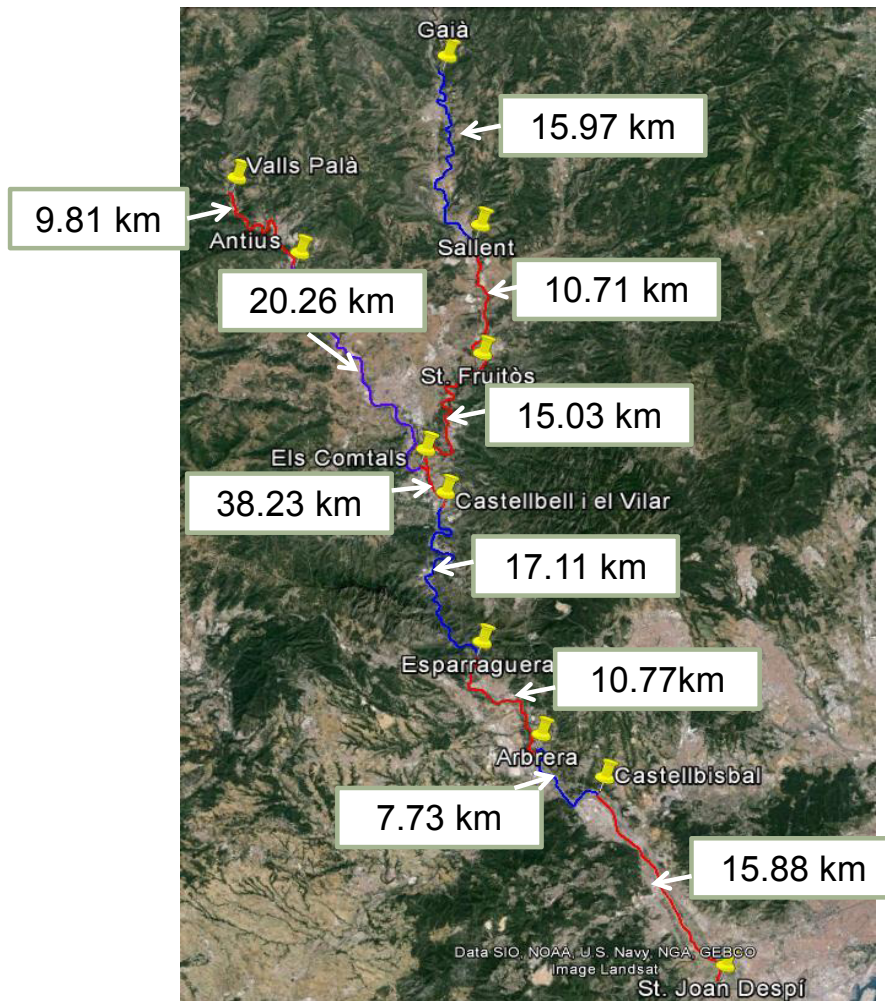


Figura 1. Estacions de control al Cardener i al Llobregat i distància entre les mateixes.

Veient l'esquema de la Figura 2 es pot dir que el Llobregat mai sobrepassa el valor de 250 mg/L recomanat per la potabilització de l'aigua [RD 140/2003], mentre que el Cardener té un punt alt a Antius que es manté pràcticament constant fins la confluència. Cal destacar també que hi ha aportacions salines de rieres que es troben allunyades de la Conca Potàssica actualment en explotació, com per exemple la Riera d'Oló.

Per veure en quin context es troben els valors de la Figura 2 respecte a anys anteriors, a la Figura 3 es mostra l'evolució de la concentració de clorurs en els últims anys a quatre de les estacions de control.



Figura 2. Concentració de clorurs (mg/L) a les estacions de control de l'ACA i de rieres, torrents i del riu Anoia l'any 2013

Es pot observar un descens de la concentració de clorurs al llarg dels anys a pràcticament totes les estacions de control, tot i que cal tenir en compte que les dades del 2007 i 2008 es poden veure afectades per la sequera que va patir Catalunya aquells anys. L'aportació de salinitat al Llobregat al seu pas per Sallent sembla relativament poc important. Per altra banda, les aportacions salines després de la confluència no permeten la disminució de la concentració de clorur com es pot observar al seu pas per Castellbisbal i a Sant Joan Despí.

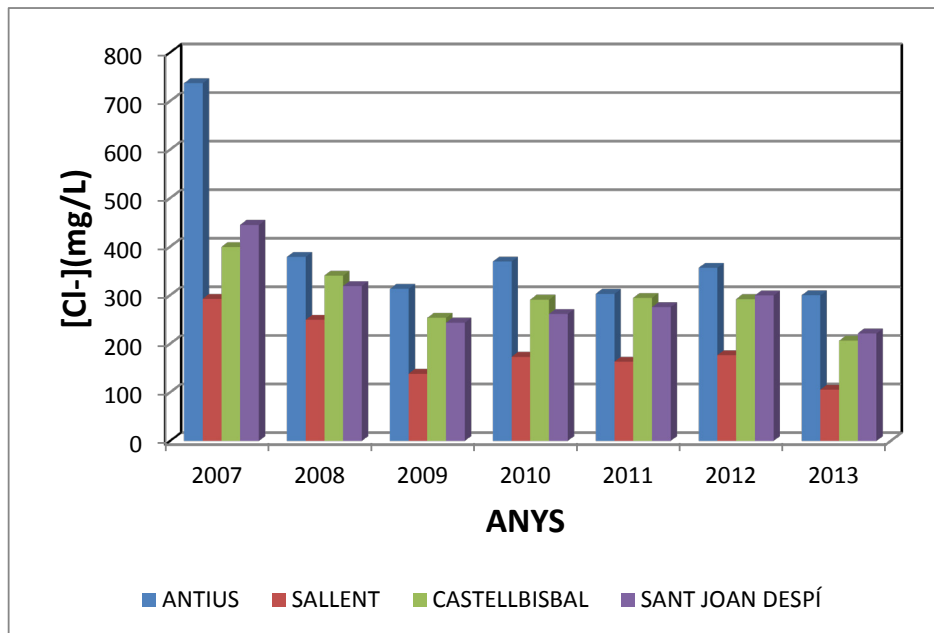


Figura 3. Concentracions de clorur a diferents estacions de control pels anys 2007-2013

Si el que es representa és la conductivitat, els resultats porten a les mateixes conclusions tal i com es pot veure a la Figura 4. Tots els valors de conductivitat es troben per sota de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que és el valor recomanat per la potabilització de l'aigua [RD 140/2003]. No s'han trobat dades del Cardener per aquests anys, el que no permet fer extrapolacions sobre les aportacions de conductivitat en aquella zona.

Un altre aspecte important és l'efecte que pot tenir la salinitat en els ecosistemes [Cañedo-Argüelles et al., 2013]. En un estudi recent [Prat et al., 2012] es determina l'índex IBMWP (Iberian Biomonitoring Working Party) que dona la qualitat biològica de diferents rius de Catalunya. Per l'any 2012, el IBMWP és elevat a la capçalera dels rius Cardener i Llobregat, mentre que a la part baixa del Llobregat hi ha hagut una millora important en els últims anys.

LA CONCA POTÀSSICA I EL LLOBREGAT

L'impacte de l'extracció de potassa en el medi ambient i en particular a les aigües pot ser important si no es prenen les mesures correctores oportunes, tenint en compte que de forma natural també pot haver-hi un impacte important. Un cas d'estudi interessant és el del riu Werra, a Alemanya, que es troba en una zona minera d'explotació de potassa [Coring i Bätke, 2011]. A principis dels anys 90, la concentració de clorur al riu va arribar a valors de 30000 mg/L, mentre que actualment els valors establerts no han de superar els 2500 mg/L i s'assoleixen fàcilment gràcies als sistemes de control utilitzats.

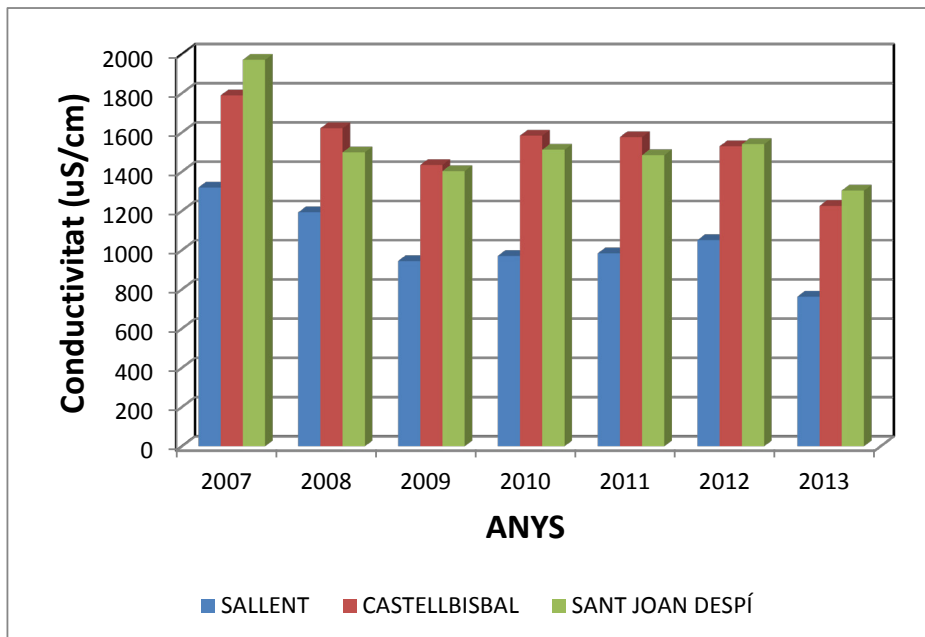


Figura 4. Conductivitat elèctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a diferents estacions de control pels anys 2007-2013

A la conca del Llobregat, en els anys 80 es mesuraven valor màxims de clorur de l'ordre de 1500 mg/L [Martin-Alonso, 1994], molt per sota dels de la conca del Werra. Actualment, l'estació de control d'Antius és la que mesura una concentració més elevada de clorurs, no obstant, els valors són sempre inferiors a 400 mg/L, tres vegades inferiors als determinats a la dècada dels 80.

Les primeres iniciatives per la disminució de la salinitat del Llobregat van representar la construcció del col·lector de salmorres que es posa en funcionament l'any 1989 [Martin-Alonso, 1994]. A la Figura 5 es mostra la variació de la concentració de clorur dels anys anteriors al col·lector amb els posteriors a Sant Joan Despí. S'han inclòs els darrers anys per poder tenir una perspectiva històrica i veure que els valors actuals són molt similars als dels primers anys de funcionament, per tant sembla que el col·lector permet el control del clorur, malgrat que hi ha problemes de mal funcionament, i es parla de la necessitat de la construcció d'un segon col·lector.

Un altra de les mesures que es podrien prendre seria el control de les surgències salines de la Conca Potàssica per tal d'evitar la seva interacció amb el riu. Les surgències, tant les naturals com les d'origen incert, han estat estudiades abastament [Font, 2006; Ribera et al., 2010; Vilades, 2013]. La complexitat del sistema fa que establir el seu origen presenti certes controvèrsies. Un exemple el trobem a Sallent on les falles existents i el tipus d'aqüífer (Antiga Mina Enrique), crea a les zones de fractura un paper de conducció preferent de les aigües profundes cap als estrats més superficials que poden afectar a les surgències detectades a la zona [Ribera et al., 2009].

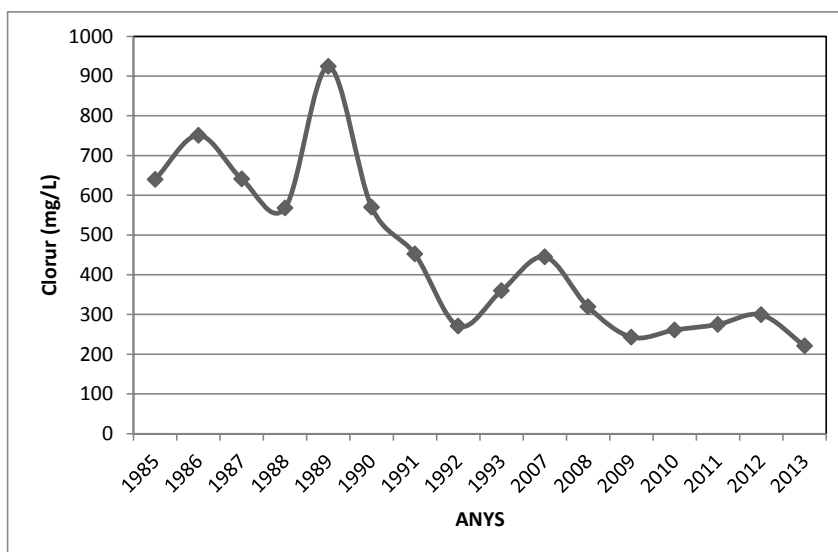


Figura 5. Concentració de clorurs (mg/L) a Sant Joan Despí per diferents anys abans del col·lector de salmorra (1989) i posteriors.

Identificades i conegudes les surgències més rellevants, la seva canalització suposaria un cabal d'uns 20 L/s [Ribera et al., 2010], i representaria el control de la major part d'aigua subterrània salina del voltant del Llobregat.

Les millores mediambientals dutes a terme recentment al voltant de l'explotació minera de potassa han d'ajudar a un millor control de la salinitat de la conca.

DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Com s'ha vist, la conductivitat del Llobregat es pot considerar moderada a la zona baixa del riu a Sant Joan Despí. Abans de la confluència amb el Cardener, els valors de conductivitat són menors de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que fa que es puguin considerar aigües mitjanament mineralitzades que es poden donar de forma natural [Prat et al., 2012], per tant amb poca influència de l'activitat minera històrica.

Si es compara la conductivitat del tram final dels rius que formen part del sistema Ter-Llobregat-Besós (veure Figura 6), es pot observar que les conductivitats del Llobregat i del Besós són pràcticament iguals, no així el Ter que presenta una conductivitat molt més baixa. Com és evident, la salinitat del Besós no es veu influenciada per la Conca Potàssica, per tant la seva conductivitat és deguda exclusivament a altres activitats antropogèniques com l'abocament d'aigües residuals urbanes i industrials, que acaben donant una concentració de clorurs similar a la del tram final del Llobregat.

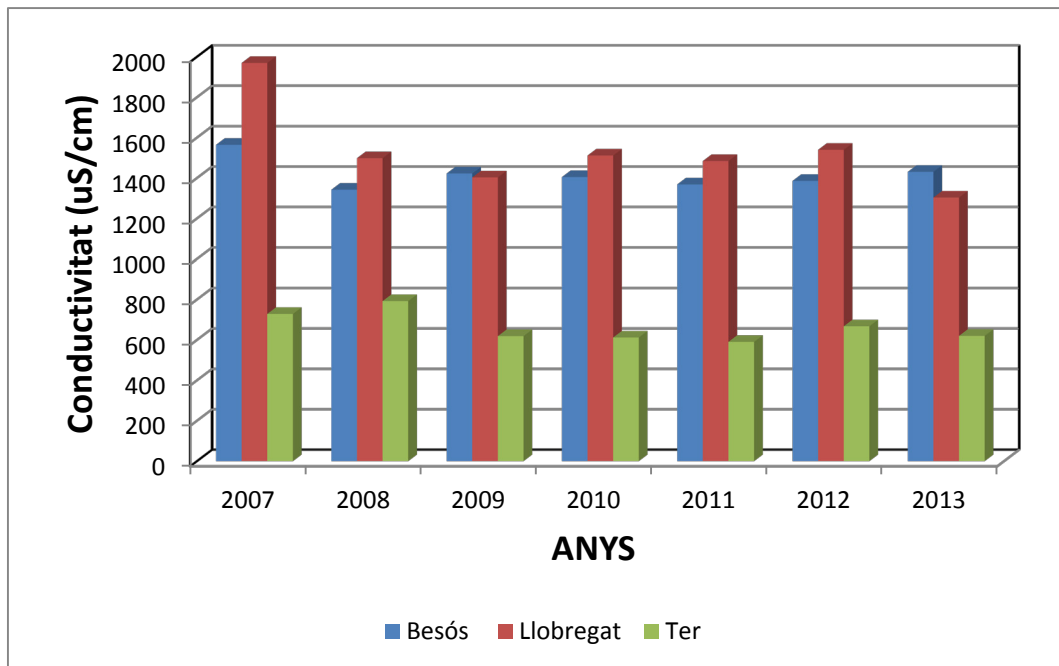


Figura 6. Conductivitat a la zona de la desembocadura del Ter, Llobregat i Besós pels anys 2007-2013

Les conclusions que es poden extreure d'aquest treball són les següents:

La conca del Llobregat està classificada com a zona sensible, i es troba sotmesa a diferents tipus de pressions. Una de les més importants és que travessa la Conca Potàssica Catalana on té lloc una activitat minera històrica important. Malgrat aquest fet, la concentració de clorurs i la conductivitat a la desembocadura són similars a la de rius que no passen per aquesta zona com és el cas del Besós.

Tot i això, la concentració de clorurs i la conductivitat al llarg del riu Llobregat (ACA, 2013) es troben per sota dels límits indicatius establerts en el RD 140/2003 (250 mg Cl⁻/L i 2500 µS/cm) per la potabilització d'aigua.

El control de les surgències salines tant d'origen natural com incert permetrien evitar la seva interacció amb el riu.

Donada la importància del Llobregat dins del sistema hídric de les conques internes, tots els agents implicats han de continuar treballant per mantenir aquests paràmetres dins dels límits establerts per la Directiva Marc de l'Aigua.

REFERÈNCIES

- ACA (2007-2012). Consulta de dades a la web de l'Agència Catalana de l'Aigua: <http://aca-web.gencat.cat/app/WDMA/#>
- ACA (2013). Consulta de dades a la web de l'Agència Catalana de l'Aigua: <http://aca-web.gencat.cat/sdim/fillForm.do>
- Cañedo-Argüelles, M., Kefford, B.J., Piscart, C., Prat, N., Schäfer, R.B., Schulz, C.-J. (2013). Salinisation of rivers: An urgent ecological issue. *Environmental Pollution*, 173, 157-167.
- Coring, E., Bätke, J. (2011). Effects of reduced salt concentrations on plant communities in the River Werra (Germany). *Limnologia*, 41 (2), 134-142.
- Dikio, E.D. (2010). Water quality evaluation of Vaal River, Sharpeville and Bedworth lakes in the Vaal region of south Africa. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2 (6), 574-579.
- European Commission, (2000). Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 october 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, 43, 1-72.
- Font, J. (2006). Comportament de l'aigua subterrània a la vall Salada de Cardona. (Tesi doctoral). Recuperat de <http://www.tdx.cat/handle/10803/6989>
- Fritz, K.M., Fulton, S., Johnson, B.R., Barton, C.D., Jack, J.D., Word, D.A., Burke, R.A. (2010). Structural and functional characteristics of natural and constructed channels raining a reclaimed mountaintop removal and valley fill coal mine. *Journal of the North American Benthological Society*, 29 (2), 673-689.
- Kaushal, S.S., Groffman, P.M., Likens, G.E., Belt, K.T., Stack, W.P., Kelly, V.R., Band, L.E., Fisher, G.T. (2005). Increased salinization of fresh water in the northeastern United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (38), 13517-13520.
- ORDEN ARM/2656/2008, (2008). Instrucció de planificació hidrològica. BOE 229, 38472-3858.
- Martín-Alonso, J. (1994). Barcelona's water supply improvement: the brine collector of the Llobregat river. *Water Science and Technology*, 30 (10), 221-227.
- Prat, N., Rieradevall, M., Fortuño, P., Acosta R., Bonada, N., Cañedo-Argüelles, M., Cid, N., Pace, G., Rodríguez-Lozano, P., Sánchez, N., Verkaik, I., Villamarin, C. (2013). Diagnosi ambiental de les conques dels rius de la Província de Barcelona. Informe 2012. Diputació de Barcelona. Àrea d'Espais Naturals (Estudis de la Qualitat Ecològica els Rius; 22).
- RD 140/2003, (2003). Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE 45, 7228-7245.
- Ribera, F., Dorca, H., Martínez, P., Piña, J., Otero, N., Palau, J., Soler, A. (2009). Estudio hidrogeológico de la cuenca potásica catalana en el entorno de Sallent y la antigua Mina Enrique. Provincia de Barcelona (España). *Boletín Geológico y Minero*, 120 (4), 607-616.
- Ribera, F., Dorca, H., Castells, G. (2010). Estudi hidrogeològic pel disseny de les futures captacions de surgències salines a la conca potàssica catalana. *Informe FCIHS (Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea)*.
- Rovira, M. (2008). La conca salina del Bages i la qualitat de l'aigua del Llobregat. (Tesi doctoral). Recuperat de <http://www.tdx.cat/handle/10803/6994>
- Smedema, L.K., Shiati, K. (2002). Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. *Irrigation and Drainage Systems*, 16 (2), 161-174.
- Palmer, M.A., Bernhardt, E.S., Schlesinger, W.H., Eshleman, K.N., Foufoula-Georgiou, E., Hendryx, M.S., Lemly, A.D., Likens, G.E., Loucks, O.L., Power, M.E., White, P.S., Wilcock, P.R. (2010). Mountaintop mining consequences. *Science*, 327 (5962), 148-149.
- Venice system, (1959). The final resolution of the symposium on the classification of brackish waters. *Archives Oceanography and Limnology*, 11 (Suppl.), 243-248.
- Viladés, M. (2013). Estudi de les aigües salines a la conca del riu Llobregat i Cardener: Implicacions ambientals. (Projecte Final de Carrera). Recuperat de http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2013/hdl_2072_222251/PFC_MartaViladesRibera.pdf
- Williams, W.D. (2001). Anthropogenic salinisation of inland waters. *Hydrobiologia*, 466 (1), 329-337.