

Les Fonts del Bastareny i l'origen del riu Llobregat, la seva capçalera i l'embassament de la Baells

Recursos d'aigua, energia i economia productiva: abastament d'aigua potable, molins, agricultura, hidroelectricitat, indústria tèxtil i colònies, mineria del carbó, central tèrmica de Cercs, explotació de calcàries per a la fabricació de ciment a Figols i al Clot del Moro...

Objectiu i presentació

Observacions sobre el **naixement del riu Bastareny**: la seva importància i **significació**. L'**embassament de la Baells** al Llobregat i els de la Llosa del Cavall i Sant Ponç, que es troben al riu Cardener, tenen un paper estratègic, conjuntament amb els embassaments del riu Ter, en l'**abastament d'aigua potable** del Barcelonès, Vallès Occidental i Oriental, Maresme, Baix Llobregat, Garraf, Alt Penedès i Anoia (> 5 milions d'habitants).

Les **activitats mineres d'explotació de les sals potàssiques i sòdiques** als rius Cardener i Llobregat: Súria, Cardona, Balsareny i Sallent afecten el paisatge i la qualitat de les aigües i originen fenòmens de subsidència (Cardona, Sallent...) i influeixen el desenvolupament de captures càrstiques de les aigües superficials (riu Cardener).

Una referència històrica: l'**origen de la industrialització de Catalunya** (segles XIX i XX); l'**aigua com a força motriu** de la indústria tèxtil al **Llobregat** i al Ter (les colònies: Rosal, Viladomiu...); la situació actual: el Parc Fluvial del Llobregat. L'explotació de recursos geològics (roques o minerals, àrids...), p.e. **calcàries per a la producció del ciment**: la fàbrica modernista del Clot del Moro. La **mineria del carbó**: Vallcebre, Figols i Sant Corneli (i la Nou). La **hidroelectricitat**. L'**agricultura**. Altres aspectes: l'**arquitectura** moderna, l'arquitectura romànica, ponts medievals, els ferrocarrils miners...

La **conca del Llobregat**: l'eix del Llobregat i la **seva ordenació**. Problemàtica molt complexa, traça de **tot tipus d'infraestructures** i activitats relacionades: autopistes i autovies, carreteres, ferrocarril de rodalies i d'alta velocitat, aeroport, equipaments de l'aigua (depuradores potabilitzadores, dessalinitzadores...), túnel del Cadí, transport d'energia, logística...)

Degradació i destrucció del paisatge, contaminació atmosfèrica i de les aigües superficials i subterrànies, risc d'inundacions... El Llobregat és un territori en el que, ineludiblement, s'han introduir objectius de sostenibilitat. Zygmunt Bauman considera "que la societat occidental sap que pràctica una manera de viure insostenible: explotem els recursos del planeta Terra com si en tinguéssim un i mig de planetes i, si ara s'hi uneixen els països emergents (Brasil, Sud-àfrica i l'Índia) necessitarem cinc planetes; qui trobarà els quatre planetes que falten?". No obstant, Bauman també diu: "que mai s'ha de perdre l'esperança".

Stop 1. Berga càmping

Emmarcament geogràfic i geològic

Les gran unitats estructurals de Catalunya: Pirineus, Conca de l'Ebre i Serralades Costaneres. Les depressions neògenes. Materials i estructura en cada unitat estructural.

Observació del contacte entre la Conca de l'Ebre i els Pirineus

L'estructura entre la serra de Santa Maria de Queralt i la Serra del Cadí-la Cerdanya (depressió): estructures d'encavalcament (i de plegament associades) (figura 1). Com s'origina aquesta intensa deformació i quan? Respondre a aquesta qüestió ens porta a la Tectònica de Plaques. El perfil Ecors: la subducció de la placa Ibèrica sota de l'Euroasiàtica. El mapa de sismicitat de Catalunya: la situació geològica dels epicentres.

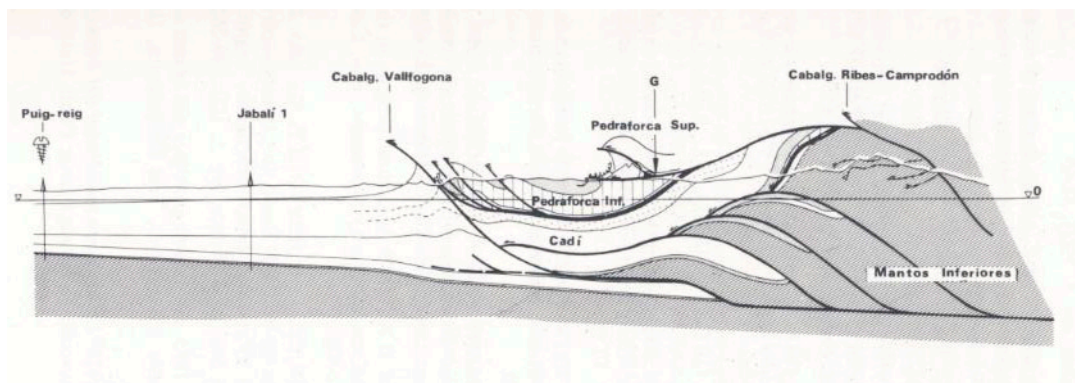


Figura 1. Tall geològic dels Pirineus. Estructures d'encavalcament: mantells del Pedraforca superior i inferior, mantell del Cadí. (Verges i Martínez, 1988).

Stop 2. Pont del Molí del Puig

El naixement del Bastareny com a expressió de la circulació subterrània de la serra del Cadí: l'aquífer o sistema càrstic de la serra del Cadí

Recerca en hidrologia subterrània del carst. Què és el carst? (l'aigua i el CO₂: la dissolució). El Laboratori Subterrani de Moulis (França, CNRS) i l'experiència de Rellinars (Servei Geològic de Catalunya i Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona (1980-1982). Els esquemes o models **conceptual i realista** aportats per la recerca del Laboratori Subterrani de Moulis (figures 2 i 3) són particularment suggestius.

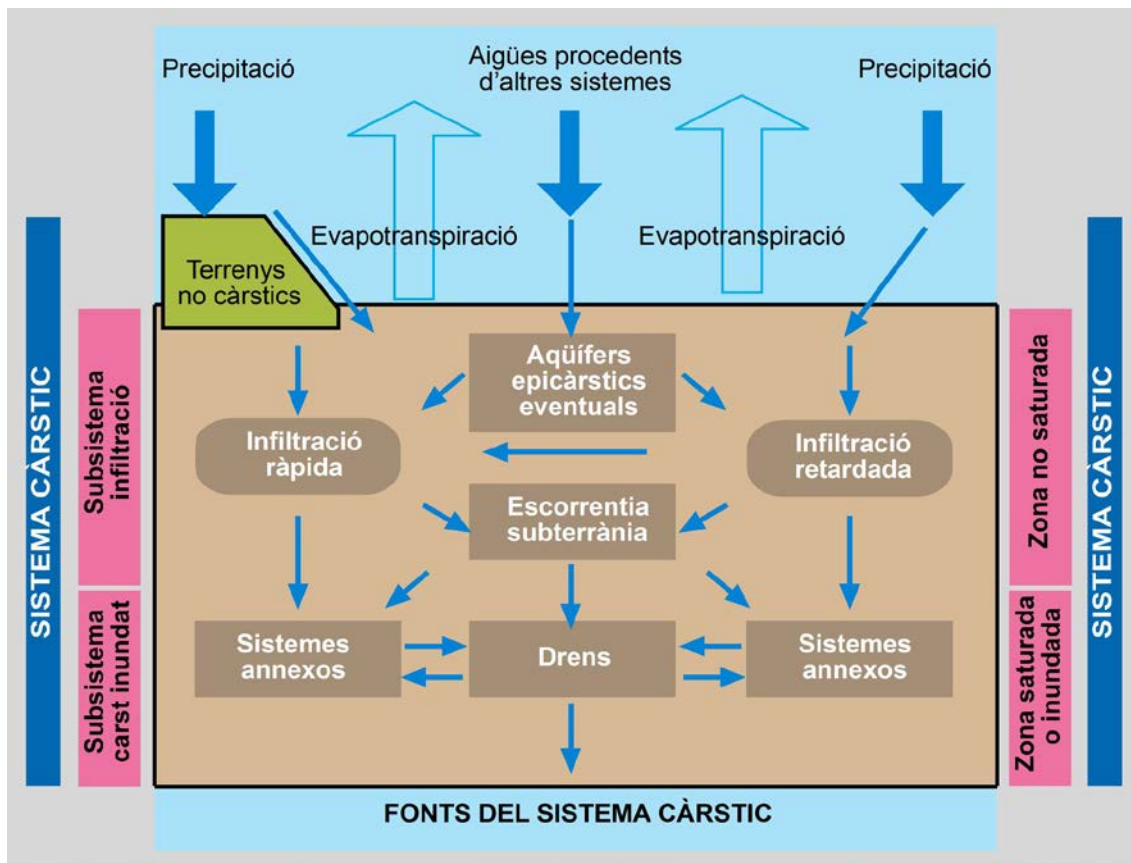


Figura 2. Esquema conceptual d'un aqüífer o sistema càrstic (Mangin 1975).

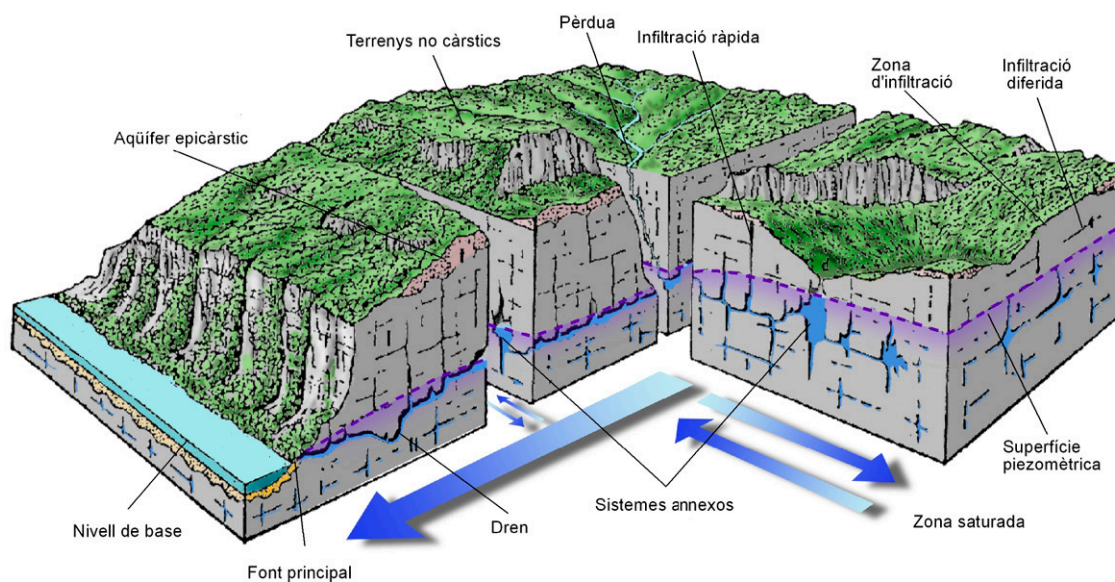


Figura 3. Esquema o model realista del sistema càrstic de Baget (França) (Mangin, 1975).

La recerca hidrològica dels exemples **d'aqüífers o sistemes càrstics** dels **Pirineus de Catalunya** s'ha desenvolupat dels anys 80 fins a l'actualitat (Servei Geològic de Catalunya, Junta d'Aigües de Catalunya, Facultat de Geologia-UB i Laboratori Subterrani de Moulis-CNRS). Els Pirineus són una serralada alpina: importants afloraments calcaris (Devonià-Carbonífer, Triàsic, Juràssic, Cretaci, Paleocè i Eocè), forts gradients de relleu i una precipitació important i innivació. Dos exemples es defineixen com a **sistemes experimentals de referència: Bastareny i Joeu**.

Els exemples de l'alt Llobregat són els **sistemes de les Fonts del Bastareny** i de les **Fonts del Llobregat**; també s'ha investigat el sistema de la Fou de Bor a la Cerdanya (alt Segre).

El sistema de les Fonts del Bastareny és l'exemple que caracteritza i defineix la serra del Cadí com un aqüífer càrstic amb una important circulació subterrània. La seva descàrrega hídrica l'expressen el conjunt de punts d'aigua que definim com a Fonts del Bastareny; es poden distingir com a fonts principals i permanents: el Bullidor de Sant Esteve, l'Adou del Bastareny i la Font del Violí i les fonts temporals o sobreeixidors: l'SC-30 i el Bullidor de la Llet.

Metodologia

Una **metodologia potent** en la **recerca hidrològica** de la circulació subterrània de la serra del Cadí: **enfocament sistèmic, hidrològic, experimental i interdisciplinari** (i transdisciplinari).

L'aqüífer o sistema càrstic de la serra del Cadí com un **laboratori natural** (figura 4). La serra del Cadí, una caixa negra: entrades i sortides d'informació, és a dir, de característiques de l'aigua que són objecte de recerca: **cabal (Q), temperatura (T), ions en dissolució** (total d'ions: Mineralització, M o Conductivitat, C), els isòtops, la **fauna aquàtica** quasi microscòpica... (figures 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 i 12).

El monitoratge de la sortida/es (espai físic): del cabal, la temperatura, la conductivitat (paràmetre global del contingut iònic o mineralització de l'aigua, és a dir, del total d'ions en dissolució), isòtops, la radioactivitat (radó), gasos... Mostratge i anàlisis químiques i filtratge de la fauna aquàtica. També es quantifiquen les entrades al sistema: estació meteorològica de Gisclareny (coll de la Bena), pluviòmetres totalitzadors, l'aqüífer epicàrstic de la font Tordera (2465 m) i el carst superficial (depressions i pèrdues...). En el temps que és fa? S'estudia el cicle hidrològic anual i les crescudes a partir del cabal, la temperatura, la mineralització i la fauna aquàtica.

Dos objectius fonamentals: com **funciona** l'aqüífer o sistema càrstic i quina **estructura té** (avaluar l'aportació anual, les reserves dinàmiques i profundes..., les possibilitats d'explotació, la protecció del sistema, la gestió sostenible...).

El relleu i la geologia: materials i estructura tectònica del sistema càrstic de la serra del Cadí

La conca és d'aproximadament 55 km² i l'altitud màxima és el Vulturó amb 2648 m. El carst superficial té un desenvolupament important i s'ha estudiat l'epicarst de la Font Tordera que es troba a 2465 m. El Bullidor de Sant Esteve, font principal més baixa, és a 920 m (figura 4).

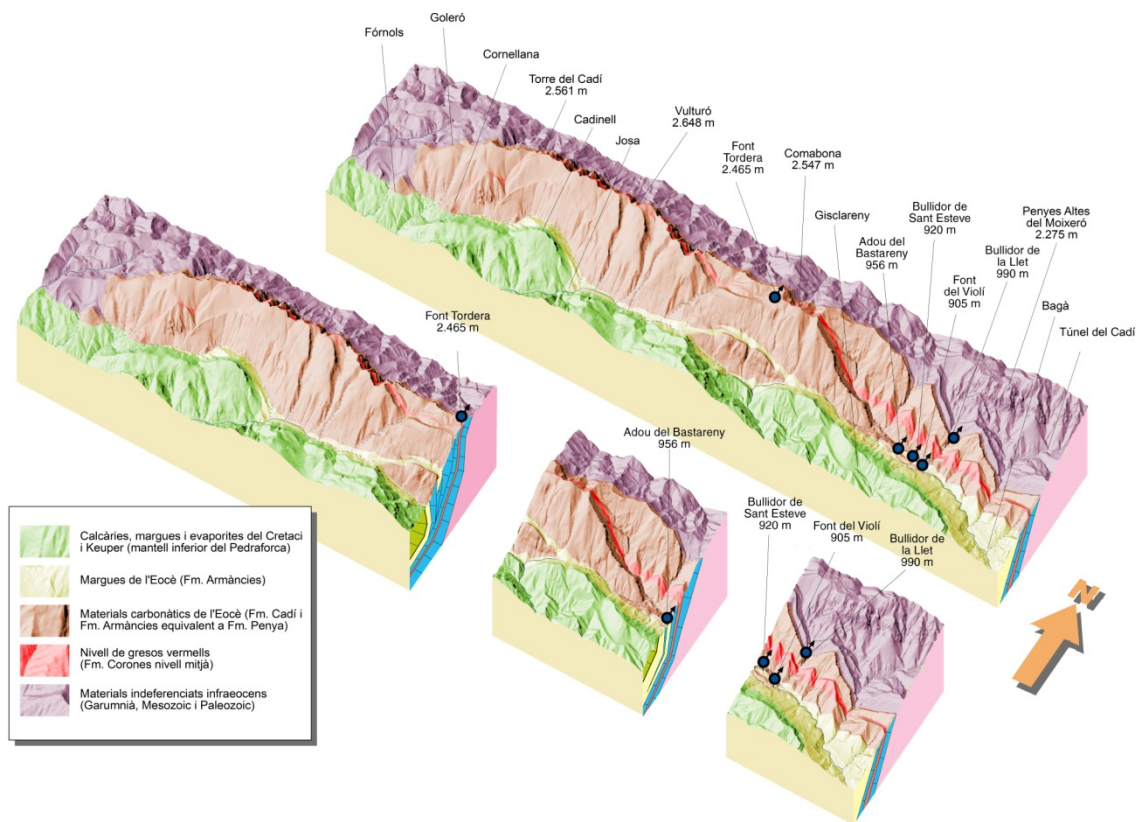


Figura 4. Bloc diagrama amb el relleu i la geologia de la serra del Cadí i les Fonts del Bastareny. També se situa la font Tordera que aporta informació sobre l'aqüífer superficial o epicarst. Els colors taronja i blau indiquen el relleu de la Serra del Cadí (i la Moixa) i els materials calcaris que constitueixen l'aqüífer o sistema càrstic del Bastareny.

La informació que ens proporciona l'anàlisi del cabal (Q)

El total de l'aportació d'origen subterrani el determina l'estació del pont del Molí del Puig (figura 5). L'aportació total anual és de l'ordre de 50 hm³.

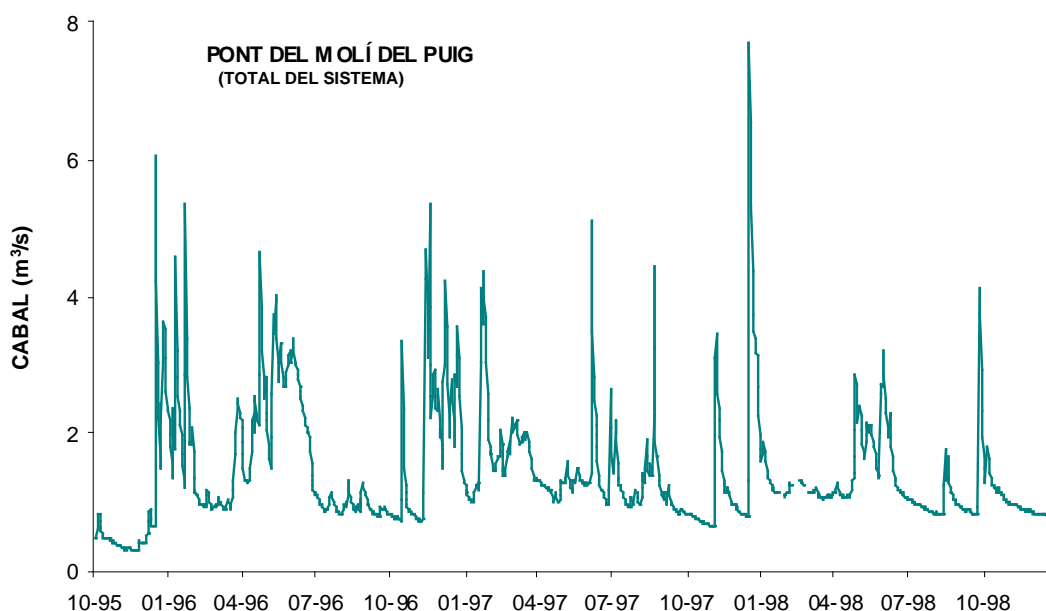


Figura 5. Hidrograma de cabal (Q) del sistema càrstic de les Fonts del Bastareny.

L'anàlisi matemàtic de l'hidrograma permet calcular el **volum de reserves hídriques subterrànies** que en el sistema del Bastareny és superior a **11 hm³**.

Equació de càlcul del volum de reserves:

$$Q = Q_0 e^{-\alpha t} \quad V = \int_0^{\infty} Q_0 e^{-\alpha t} \quad V = \frac{Q_0}{\alpha (C)}$$

La captació de la Font del Violí resol l'abastament d'aigua potable de Bagà (figura 6). A més hi ha altres aprofitaments (o hi havia) en el mateix naixement: el molí del Puig (que és un molí fariner, segles XVII-XVIII) i minicentrals hidroelèctriques que utilitzen l'aportació de l'Adou (minicentral de l'Adou) i el total de les aportacions (Adou, Bullidor de Sant Esteve, Font del Violí) del sistema: minicentral del Salt de Bagà (a més hi ha les minicentrals de Coll de Pendís i Can Perereda), aigua avall del naixement hi ha hortes a la plana de Bagà i temps enrere hi havia una piscifactoria.



Figura 6. Captació de la font del Violí per a l'abastament d'aigua potable. Instruments del monitoratge: sondes de cabal, temperatura, conductivitat i radó.

Anàlisi de les respostes tèrmiques en crescudes als sistemes de Baget, Verneau i Rellinars

La figura 7 il·lustra dues situacions diferents: aquífer amb reserves i sense reserves.

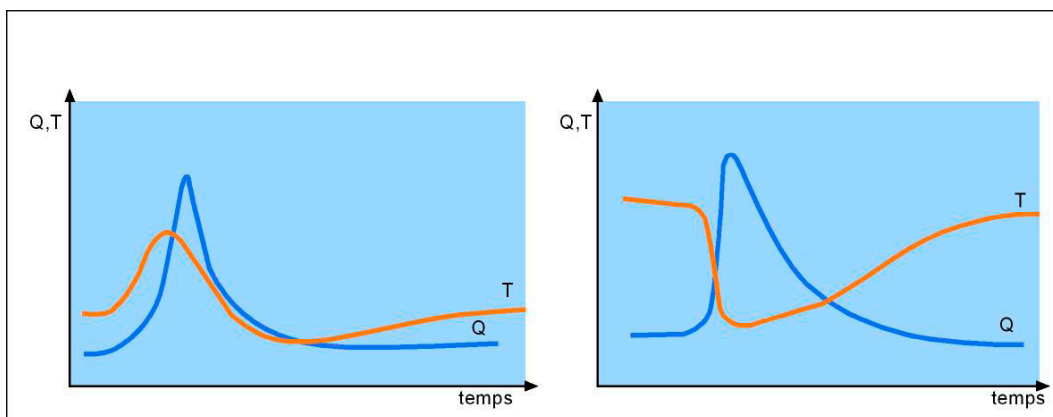


Figura 7. A l'esquerra, resposta de la temperatura en el sistema càrstic de Baget: augment de la temperatura amb l'augment de cabal, que indica l'existència d'importantes reserves dinàmiques (de l'ordre 4 hm^3). A la dreta, resposta de la temperatura al sistema càrstic de Vernau, on s'observa una disminució de la temperatura amb l'augment del cabal, que indica l'inexistència de reserves o la seva escassa significació ($0.1- 0.2 \text{ hm}^3$) (Freixes, 2013; modificat d'Andrieux, 1978 i Tresse i Tissot, 1978).

A la figura 8 es poden observar les respostes tèrmiques en dues crescudes controlades a les Fonts de Rellinars (1982), surgència principal del sistema càrstic de Rellinars. Aquest sistema es troba en els conglomerats calcaris de la serra de l'Obac. Les reserves del sistema són poc importants ($0.1-0.2 \text{ hm}^3$). Les respostes tèrmiques indiquen que no hi ha efecte de descàrrega, confirmant els càlculs realitzats sobre les reserves del sistema.

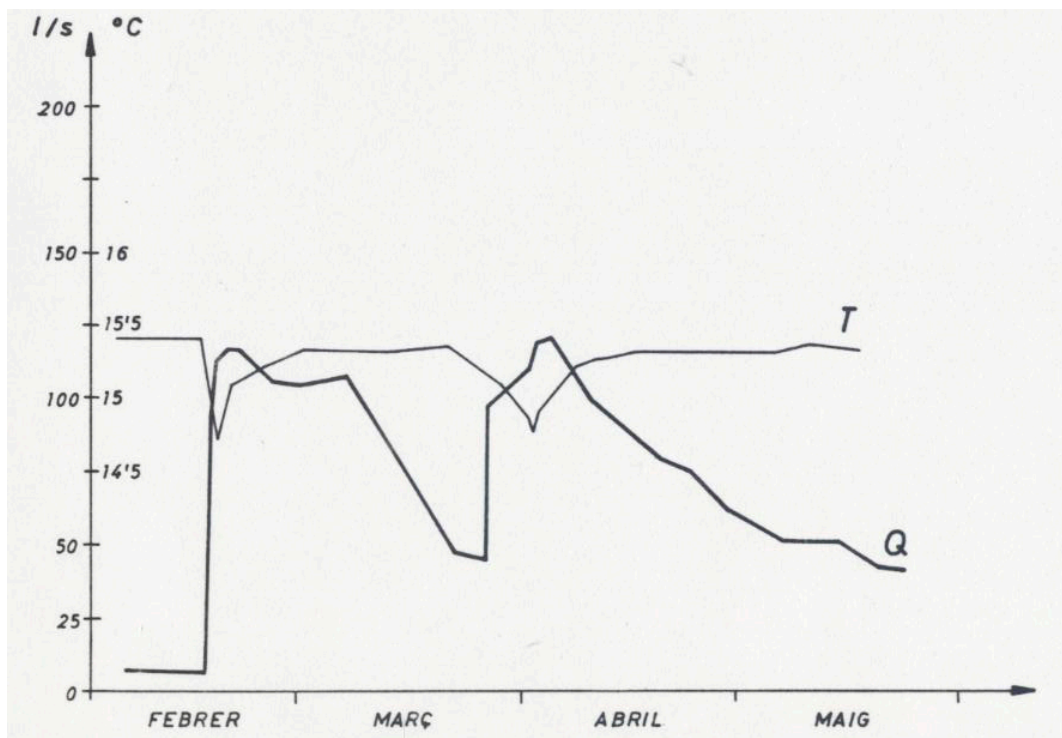


Figura 8. Respostes de cabal (Q) i temperatura (T) en dues crescudes al sistema càrstic de Rellinars que caracteritzen un sistema amb escasses reserves ($0.1-0.2 \text{ hm}^3$) (Fonts de Rellinars) (Freixes, 1986).

Anàlisi de les respostes químiques (M, C) en diferents crescudes del sistema de Baget (França) i d'una crescuda al sistema de Vernau (França) (figures 9 i 10)

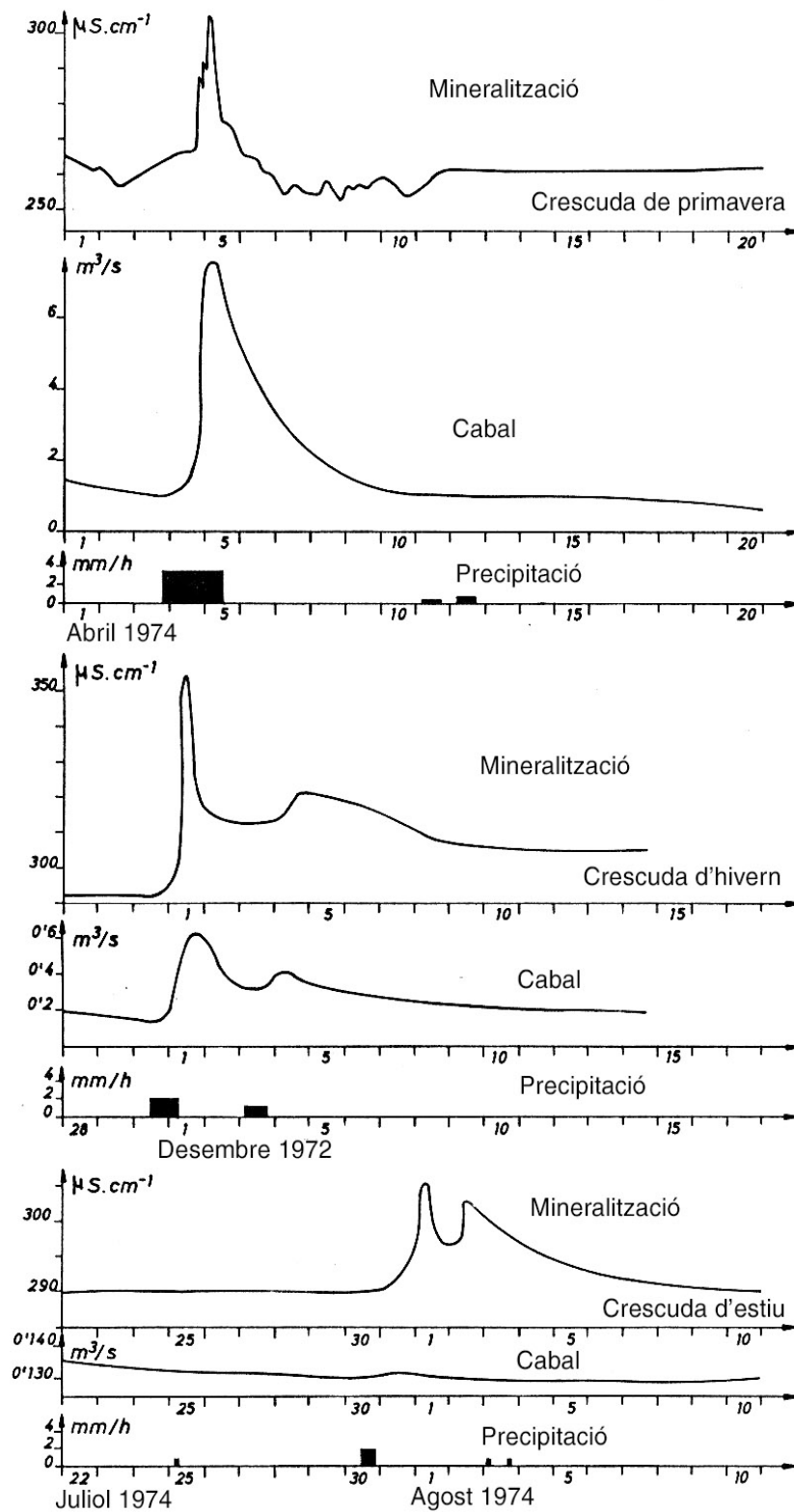


Figura 9. Respostes de cabal i mineralització en diferents crescudes del sistema càrstic de Baget. Indiquen l'existència de reserves importants (efecte de descàrrega) (Bakalowicz, 1979)

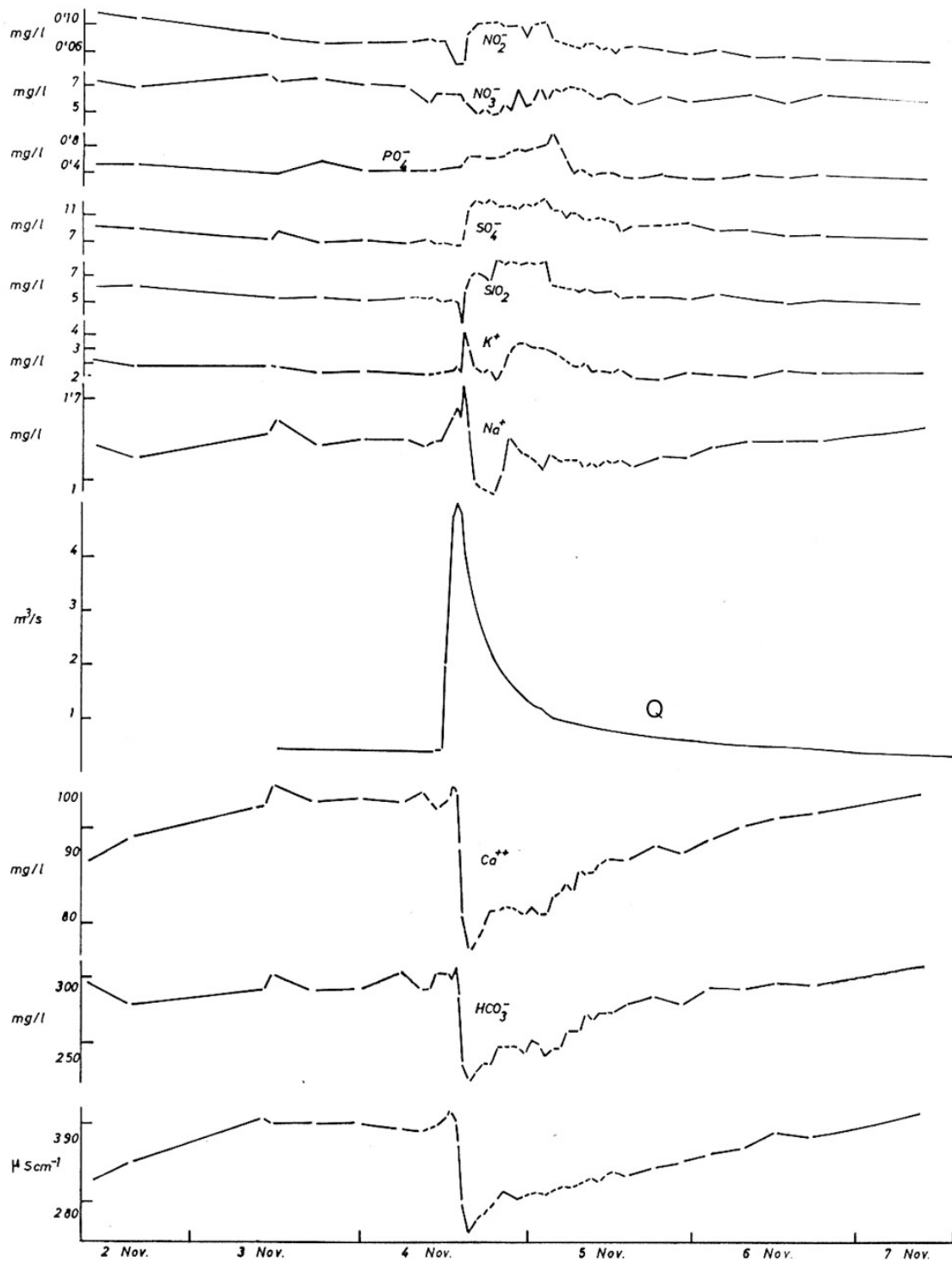


Figura 10. Respostes de cabal i conductivitat al sistema càrstic de Verneau que assenyalen l'inexistència de reserves o la seva escassa significació (Tresse i Tissot, 1978)

Anàlisi de les respostes hidrobiològiques (figures 11 i 12)

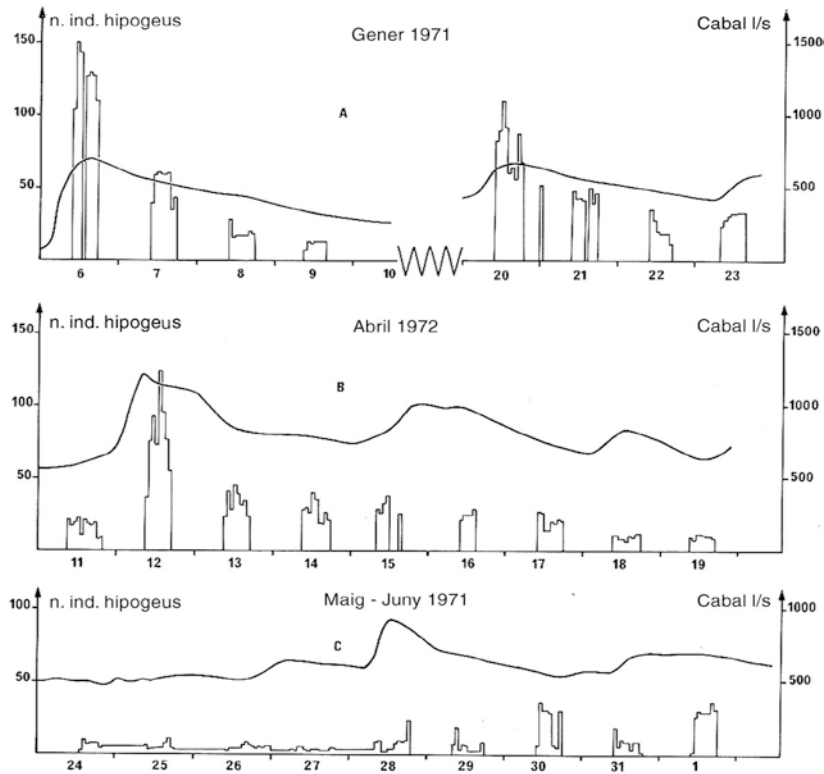


Figura 11. Respostes hidrobiològiques a les Hountas, font principal del sistema càrstic de Baget (França). Es tracta de crustacis aquàtics (Copepoda, Harpacticoida) que poblen l'ecosistema càrstic aquàtic (la zona inundada del carst) (Rouch, 1978).



Figura 12. Cyclops, crustacis (Copepoda, Cyclopoida) que tenen una presència important en els filtratges realitzats a les Fonts del Bastareny (Bullidor de Sant Esteve i Adou del Bastareny).

Stop 3. El Bullidor de Sant Esteve

És la **font principal més baixa: 920 m** (estació del pont del Molí del Puig i estació del Bullidor de Sant Esteve), amb un cabal més elevat de prop de 5 m³/s (figures 13, 14 i 15).

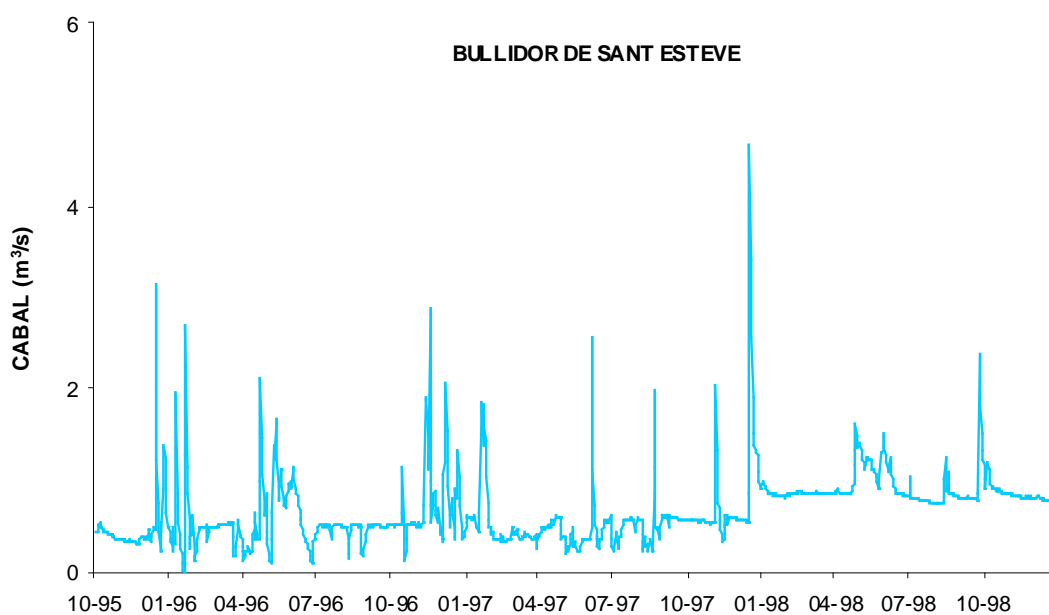


Figura 13. Hidrograma del cabal del Bullidor de Sant Esteve

Respostes de la temperatura i la conductivitat al Bullidor de Sant Esteve

La figura 14 il·lustra les respostes de temperatura i conductivitat del Bullidor de Sant Esteve que assenyalen l'existència de reserves importants a la zona inundada o saturada de l'aqüífer del Bastareny, que confirmen els càlculs realitzats a partir de l'hidrograma de cabal.

Sistemàticament en totes les crescudes: tot augment de cabal es correspon amb un augment de la temperatura i de la conductivitat.

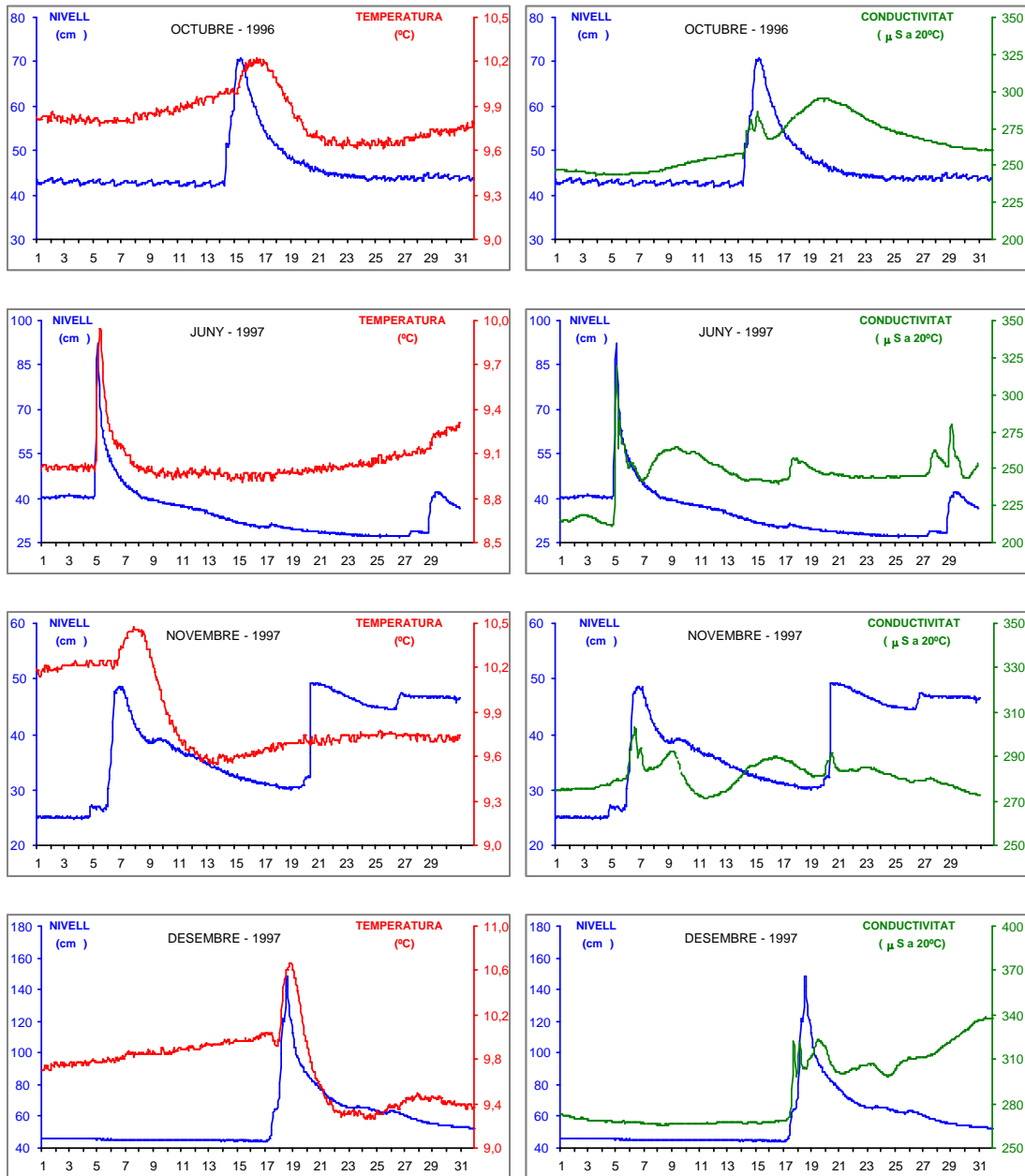


Figura 14. Respostes de la temperatura i la conductivitat del Bullidor de Sant Esteve. L'Adou del Bastareny amb l'augment de cabal (o nivell) hi ha augment de la temperatura i de la conductivitat assenyalant l'existència de reserves importants.



Figura 15. Bullidor de Sant Esteve (estació de control: cabal, temperatura, conductivitat).

Stop 4. L'Adou del Bastareny

La "font principal més alta": 952 m (L'Adou com a "font principal més alta" o "sobreeixidor de funcionament permanent") (figures 16, 17, 18 i 19).

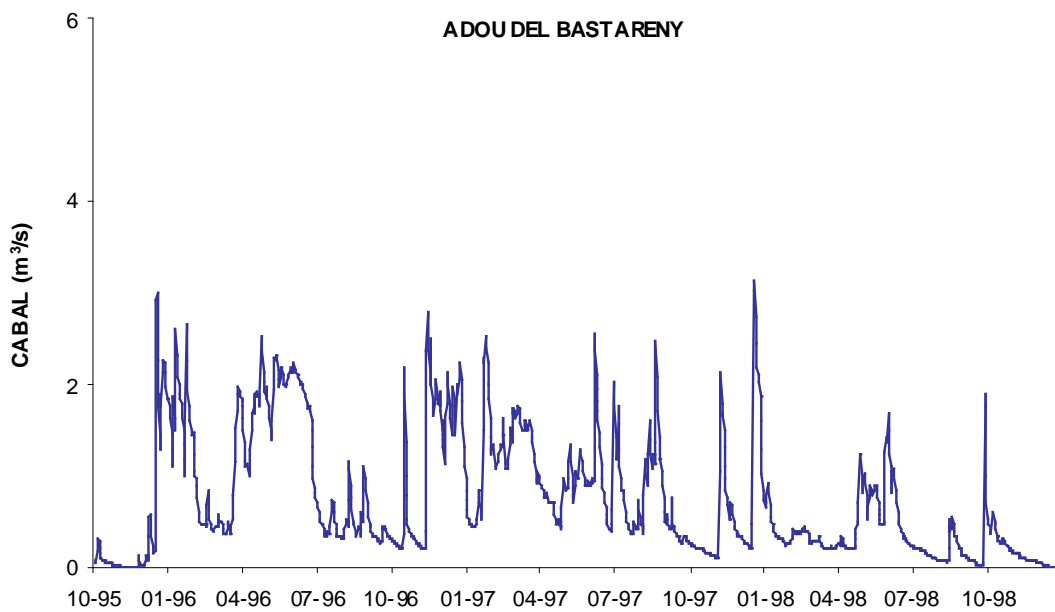


Figura 16. Hidrograma de cabal de l'Adou del Bastareny.

Anàlisi de les respostes de la temperatura i la conductivitat a l'Adou del Bastareny en diferents crescudes

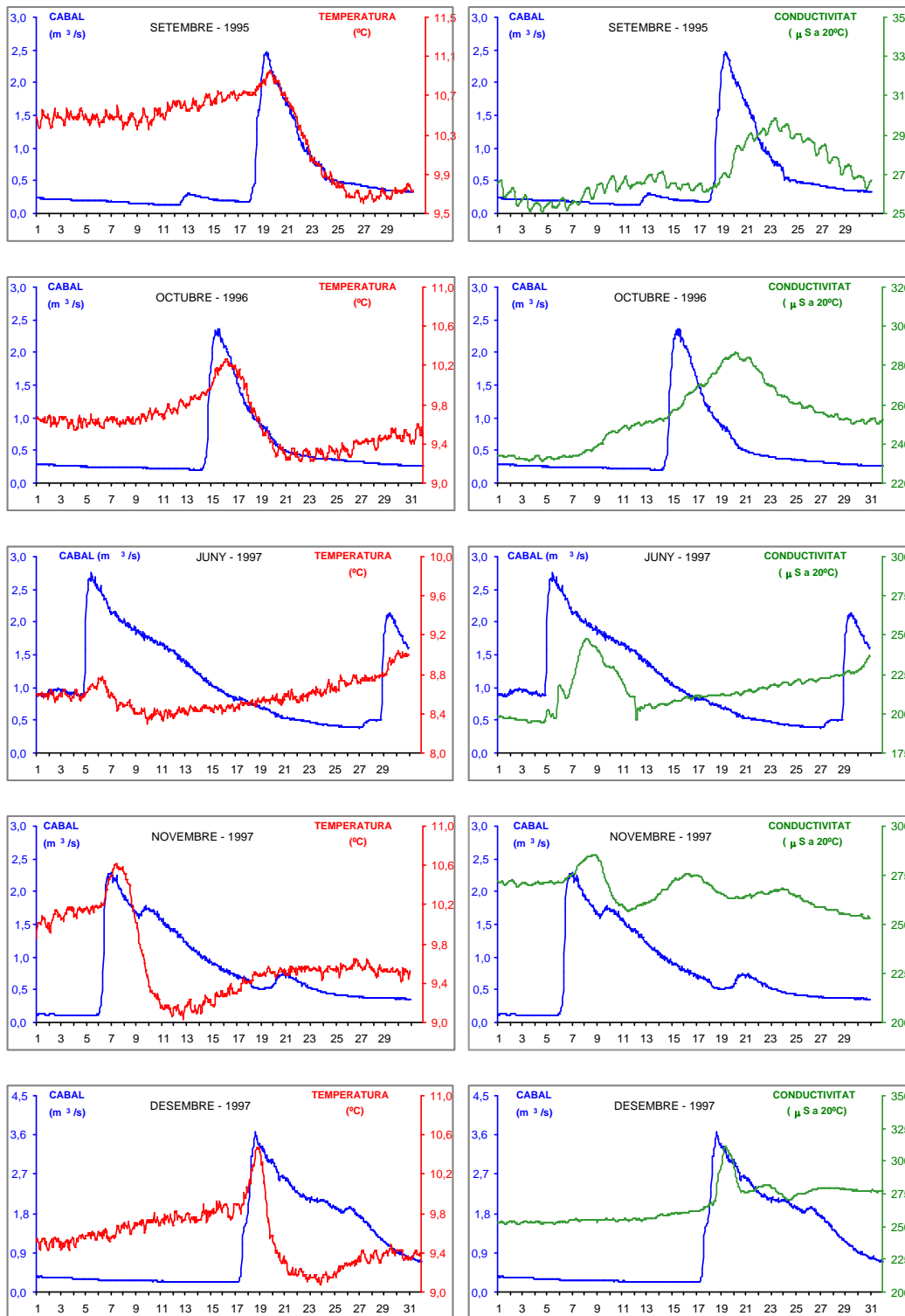


Figura 17. Respostes tèrmiques i de la mineralització (conductivitat) de l'Adou del Bastareny.



Figura 18. Aportació de l'Adou del Bastareny en situació de forta crescuda abans de l'estació de control.



Figures 19 i 20. L'Adou del Bastareny en funcionament i seca en el punt de descàrrega més cabalós.

Stop 5. Bullidor de la Llet (opcional)

És necessari referir el **Bullidor de la Llet** per la seva situació geològica i particularitats hidrològiques (cabal, temperatura). Aquest sobreeixidor es localitza al torrent de la Font del Faig (figura 21).



Figura 21. Bullidor de la Llet (torrent de la Font del Faig).

El sistema càrstic del Bastareny: consideracions finals

El paper del coneixement a l'hora de determinar l'interès i la importància des recursos i les reserves d'aigua i, per tant, el coneixement és indispensable per decidir i concretar les iniciatives de gestió: estratègies en l'explotació dels recursos hídrics, definició dels dispositius de captació i regulació, protecció de les aigües subterrànies (cartografies de vulnerabilitat i risc), iniciatives de sostenibilitat... i, fins i tot, noves iniciatives en l'exploració dels aqüífers i en l'obtenció de nou coneixement. El paper estratègic dels aqüífers de la capçalera del Llobregat: les seves reserves i la seva aportació a la Baells.

Les dades rellevants del carst o sistema del Cadí (Fonts del Bastareny): **els materials són calcàries**, margocalcàries i gresos de l'Eocè i l'estructura forma part del **mantell del Cadí** (que es desenvolupa a molta profunditat), la **conca** de l'ordre de **55 km²**, el **Bullidor de Sant Esteve**, font principal, es troba a **920 m**, la **màxima** altitud és el **Vulturó amb 2648 m**, important la **morfologia càrstica** superficial i subterrània és **important**, l'**aportació total** és d'uns **50**

hm³, el volum de **reserves** dinàmiques és superior als **11 hm³** i, a més, és possible l'existència de **reserves profundes**.

Les dades més rellevants del sistema les Fonts del Llobregat són les següents: materials formats per calcàries del Devonian (i Carbonífer superior) i estructura tectònica herciniana i alpina molt complexa, la **conca** és aproximadament de **35 km²**, les Fonts del Llobregat es troben a **1300 m**, **l'aportació del sistema** és de **28.3 hm³** i les **reserves** dinàmiques de l'ordre de **3.7 hm³**.

Si es compara l'aqüífer o sistema de les Fonts del Bastareny (Serra del Cadí i Moixa) amb l'aqüífer o sistema de les Fonts del Llobregat (del Puigllançada fins als relleus de Pedra Picada) és constata **un canvi de paradigma**.

En efecte, els resultats i conclusions porten a un canvi de paradigma: **el naixement realment important del riu Llobregat**, tant per l'aportació com per les reserves **és el que defineixen les Fonts del Bastareny**.

Stop 6. El Llobregat aigua amunt de la Baells

(carretera paral·lela, abans de Sant Corneli)

Característiques hidrològiques de la capçalera

La conca està constituïda per les aportacions dels rius Arija i Llobregat, per la seva esquerra i pels rius Bastareny i Saldes per la seva dreta. L'extensió de la conca és de 345 km² i a l'estació del Collet l'aportació anual de 167 hm³.

El riu Llobregat abans de l'embassament. El flux és el propi d'un riu a la seva capçalera que té (o hauria de tenir) unes característiques físiques, químiques i ecològiques pròpies d'un curs fluvial poc influenciat i modificat. No obstant, les activitats humanes sempre influeixen en menor o major grau (canal industrial de Berga, aprofitaments hidroelèctrics, derivacions per reg, captacions d'aigua subterrània...).

Erosió mecànica i gènesi de la morfologia de congost per l'encaixament progressiu del riu en els materials calcaris. Els dipòsits fluvials (graves, sorres, llims i argiles) i l'aportació de sediments cap a l'embassament. El rebliment progressiu de l'embassament i la seva vida útil (operacions de dragatge...). La problemàtica dels rius amb desembocadures deltaïques i la sostenibilitat d'aquesta estructura sedimentària.

L'aigua que aporten les Fonts del Bastareny i les del Llobregat té una qualitat excel·lent si ens referim al seu contingut iònic o mineralització: són aigües de baixa mineralització i bicarbonatades càlciques, que contrasten amb les aportacions provinents del riu Saldes, concretament de l'àmbit de Vallcebre,

amb aigües d'elevada mineralització dels tipus clorurades sòdiques o sulfatades càlciques (figura 22).

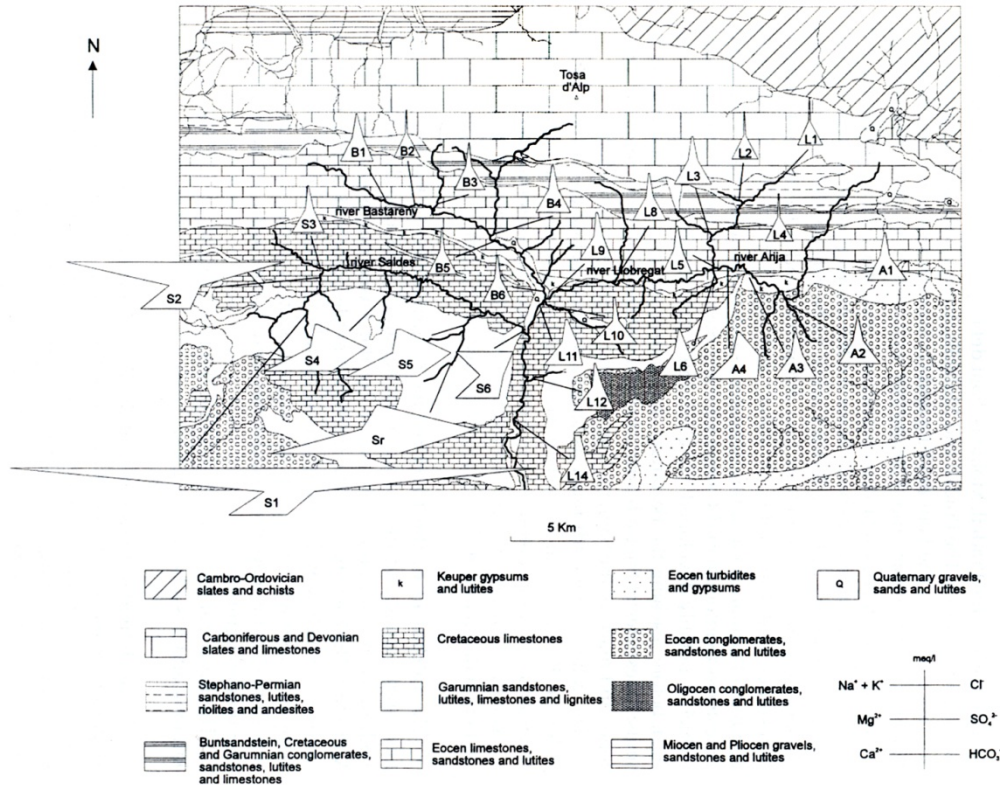


Figura 22: Qualitat química de les aigües de la capçalera del Llobregat. Mostreig i anàlisi química de les aportacions més importants: riu Arija i riu Llobregat, riu Bastareny, riu Saldes i riu Llobregat (abans de l'embassament de la Baells) (Freixes et al., 1996).

Stop 7. La cua de l'embassament de la Baells

(observacions des de la carretera que puja a la Nou)

La **cua de l'embassament és un espai fluctuant** de manera molt marcada, sobretot com a conseqüència dels forts episodis de sequera que caracteritzen l'àmbit mediterrani.

La **central tèrmica de Cercs** i la **mineria del carbó**, activitats que han estat molt importants i que formaven part, juntament amb les indústries tèxtils, de la important economia productiva del curs alt i mig del Llobregat. En totes aquestes activitats la disponibilitat d'aigua ha estat un factor determinant.

Stop 8. L'embassament de la Baells

L'embassament de la Baells i la seva tancada (figura 23). La seva capacitat màxima de regulació és de 100 hm³ (recordeu que la conca de la Baells amunt és de 345 km² fins al Collet). L'aportació dels aqüífers càrstics (superior als 75 hm³) i altres... Els altres embassaments que formen part de la conca del Llobregat: la Llosa del Cavall i Sant Ponç amb 80 hm³ i 24,38 hm³, respectivament, que es troben al riu Cardener, afluent del Llobregat. El paper estratègic d'aquests embassaments en l'abastament de Barcelona i comarques veïnes. La prevenció de les inundacions. Problemes de qualitat de l'aigua del Llobregat com a conseqüència de l'elevada salinitat: clorurs, sodi, potassi, sulfats...). La influència de la conca minera salina. El col·lector de salmorres. El problema de l'abastament de l'aigua potable de Barcelona en el context del país. Llobregat i Ter (ATLL).

Les solucions: l'aigua un bé (públic) de la societat, introduir una perspectiva ètica, més coneixement (per exemple de les aigües subterrànies...), més recursos no convencionals (dessalinització i reutilització), el binomi aigua i energia (introduir energies renovables: per exemple la dessalinitzadora del Prat), més polítiques d'estalvi, la interconnexió de conques com un repte per a la sostenibilitat) cap a un model de gestió diferents. Les implicacions ambientals i la Directiva Marc de l'Aigua. Més enllà dels nous escenaris que introduirà el canvi climàtic és necessari avançar cap a una nova cultura de la gestió del territori i dels seus recursos. Avançar cap a una cultura de prevenció i de gestió dels riscos propis de l'àmbit mediterrani: sequera, inundacions...



Figura 23. L'embassament de la Baells, un dels dispositius estratègics en l'abastament d'aigua potable a Barcelona i comarques veïnes.

Stop 9. Sant Corneli (opcional)

La mineria subterrània del carbó. La central tèrmica. La fàbrica de ciment

Mineria del carbó a Fígols i Sant Corneli: **explotació subterrània**. La mineria del carbó és un mon: l'activitat en si mateixa i, particularment, pels seus aspectes humans, històrics i, fins i tot, ideològics. El Museu de les Mines de Cercs: com a referència i memòria històrica de la mineria del carbó al Bergadà.

Central tèrmica de Cercs (1972, construïda sobre al fàbrica de ciments de Fígols) produïa 160 MW/h. La primera central tèrmica (1929-1031) produïa 14 MW/h. La central de Cercs i la pluja àcida. La degradació del bosc de pins de Vallcebre. El primer judici per **delicte ecològic** de l'Estat espanyol (FECSA).

Fàbrica de ciment de Fígols (1961, Carbons de Berga i Grup March). Aprofiten la pedra estèril de la Mina ("calcàries Ciment"...) i els gasos que s'escapaven dels forns de la primitiva central tèrmica amb una producció de 120.000 tones anuals.

La **demanda d'aigua** per al conjunt d'activitats ha estat considerable. Hi ha recursos hídrics subterranis significatius i importants per a les diferents activitats econòmiques, però cal relativitzar i qüestionar les afirmacions recurrents (en els episodis de sequera que afecten a Catalunya) que assegurin que hi ha aigua per resoldre les necessitats d'abastament de Barcelona i àmbit d'influència. Interès i importància dels **aqüífers càrstics** de la capçalera: **Bastareny** i Llobregat. La Baells i l'**estratègia de l'abastament** de Barcelona.

La **situació actual** de tot un conjunt d'**activitats de l'economia productiva** a la conca del Llobregat. L'aportació de l'**Atles de la industrialització de Catalunya** (1750- 2010) (Nadal, Benaul i Sudrià, directors, 2012).

Referències bibliogràfiques

- AYALA-CARCEDO, F. J., OLCINA, J. (2002) **Riesgos naturales**. Ariel Ciencia. Capellades, Barcelona.
- ENCICLOPÈDIA CATALANA (2001) **Guies Catalunya Romànica. XVI: El Bergadà**. Barcelona.
- ENCICLOPÈDIA CATALANA (2001) **Guies Catalunya Romànica. XVII: El Solsonès, La Noguera**. Barcelona.
- FREIXES, A. MONTERDE, M. i RAMONEDA, J. (1996) **Geochemistry of the surface and ground waters of the upper basin of the river Llobregat**. Pirineos, 147-148, p. 41-59. Jaca.
- FREIXES, A., RAMONEDA, J., MONTERDE, M., MORIN, J.P. (1998) **Sistemes Càrstics Experimentals de Catalunya. Unitats de Referència per a la Recerca i la Gestió Hidrològica**. Espais, 44.
- FREIXES, A. (1998) **Els recursos hídrics a Catalunya** (Els recursos i la planificació hidrològica). Espais, 44.

FREIXES, A. (1999) **Anàlisi i implicacions del fenomen hidrogeològic de captura càrstica del riu Cardener al diapir de Cardona**. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

FREIXES, A. **Els aqüífers càrstics dels Pirineus de Catalunya: interès estratègic i sostenibilitat**. Tesi doctoral en dipòsit (2013). Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona.

FONT, E. (2003) **El Carbó**. Col·lecció Biodiversitat i Tecnodiversitat 2. Museu de les Mines de Cercs. Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya.

INSTITUT GEOLÒGIC DE CATALUNYA, INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA, DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I HABITATGE I INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (2006) **Berguedà. Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50.000**. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

JUNTA D'AIGÜES (1995) **Anuari de dades hidrològiques. 1987-88 / 1988-89 / 1989-90**. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

MORIN, E. (2001) **Tenir el cap clar. Per organitzar els coneixements i aprendre a viure**. Obertures 9. Edicions La Campana. Barcelona.

MEGLITSCH, P.A. (1978) **Zoologia de Invertebrados**. Hermann Blume Ediciones. Madrid.

NADAL, J., BENAUL, J. M., SUDRIÀ, C., (directors) (2012) **Atles de la industrialització de Catalunya. 1750-2010**. Ediciones Vicens Vives, S.A. Barcelona.

PLA, M. (2007) **Catalunya. Guia d'Arquitectura Moderna. 1880-2007**. Col·legi d'Arquitectes de Catalunya. Triangle Postals SL.

PUIGDEFÀBREGAS, C., FREIXES, A., MUÑOZ, J.A., CERVELLÓ, J.M. i RAMONEDA, J. (1989) **Els fons secrets (62)**. Trobada amb la Ciència. Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (CIRIT). Generalitat de Catalunya

RAMONEDA, J., FREIXES, A. (2000) **Guia del sistema càrstic del Bastareny**. Junta d'Aigües de Catalunya-Agència Catalana de l'Aigua. Treballs realitzats en el marc de la xarxa temàtica: "Aproximació al coneixement del cicle hidrològic: metodologia i implicacions en la gestió dels recursos hídrics" (CIRIT) i del projecte europeu: "A multi-disciplinary global approach of groundwater flows in karstic areas and its consequences for water resources and environment studies" (ERB4050PL932460; 1995-1996-1997). Inèdit.

RAMONEDA, J., FREIXES, A., MONTERDE, M., MORIN, J.P. i GOURCY, L. (1999) **Los sistemas kársticos del Parque Natural del Cadí-Moixeró (Pirineo Oriental, Catalunya)**. In B.C. Andreo i Durán, J.J. (Editors), Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al conocimiento geológico. Patronato de la Cueva de Nerja. Instituto de Investigación. Nerja. Málaga.

SALMERON, C (1999) **El tren de la Pobla de Lillet. Història del ferrocarril Guardiola-Castellar de N'Hug**. Els tren de Catalunya-7. Terminus-Barcelona. Barcelona.

SERRA, R. (2000) **El carbó: una proposta interdisciplinària**, ESO. Guies didàctiques 2. Museu de les Mines de Cercs. Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya.

SERRA, R. (1998) **Les Mines de Cercs**. Quaderns de didàctica i difusió,11. Museu de les Mines de Cercs. Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya.

SERVEI GEOLÒGIC DE CATALUNYA, INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1989) **Mapa geològic de Catalunya 1:250.000**. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

SERVEI GEOLÒGIC DE CATALUNYA, INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1993) **Tall geològic del Pirineu Central 1:200.000**. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

SERVEI GEOLÒGIC DE CATALUNYA-INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1999) **Mapa de sismicitat de Catalunya 1977-1997. 1:400.000**. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.

VERGES, J., MARTINEZ, A. (1988) **Corte compensado dels Pirineo oriental: Geometría de las cuencas de antepaís y edades de emplazamiento de los mantos de corrimiento**. Acta Geológica Hispánica, t. 23, nº 2.

Antoni Freixes Perich

KRAS

Maig 2013

freixesantoni@gmail.com

660473778

NOTA. Una part de les recerques s'han desenvolupat en el marc del projecte de la Unió Europea (CHRX-CT94-0567): **A multidisciplinary global approach of groundwater flows in karstic areas and its consequences for water resources and environment studies** (Servei Geològic de Catalunya i Junta d'Aigües de la Generalitat de Catalunya). Així mateix, les dades formen part de la tesi doctoral d'Antoni Freixes Perich: **"Els aqüífers càrstics dels Pirineus de Catalunya: interès estratègic i sostenibilitat"**, en dipòsit a la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. La tesi ha comptat amb el suport de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona i del Laboratoire Souterrain de Moulis (CNRS, França). Les recerques les ha desenvolupat un **equip interdisciplinari** coordinat per Antoni Freixes i format per Joan Ramoneda, Laurence Gourcy, Manel Monrde i Jean Pierre Morin.

El contingut d'aquesta guia s'ha preparat en el marc de la iniciativa **Recorreguts fotogràfics: "L'aigua i el Llobregat"**. La informació facilitada en aquest document és en curs de publicació i difusió, en conseqüència, us agraïrem que en feu un ús personal i discret.