

descrites permetrien al riu desenvolupar el seu màxim potencial ecològic d'acord amb els requeriments de la Directiva Marc de l'Aigua.

Els embassaments són fruit d'una necessitat: la de subministrar aigua o els serveis que se'n deriven. El seu cost ambiental és elevat i per tant s'han de gestionar amb cura per tal de minimitzar el seu impacte. Les posicions extremes no acostumen a ser recomanables, i en aquest sentit el recent moviment que preconitza la demolició de preses ha de tenir present el servei que fan els embassaments a la societat. És evident que hi ha molts casos de rescloses i petites preses que estan en desús, o abandonades, sense l'adequat manteniment. En alguns rius s'està començant a planificar la seva demolició per tal de recuperar la dinàmica fluvial. En la majoria dels casos es tracta de petites rescloses que sovint no arriben a 4 m d'alçària i que tallen la continuïtat del riu i la mobilitat de moltes espècies. En països com per exemple els Estats Units l'enderrocament de preses no està únicament relacionat amb la millora ambiental del riu «per se», sinó que hi ha un benefici econòmic que va més enllà, com la recuperació de la pesca esportiva al riu o l'activitat turística, que compensa amb escreix els costos que suposen aquestes actuacions al riu. En altres ocasions és l'elevada inversió necessària per garantir la seguretat de la presa el determinant per decidir la seva demolició.

També cal recordar que el desenvolupament d'un país passa per la disponibilitat de recursos, i un d'ells és precisament l'aigua. En zones amb un clima àrid o semiàrid com el nostre, els embassaments són elements necessaris, no sols per l'emmagatzematge d'aigua, sinó també per la prevenció d'avingudes. Extenses zones del país tenen una economia que depèn de la disponibilitat d'aigua i l'abastament de totes les grans ciutats es fa majoritàriament des d'embassaments. Una part de l'energia renovable que produïm prové de centrals hidroelèctriques associades a embassaments, i cal també tenir en compte el seu important i creixent paper en la regulació de les fluctuacions que presenten la producció i la demanda d'energia elèctrica. El canvi climàtic farà disminuir la quantitat d'aigua que circula pels rius i tornarà més irregular el règim de cabals fent que els embassaments encara tinguin un paper més important en la disponibilitat d'aigua. Per una altra banda, el coneixement actual del funcionament dels embassaments com a ecosistemes ha de permetre reduir el seu impacte.

II.6. Canvi climàtic, canvi global i llurs impactes hidrològics

Al llarg de la història geològica de la Terra el clima ha anat variant. A part dels grans canvis enregistrats en el decurs de milions d'anys, hi ha hagut canvis relativament recents que ja ha viscut l'home. A l'hemisferi nord, entre fa 40.000 i 10.000 anys, va succeir una època glacial amb gel abastant la meitat nord dels continents, temperatures de 4 a 6°C més baixes que les actuals i un nivell del mar que va davallar uns 120 m. Fa 13.000 anys el clima es va començar a temperar encara que amb fortes oscil·lacions, i fa 10.000 anys el nivell del mar va pujar ràpidament fins a assolir un valor molt proper a l'actual.

Fa 6.000 anys el clima va ser càlid i el nivell del mar es va situar entre 0,5 i 1 m per sobre de l'actual. A Europa, l'Època Romana va ser relativament càlida i humida, i l'ambient es va refredar al seu final, per reescalfar-se a finals de l'Edat Mitjana i Renaixença. Posteriorment es va refredar de nou (petita edat del gel) entre finals del segle XVI i principis del dinou, moment des del qual s'observa un progressiu escalfament fins avui. A d'altres parts de la Terra ha succeït quelcom de semblant però no sempre coincident amb el que ha succeït a Europa.

II.6.1. Canvi climàtic

Es considera que el canvi climàtic és una alteració de la temperatura de la Terra. Aquesta alteració té efectes sobre la pluviometria i el règim de vents. Encara que afecta tota la Terra, la seva incidència és desigual a nivell regional. Si bé el canvi climàtic es pot produir per causes naturals, es pot propiciar i intensificar per l'activitat humana, com és el cas de la modificació de la composició de l'atmosfera per la utilització massiva de combustibles fòssils.

L'impacte de l'activitat humana a nivell planetari es fa sensible des de la revolució industrial de finals del segle XVIII a causa de la combustió intensiva de fusta i combustibles fòssils, cosa que ha fet incrementar el contingut de CO₂ a l'atmosfera de forma ben coneguda: des d'uns 280 ppm (parts per milió en volum) fins als actuals 380 ppm, i continua augmentant. El CO₂ és un gas que afavoreix l'efecte hivernacle, és a dir, dificulta l'evacuació cap a l'espai de la calor emesa per la superfície del planeta (prèviament aportada per la radiació solar), i per tant es produeix un escalfament.

Els processos involucrats en el canvi climàtic són nombrosos i molt complexos, i estan sent estudiats de forma aprofundida per científics de tot el món. Una activitat important en l'estudi del canvi climàtic és la reconstrucció del paleoclima a partir de senyals específics que es troben en materials sedimentaris diversos o en gasos atrapats en bombolles del gel dels casquets polars. Per a canvis més recents, es busquen evidències en l'estudi de llargues sèries de dades climatològiques o de l'evolució a llarg termini d'alguns ecosistemes terrestres, aquàtics o marins. No obstant això, el major èmfasi s'està produint en el camp de la modelació numèrica del clima a escala planetària a partir de les dades meteorològiques, dels canvis en la composició de l'atmosfera, i de l'estat físic i de la composició de l'aigua del mar.

Els models numèrics de simulació s'han anat millorant progressivament per incloure cada vegada més processos i més interaccions. Malgrat tot, el sistema, a més de ser molt complex, és molt sensible i un xic caòtic: els resultats poden variar notablement a causa de petites modificacions en certes hipòtesis i dades d'entrada. Es requereix no sols millores científiques, sinó costoses observacions i molt potents mitjans de càlcul, que encara no estan disponibles malgrat els ràpids i espectaculars avenços recents. A més s'ha d'admetre, com a principi universal, que hi ha una incertesa subjacent no eliminable, amb la qual s'ha de conviure i actuar, com succeeix en qualsevol procés natural.

Els models climàtics simulen tota la Terra i, per limitacions en la capacitat de càlcul, donen resultats que tracten de ser vàlids com a mitjana del que succeeix a territoris extensos, però no donen informació per a àrees més concretes, ja que cal considerar aspectes locals de topografia, vegetació, utilització del territori, circulació atmosfèrica... Per això es requereix passar de les escales planetàries a les locals («downscaling» en la parla dels experts) cosa que comporta afegir noves incerteses als resultats.

Existeixen grans dificultats per preveure l'evolució climàtica futura del planeta. Cal que els models responguin adequadament, i també un gran conjunt de dades sobre l'evolució futura de la insolació, composició de l'atmosfera, modificacions a la superfície de la Terra i en l'estat físic i químic de la superfície de l'oceà. Unes es poden preveure raonablement, unes altres són funció del que faci l'home planetàriament i d'altres són difícils de preveure. D'aquí ve que es treballi amb escenaris, que són determinades situacions que podrien ocórrer en funció de les evolucions que cal esperar en determinats factors.

Per comparar les previsions dels diferents models planetaris s'elaboren escenaris senzills de canvi, considerant diversos increments de CO₂ a l'atmosfera. Tots els models indiquen (en aquestes condicions, quedi clar) una tendència a l'escalfament; més precipitacions a unes àrees i menys a d'altres; i una general tendència a un comportament més irregular, amb estius més llargs. També es mostra una elevació lenta però progressiva del nivell del mar, per fusió de gels polars i expansió de l'aigua marina per escalfament.

Els diferents models existents donen resultats semblants per als primers temps de predicció però poden diferir notablement cap a finals del segle XXI, fent així les previsions cada vegada més incertes.

II.6.2. Canvi global

Fins aquí s'ha considerat el canvi climàtic i les conseqüències que se'n deriven. Ara bé, l'activitat humana també pot donar lloc a conseqüències semblants, en especial amb referència als recursos hídrics. Això, sumat al canvi climàtic, és el canvi global, entenent per «global» l'abastament de molts components i no una referència al globus terrestre.

Des d'un punt de vista local, i Catalunya i les seves àrees són petits territoris a escala del planeta, l'efecte global pot dominar. Probablement bona part dels canvis hídrics observats, com ara la disminució de cabals a certs rius catalans, aragonesos i valencians (Ter, Llobregat, Ebre, Túria, Xúquer), no és pròpiament canvi climàtic sinó canvi global, lligat a canvis en la coberta forestal en el territori i en l'explotació de les aigües subterrànies, segons el lloc que es consideri. En qualsevol cas, tot just ara es comença a tenir dades que permeten veure com ambdós processos, canvi climàtic i canvi global, poden actuar en general en el mateix sentit.

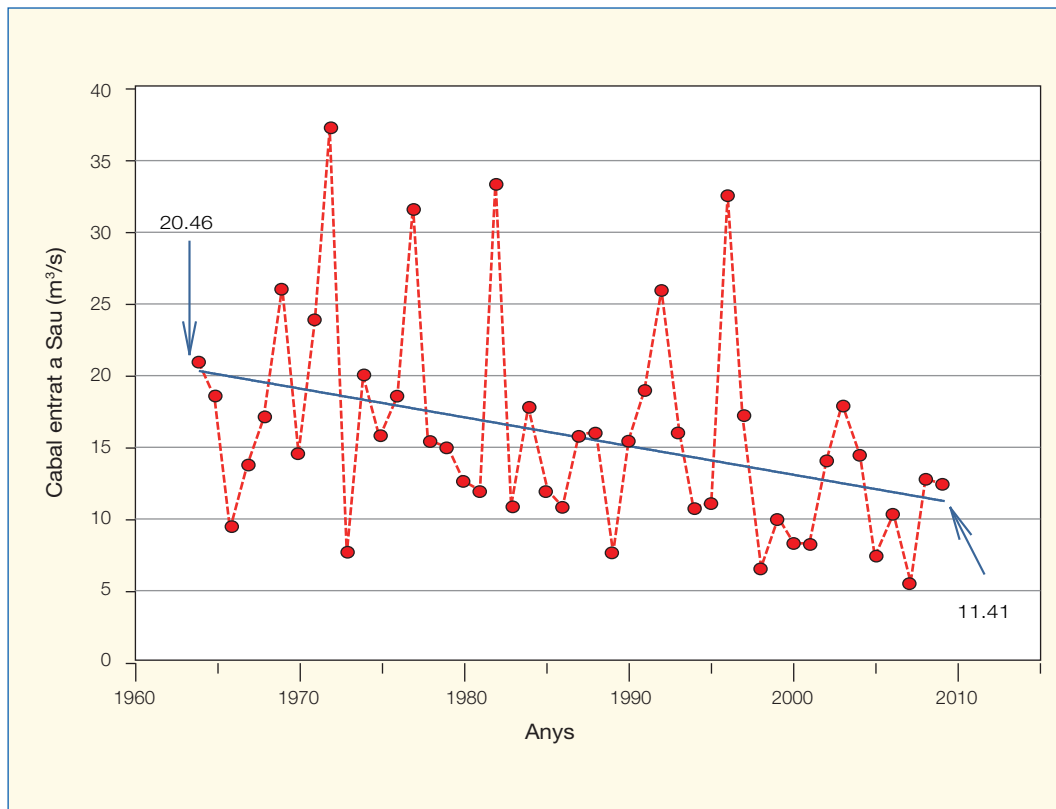
II.6.3. Canvis en els recursos hídrics a Catalunya

El 2n Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya, que s'ha presentat l'estiu de 2010, analitza els canvis als darrers 50 anys. Així, segons l'informe s'ha produït un increment de la temperatura de 0,21°C per dècada i un descens de la precipitació anual de l'1%, encara que d'altres estudiosos no veuen canvis significatius al conjunt de la precipitació. Pel que fa a les projeccions de futur, s'apunta cap a un progressiu escalfament, del voltant d'1,5° a 2°C a mitjans del segle XXI, i una reducció de la precipitació (d'entre el 10 i el 20%), amb estius més secs i llargs, més tempestuositat, desaparició de les restes de gel pirinenc i uns 0,5 m d'elevació del nivell del mar. Tot en xifres poc precises, que són objecte de discussió i que poden variar amb estudis més aprofundits, però que marquen una tendència que mereix atenció i l'adopció de certes mesures.

De cara al futur, es preveu clarament en l'esmentat informe una disminució de la disponibilitat de l'aigua, cosa que produirà una reducció i modificació del règim dels cabals dels rius, una disminució de la recàrrega dels aquífers, una modificació dels hidroperíodes a la zones humides i una pèrdua en la qualitat de l'aigua per alteració de processos lligats a cicles biogeoquímics. Com ja s'ha indicat anteriorment, la incertesa d'aquestes previsions és molt elevada i per tant s'han de prendre amb cura, però sense deixar d'actuar.

De vegades les previsions no es basen en una simulació numèrica sinó en observacions de les tendències seguides per alguns sistemes aquàtics que han estat estudiats durant llargs períodes de temps. Un dels casos més ben coneguts és la reducció del cabal aportat pel riu Ter a l'embassament de Sau. A la figura II.6.1²³ es pot apreciar com des del 1964 fins al 2009 el cabal entrat a Sau ha passat d'una mitjana anual de 20,4 a 11,4 m³/s, és a dir, una reducció superior al 40%.

Figura II.6.1. Evolució del cabal anual entrat a Sau de 1964 a 2009



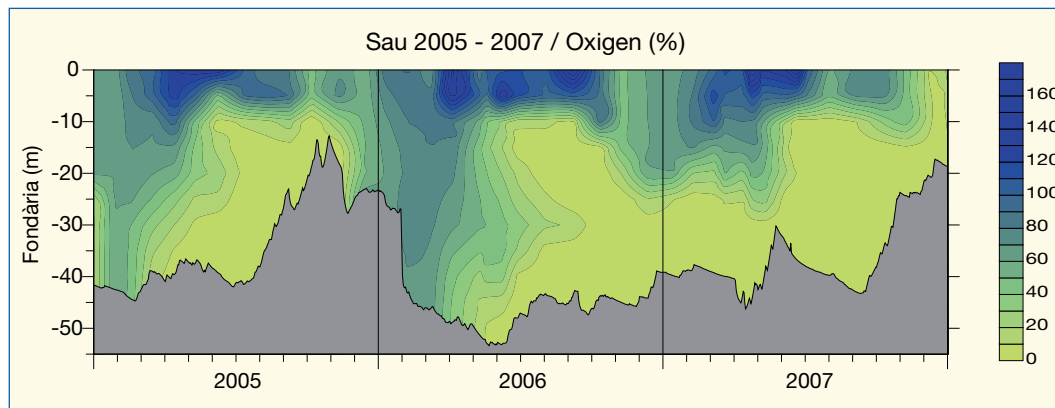
Estudis recents de les fluctuacions en el cabal del Ter, així com de la quantitat i qualitat de l'aigua de l'embassament de Sau per al període 1964 a 2007, indiquen que una part important dels canvis observats estan lligats a l'anomalia climàtica del Niño (ENSO), tal com succeeix a altres punts del planeta. No obstant això, és evident que aquesta pèrdua de cabal i de qualitat de l'aigua té altres causes relacionades amb l'activitat humana. En el cas del cabal de Ter, aquesta reducció es pot relacionar amb l'increment de la temperatura mitjana de la conca, de l'ordre d'1°C, i en especial amb l'augment als darrers 50 anys de la massa forestal tant en extensió com en densitat, cosa que incrementa la interceptació i evapotranspiració de la pluja. En altres paraules, una més gran part de l'aigua ploguda és retornada directament a l'atmosfera sense acabar al riu.

L'increment de temperatura de l'aire fa que augmenti el temps en què els embassaments estan tèrmicament estratificats, que a la regió mediterrània és aproximadament de nou mesos a l'any, i es preveu que es vagi allargant. La conseqüència directa de l'estratificació és que l'aigua del fons dels embassaments està menys temps en contacte amb l'atmosfera i això provoca llargs períodes d'anòxia (aigua sense oxigen),

23. Armengol J., Rodríguez J.J., García J.C., Ordóñez J., Marcé R. (2009). La gestión de los embalses en relación a la calidad del agua en condiciones de sequía extrema. Ingeniería del Agua, 16 (4), pp.175-184.

així com un augment de la concentració de compostos orgànics molestos i nocius, i del contingut en metalls pesants dissolts, que tenen incidència en la qualitat biològica i sanitària de l'aigua.

Figura II.6.2. Cicle anual de la saturació relativa d'oxigen respecte a la de l'aire. Embassament de Sau, 2005 a 2007



Nota: La fondària s'expressa respecte de la superfície de l'embassament.

Novament el riu Ter i l'embassament de Sau són un bon exemple per seguir les prediccions que s'han fet sobre els efectes conjunts del canvi climàtic i el global. A la figura II.6.2²⁴ es pot veure com l'evolució anual de la concentració d'oxigen per als anys 2005 a 2007 presenta un comportament anòmal per als dos darrers anys, dins del llarg període històric del qual es disposa. Així, tal com calia esperar, a l'hivern de 2005-06 tota l'aigua es va barrejar des de finals de desembre fins a principis març, cosa que va permetre l'entrada d'oxigen i la sortida de CO₂, fent així possible la recuperació de la qualitat de l'aigua del fons de Sau. L'hivern de 2006-07 va ser més càlid que l'anterior, amb poca o gens de neu a la capçalera pirinenca del Ter, cosa que va tenir com a conseqüència que no hi hagués barreja de tota l'aigua de l'embassament. El resultat d'aquest hivern càlid va ser que l'aigua del fons de Sau va estar uns 20 mesos aïllada de la resta de la que hi havia emmagatzemada amb la consegüent pèrdua de qualitat. Aquest fet es va produir per primera vegada des de la posada en servei de l'embassament de Sau (1964).

II.6.4. Consideracions finals

L'exemple del Ter i de l'embassament de Sau mostren clarament el vincle entre el canvi climàtic i el canvi global amb la disponibilitat i qualitat de l'aigua, que és perfectament extensible a la resta dels embassaments, no sols catalans sinó de tota la conca mediterrània. Si es compleixen les prediccions de l'IPCC (Panell Intergovernamental del Canvi Climàtic) del 2007, i les més recents del 2n informe sobre Canvi Climàtic a Catalunya (2010), es tindrà més sequeres i més evapotranspiració, cosa que es traduirà en rius més secs i, per tant, amb una menor capacitat d'autodepuració. Aquesta aigua, en arribar als embassaments, que estaran més temps estratificats tèrmicament, afectarà de forma considerable el contingut d'oxigen de l'aigua emmagatzemada. En termes de disponibilitat de recursos hídrics en els embassaments d'abastament de les conques del Ter i del Llobregat, es pot dir que es tindrà menys aigua i que serà de pitjor

24. Idem 23.

qualitat. En altres paraules, es reduirà la garantia per a l'abastament a les poblacions, cosa que farà més necessària la recerca de noves fonts de recursos, la interconnexió de les xarxes d'abastament, i encarirà els tractaments de potabilització necessaris. Pel que fa als aqüífers, encara que es disposa de menys dades i que presenten una menor sensibilitat directa a les variacions de temperatura, cal tenir en compte la seva lenta resposta als canvis; la gran sensibilitat a la quantitat i règim de la precipitació i a l'increment de la incidència de la massa forestal. Per tots aquests motius cal esperar una disminució de la disponibilitat d'aigua que podria ser important.

La disminució de les incerteses associades a l'impacte del canvi global en la disponibilitat de recursos hídrics, requereix xarxes d'observació apropiades i ben mantingudes. També és necessari millorar progressivament els mitjans d'anàlisi d'aquestes dades, incloent-hi models de simulació. Tot i tenint present que l'acció antròpica pot tenir una incidència sobre el canvi global que pot superar l'efecte degut al canvi climàtic.