

## ANÀLISI BIOLÒGICA I QUÍMICA DE LES AIGÜES DEL RIU GIRONA (MARINA ALTA)

Gabriel Mut, Gabriel Mengual, Anna A. Pastor, Marga Tur, Esther Escrivà, Conxi Terrades, Paula Alberola, Xaro Gasquet, Joan F. Carreres, Ricard Vicens, Ivan Quesada, Xaro Soler, Rosa E. Rovira, David Adsuar, Sebastià Roig, Francesc Giner, Xavier Sales, Joan V. Moreno, Josep Pérez, Pep Ortolà i Manuel Alejandro.

Aquest equip ha estat dirigit per Juli Pascual Trilla

### INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

L'ús de l'aigua ha resultat sempre problemàtic en el nostre medi mediterrani. La manca de corrents superficials que aporten d'una manera fàcil aquest recurs condiciona el desenvolupament de les societats humanes. Aigua i qualitat de vida esdevenen així factors íntimament lligats. Però si durant molt de temps n'havia estat la quantitat la preocupació fonamental dels usuaris, a hores d'ara ha vingut a afegir-s'hi un altre aspecte: la qualitat de l'aigua.

Vivim a l'època dels residus; industrials, domèstics, agrícoles o de qualsevol mena, la major part acaben a l'aigua, convertida d'aqueixa forma en líquid excretor. Amb raó el professor Margalef compara l'anàlisi de les aigües d'un riu amb una anàlisi d'orina: conèixer la composició d'ambdós líquids és saber l'estat de salut de les seues fonts, organisme humà o conca hidrogràfica en cada cas.

Els darrers anys diversos grups de treball de diferents universitats espanyoles han avaluat la salut medioambiental d'algunes conques utilitzant una nova metodologia. Els organismes que poblen les aigües han mostrat d'una manera clara que en molts casos poden ser utilitzats com a indicadors ecològics. La combinació de les anàlisis químiques més clàssiques amb les anàlisis biològiques realitzades a partir dels macroinvertebrats aquàtics ha donat fruits molt interessants. Ara ja estem en condicions de poder avaluar la qualitat de les aigües corrents d'una manera molt més ràpida, precisa i, per tant, eficaç.

Això ha facilitat que persones no especialitzades, com en aquest cas alumnes de tercer de BUP de l'Institut de Batxillerat Historiador Chabàs de Dènia, puguin desenrotllar una tècnica que no per elemental és menys significativa en les seues conclusions.

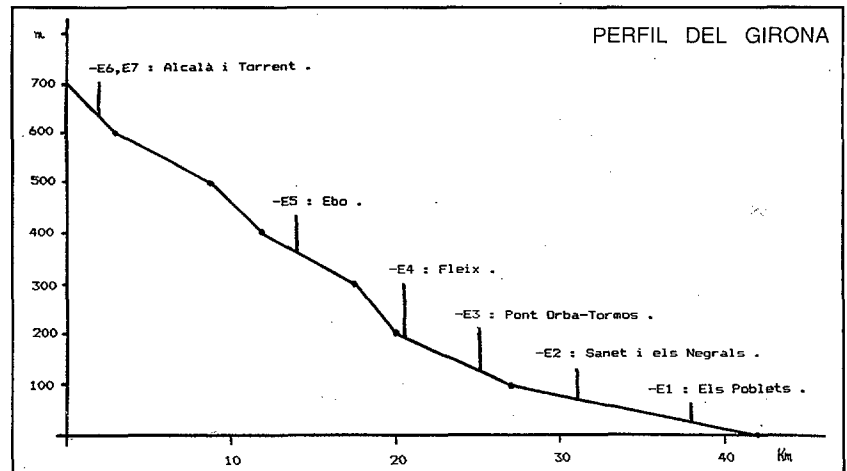
El nombre i l'entusiasme dels participants han permès la realització d'un treball rigorós i l'obtenció d'uns resultats clars. Tanmateix la manca de pressupost per analitzar altres paràmetres químics fonamentals, com ara els fosfats, han suposat un coneixement parcial de la dinàmica del riu. Això no obstant hem d'agrair la concessió d'un ajut econòmic per part de la Caixa

d'Estalvis del Mediterrani, així com la col.laboració també econòmica de l'Associació de Pares d'Alumnes de l'Institut. Resulta encoratjador comprovar la progressiva consciència ecològica i de foment de la investigació que es desprén de determinades institucions i associacions que fan viables projectes com el nostre.

Cal destacar l'absència d'estudis limnològics de la zona, pel que hem hagut de buscar models geogràficament allunyats però que presenten trets similars. El cas del riu Foix, a l'Alt Penedès, ben estudiat per Narcís Prat i col.laboradors, de la Universitat de Barcelona, ha servit de paradigma del que és un riu mediterrani, de pendent accidentat i curta llargària. La metodologia de treball aplicada al seu estudi per estudiants de B.U.P. i C.O.U. (Pascual, J. i Savall, A., 1990) ha estat desenvolupada també en el nostre cas.

Volem agrair, finalment, la col.laboració dels professors Carles Navarro i Vicenta Ros, així com de Marga Tur, Isaïes Fayos, Pere Cabrera i Antoni Barber, els quals d'una manera o d'una altra han fet possible la realització pràctica d'aquest treball.

Amb posterioritat a la redacció del present treball hem de fer esment del reconeixement que ha obtingut tant dins de l'àmbit català com a nivell de tot l'estat. Així, d'una banda li va ser atorgat un premi «Baldiri Reixac», convocatòria de la Fundació «Jaume I» de Barcelona per estimular i promoure l'escola catalana, i, a més, va obtenir un accèssit en el concurs «Jóvenes Investigadores» que convoca el Ministeri d'Educació i Ciència, ambdós l'any 1992.



## MATERIAL I MÈTODES

El treball ha estat dut a terme per un grup de vint alumnes de tercer de B.U.P. sota la direcció del seu professor de Ciències Naturals. L'elaboració del mateix s'ha fet en dues etapes: Hivern-Primavera i, una vegada acabat el curs, Estiu-Tardor. La primera etapa, d'acord amb el projecte inicial presentat a la Caixa

d'Estalvis del Mediterrani (C.A.M.) s'ha desenvolupat al llarg de quatre fases:

**Primera fase:** Formació. Durant les sessions del mes de Gener i primeries de Febrer, van rebre unes classes sobre els fonaments teòrics i la metodologia del projecte segons el següent programa: 1) Repàs dels conceptes ecològics bàsics; 2) El riu com a ecosistema. Els rius mediterranis; 3) Macroinvertebrats aquàtics; 4) El mostreig.

**Segona fase:** Mostreig d'hivern. Recollida de les mostres a les diferents estacions prèviament programades. Treball de laboratori: identificació de les mostres i anàlisi química de l'aigua. L'excursió per tal d'arreglar les mostres va ser realitzada els dies 2 i 3 de Març; anteriorment férem un mostreig d'assaig a Beniarbeig on s'aplicà en la pràctica la metodologia estudiada.

**Tercera fase:** Mostreig de primavera. Efectuat els dies 19 i 20 d'abril a les mateixes estacions que l'anterior, excepte a la número 3 (pont entre Orba i Tormos) on no hi havia circulació superficial d'aigua. El treball posterior al laboratori va estar acabat un mes més tard.

**Quarta fase: Elaboració de les conclusions i redacció del treball.** Ha ocupat les últimes setmanes del curs.

La segona etapa, amb una participació lleugerament restringida, ha servit per a completar l'estudi del cicle anual amb un mostreig d'estiu (2.3/agost) limitat a les estacions on circulava aigua (E.2 i E.6) i un mostreig de tardor (8.9/novembre) també a estacions amb flux d'aigua (E.1, E.2, E.5, i E.6).

Les conclusions definitives i la redacció del treball s'han fet durant les últimes setmanes de l'any.

Van ser seleccionades set estacions de mostreig a partir dels següents criteris:

- 1) conèixer les diferències entre punts del riu repartits al llarg del seu curs, des del naixement a la desembocadura.
- 2) conèixer la influència sobre les comunitats de macroinvertebrats d'algunes poblacions i les seves rodalies agrícoles.
- 3) conèixer les diferències entre punts del riu de flux d'aigua més regular i punts d'acusada temporalitat, que esdevenen secs durant bona part del cicle anual.

D'aquesta manera s'establiren les següents estacions:

- E.1: Els Poblets, aigües avall del pont de la carretera de Dénia a Gandia.
- E.2: Sanet i els Negrals, aiguabarreig de les aigües del Girona i del seu afluent la Bolata.
- E.3: Aigües amunt del pont entre Orba i Tormos.
- E.4: Fleix, torrent que baixa pel barranc de la Font Grossa vers el riu Girona, engorjat ací entre els alts espadats que delimiten el barranc de l'Infern.
- E.5: Ebo, aigües avall del poble.

E.6: Alcalà de la Jovada, aigües avall del poble junt al pont de la carretera que mena al caseriu de l'Atzúvia.

E.7: Petit torrent que s'uneix al Girona al punt anterior pocs metres amunt del pont.

El grup de treball havia estat dividit en subgrups de dues persones cadascun, per tal d'optimitzar la feina. Aquestes eren les seues funcions:

Grup 1: Determinar les característiques físiques de cada estació, omplint una fitxa en la qual figuren les següents dades: data, hora, temperatura de l'aire i de l'aigua, cobertura arbòria, amplada, fondària, velocitat de l'aigua, terbolesa, substrat, material al·locton, algues i macròfits. La fitxa era completada al laboratori amb la consulta dels mapes corresponents, prenent nota així de: Grau del riu, altitud, distància a l'origen i pendent. S'encarreguen també de les dades climatològiques i de la seua representació en **climogrames**.

Grups 2, 3, 4 i 5: Realitzar el mostreig pròpiament dit, recollint els macroinvertebrats presents als macròfits, pedres, fulles i vegetals en descomposició, i basses o zones d'aigua enlentida, respectivament. Ho van fer utilitzant una safata de color blanc on anaven netejant els materials agafats del riu, o bé una mànega de plàncton en el cas dels organismes nedadors de les basses. Totes les mostres es col·locaven en tubs de vidre amb alcohol etílic de 70° per a ser fixades.

Ja al laboratori, cada grup identifica amb l'ajuda de lupes binoculars de 20 augments i claus d'identificació especialitzades (Tachet, H. et al.,1980) els macroinvertebrats corresponents al seu hàbitat. El professor-director del projecte supervisava cada cas. El nivell taxonòmic fins el que s'hi arribava era el de família. Cada família portava algun o alguns exemplars a la col·lecció que es va anar elaborant.

Grup 6: Recol·lectar mostres dels vegetals més abundants a les riberes del riu. Aquests exemplars eren arxivats entre fulls de diari, encetant d'aquesta manera l'elaboració d'un herbari. Alguns d'ells eren identificats "in situ".

Grup 7: Prendre nota dels vertebrats presents al riu i a les riberes. En aquest cas, tots hi havien de ser identificats al camp, per la qual cosa s'utilitzaven les guies corresponents (veure bibliografia ).

Grup 8: Analitzar químicament l'aigua a cada estació . Hi eren mesurats els següents paràmetres : oxigen, conductivitat, pH, nitrats, nitrits i amoni. Durant el primer mostreig l'anàlisi es va fer al laboratori amb les mostres recollides en pots de vidre tancats després hermèticament. Durant el segon mostreig es va poder fer directament al camp pel que respecta als quatre primers paràmetres. Els nitrits i l'amoni van haver de ser analitzats com al primer mostreig. Als mostreigs d'estiu i tardor les concentracions de nitrats, nitrits i amoni van ser mesurades al laboratori.

Grup 9: Muntar un aquari on conservar mostres vives del riu. La voracitat dels crancs va acabar prompte amb la resta d'organismes que s'hi pensaven instal·lar.

Grup 10: Fotografiar la realització del treball en les seues diferents fases per tal d'elaborar posteriorment un audiovisual sobre el mateix. Durant la darrera excursió també s'hi incorporà el video.

El material utilitzat per a fer les mesures físico-químiques fou el següent:

- 1.- Temperatura: Termòmetre Bravo digital, de rang entre -44° C i 99.9° C. Precisió : 0.1° C.
- 2.- Conductivitat: Conductímetre DIST 4 ATC, de rang entre 100 i 19900 microsiemens. Precisió: 100 microsiemens.
- 3.- Oxigen dissolt: Oxímetre HI-8543, de rang entre 0 i 19.9 mg/l. Precisió: 0.2 mg/l.
- 4.- Nitrats, nitrits i amoni: Fotòmetre de camp LASA Aqua-Dr.Lange, amb els filtres i reactius corresponents, que han permès l'anàlisi dins dels següents rangs: Amoni (0.01-2 mg/l), Nitrats (3-80 mg/l), Nitrits (0.05-2 mg/l).
- 5.- pH : Determinat amb paper indicador universal.

## CARACTERÍSTIQUES DE LES ESTACIONS DE MOSTREIG:

### E.1: Els Poblets.

Estació sense cobertura vegetal, on l'aigua circula canalitzada entre parets artificials. La influència urbana es manifesta en la presència d'escombraries abundants i variades. Malgrat tot l'aigua apareix clara sobre un substrat bàsicament pedregós i arenós, que esdevé sec a l'estiu. Hi hem trobat algues filamentoses verdes sobretot a l'hivern i primavera. Pel que fa als macròfits, hi abunden els ranuncles (*Ranunculus sp.*), l'api bord (*Apium nodiflorum*) i els creixens (*Roripa nasturtium-aquaticum*), aquests últims especialment durant la tardor.

A les vores del riu hem identificat les següents plantes:

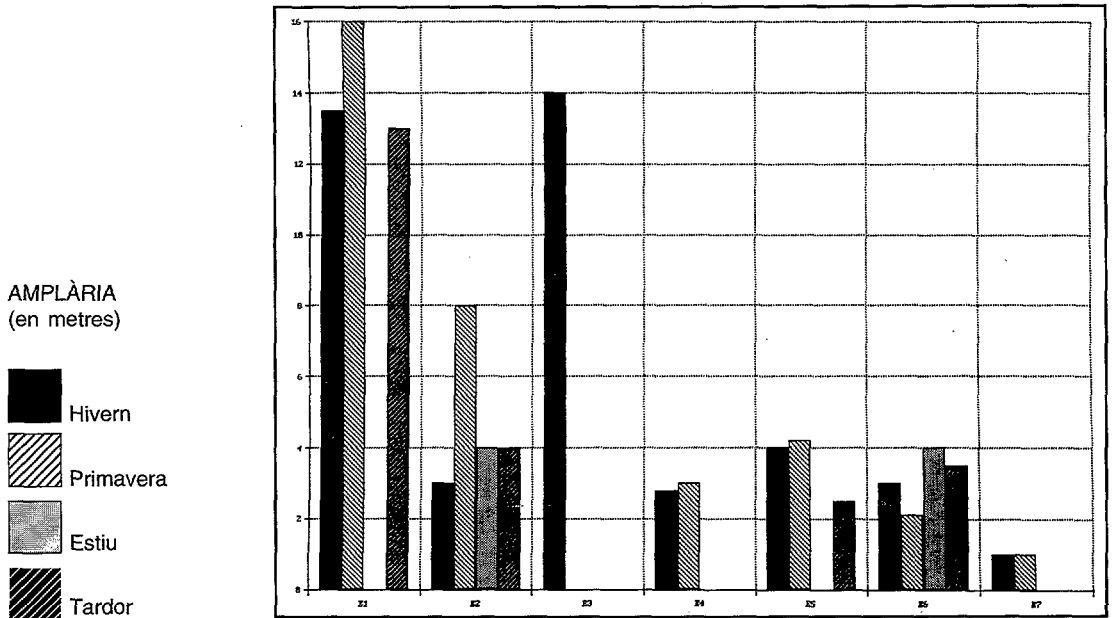
Família crucíferes, família rubiàcies, *Rumex crispus*, *Fumaria capreolata*, *Verbascum sinuatum*, *Polygonum viridis*, *Piptatherum miliacea*, *Anacyclus clavatus*, *Rumex conglomeratus*, *Sisymbrium irio*, *Sonchus oleraceus*, *Cardaria draba*, *Plantago lagopus*, *Picris echioides*, *Bromus estirilis*, *Geranium rotundifolium*, *Melilotus sp.*, *Lavatera cretica*, *Borago officinalis*, *Stachys ocynastrum*, que corresponen a una vegetació determinada per l'acció antròpica.

### E.2: Sanet.

Estació amb una certa cobertura vegetal deguda a l'abundància de canyes (*Arundo donax*) i baladres (*Nerium oleander*). La proximitat, aigües amunt, de nuclis habitats es fa patent en la presència, no tan important com a Els Poblets, d'escombraries. L'arribada de l'aigua procedent del torrent de la Bolata provoca terbolesa en certs moments, d'origen fangós. El substrat, molt pedregós, també correspon a un règim torrencial. No s'ha secat durant tot el període d'estudi. Hi hem trobat algues filamentoses verdes prou abundants i

molses; ranuncles, api bord, créixens, junt amb lletlles d'aigua (*Lemna sp.*) a l'estiu, constitueixen els macròfits aquàtics.

A les vores apareixen: *Mentha pulegium*, *Mentha aquatica*, *Arundo donax*, *Scirpus holoschoenus*, Família rubiàcies, *Thymus vulgaris*, *Arisarum vulgare*, Família compostes, *Parietaria judaica*, *Juncus sp.*, *Scrophularia sciophila*, *Pallenis spinosa*, *Bromus tectorum*, *Lytrum salicaria* que posen de manifest, a més de l'acció antròpica, la freqüència d'inundacions dels terrenys pròxims al riu.



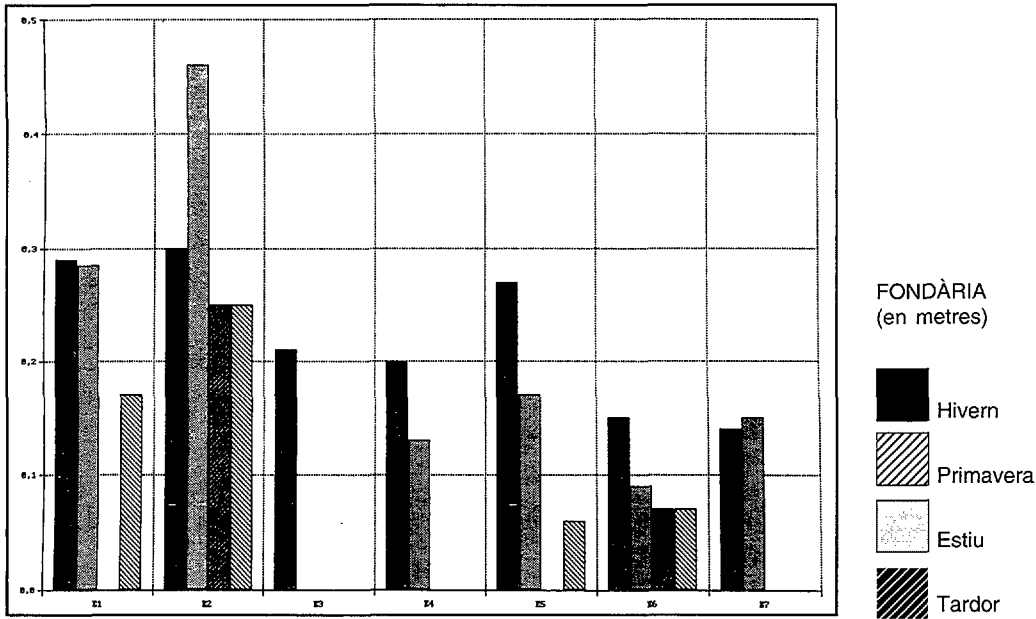
### E.3: Pont Orba-Tormos

Sense cobertura vegetal, només ha mostrat aigua circulant al mostreig d'hivern. El substrat clarament pedregós, la situació dins la conca i l'amplària del llit en aquest punt corresponen en la pràctica a un con de dejecció torrencial. La presència d'escombraries és notable. En l'única ocasió en que hi circulava aigua detectarem algues filamentoses verdes poc abundants. Hi falten macròfits aquàtics i, en canvi, apareixen baladres i joncs. A les vores hem identificat: *Sedum sedifforme*, *Hyppurmia hirta*, i *Cistus albidus*.

### E.4: Fleix

Es tracta d'una estació de torrent curt, afluent del Girona. Les característiques torrencials del propi riu es veuen accentuades: hi apareix una cobertura arbòria d'arç blanc (*Crataegus monogyna*), carrasca (*Quercus ilex*), salze (*Salix sp.*) i baladre, el substrat és completament pedregós, amb clots que donen contrastos marcats de fondària, i sequera estacional d'estiu i tardor. L'aigua, clara i sense presència d'escombraries, circula a l'hivern i la primavera. Hi trobem molses abundants i poques algues filamentoses. Tampoc s'hi

desenvolupen macròfits aquàtics. A les vores trobem: *Olea europea* (olivera), *Ferula comunis*, *Crataega monogyna* (arç blanc), *Celtis australis* (llidoner) *Smilax aspera* (aríjtol) *Rhamnus alaternus* (aladern), *Rosa* sp, que constitueixen una vegetació amb elements arvenses i d'obaga.



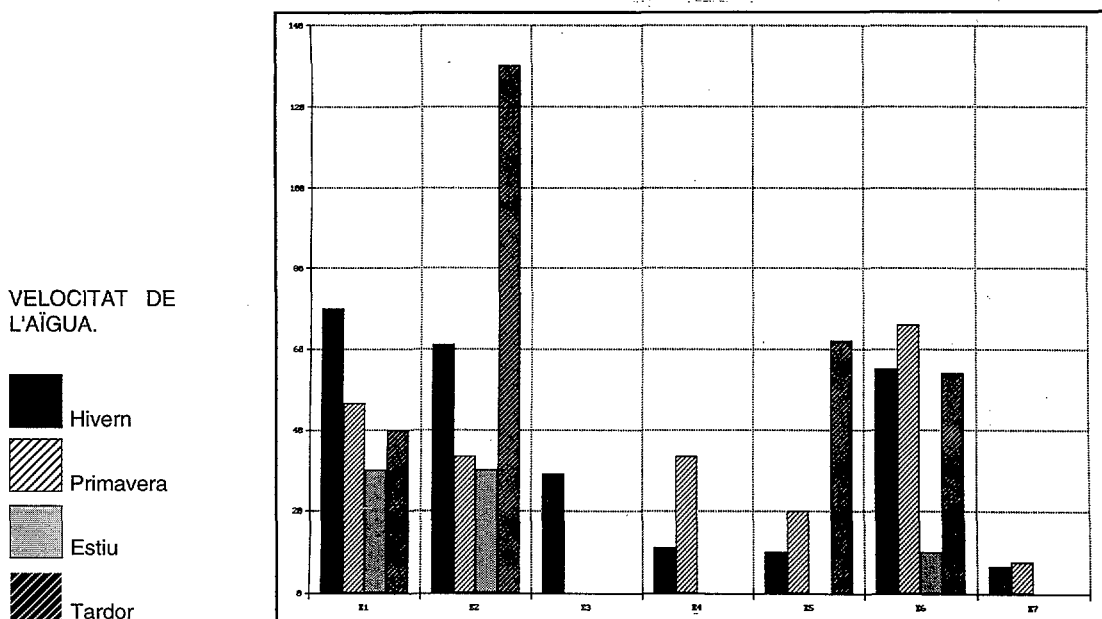
### E.5: Ebo

Sense cobertura vegetal i amb la influència notable del poble d'Ebo, aigües amunt, que aporta escombraries. L'aigua, poc tèrbola, circula sobre un substrat molt pedregós durant la major part de l'any; només ens n'hi ha faltat al mostreig d'estiu. Les algues hi són presents en forma microscòpica, originant taques de color marró sobre les pedres: algunes filamentoses verdes hi apareixen a la tardor. L'api bord i els joncs abundants constitueixen la vegetació aquàtica que hi hem detectat. A les vores hi apareixen: *Santolina chamaecyparissus*, *Rubus ulmifolius*, *Rosmarinus officinalis*, *Olex parviflorus* (argelaga), *Euphobia gnidium*, *Ceterach officinarum*, *Oxalis pes-caprae*, *Salix atrocinerae*, *Tryfolium repens*, *Mentha pulegium*, *Erísimum grandiflorum*, *Centaurea* sp, *Cynoglossun cheirifolium*, *Stachys ocymastrum*, *Acanthus mollis*; vegetació amb espècies arvenses de bardissa i pròpies de les brolles del voltant .

### E.6: Alcalà

Estació d'escassa cobertura vegetal, representada per alguna carrasca. Poques escombraries, aigua clara, i substrat molt pedregós són les característiques que comparteix amb estacions anteriors. Hi hem trobat aigua a tots els mostreigs. Abunden a aquesta estació les algues filamentoses verdes, el jonc, l'api bord i, sobretot a la tardor, els crèixens. A les vores, apareixen: *Chrysanthemum* sp (margarida), *Vurnum tinus*, *Malus comunis* (pomera), *Belianthemum* sp, *Cistus*

*albidus*, *Brachipodium sp.*, *Quercus ilex* (carrasca), *Crataegus monogyna* (arç blanc), *Thymus vulgaris* (frigola), vegetació també amb elements arvenses i alguns representants dels antics carrascars, com ara la mateixa carrasca o el marfull (*Viburnum tinus*).



### E.7: Torrent d'Alcalà

Petit torrent de substrat completament pedregós, amb l'escassa cobertura vegetal que aporten els camps de conreu dels voltants, per on circula aigua, com en el cas del torrent de Fleix, durant l'hivern i la primavera. En aquests moments apareixen algues microscòpiques; algunes molses i joncs representen la vegetació més propera a l'aigua, mentre que els elements florístics de les vores coincideixen amb els esmentats a l'estació anterior.

### INTERPRETACIÓ DE RESULTATS

Hem aplicat dos tipus d'índex de qualitat d'aigües a la taula de resultats de l'anàlisi biològica. El primer, de caràcter quantitatiu és l'índex B.M.W.P. (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988). El segon és un índex qualitatiu basat en la presència de determinats organismes indicadors. La combinació d'ambdós ofereix resultats més clars, ja que la precisió del B.M.W.P' cal matisar-la amb la informació que aporten alguns macroinvertebrats de reconegut valor indicador, com ara l'ordre Plecòptera o els tricòpters de la família Limnephilidae. Així, aplicant el primer índex de qualitat apareixen totes les estacions amb aigües contaminades, ja siga durant tot l'any o bé durant la major part del cicle anual. Només E.1, E.2 i E.6 superen el nivell encara que quedant-se dins del que és considerat aigua amb alguns efectes de contaminació; i això només a la primavera o la tardor.

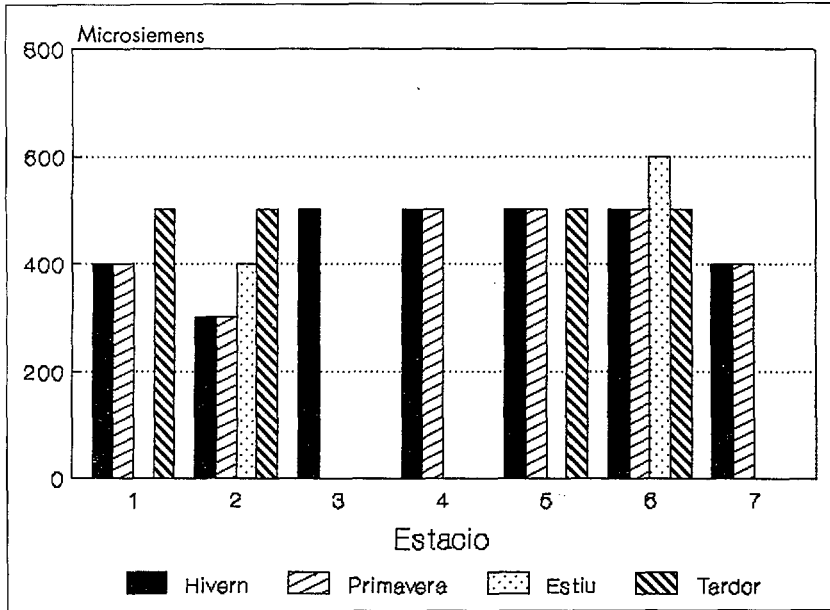


## ANÀLISI BIOLÒGICA

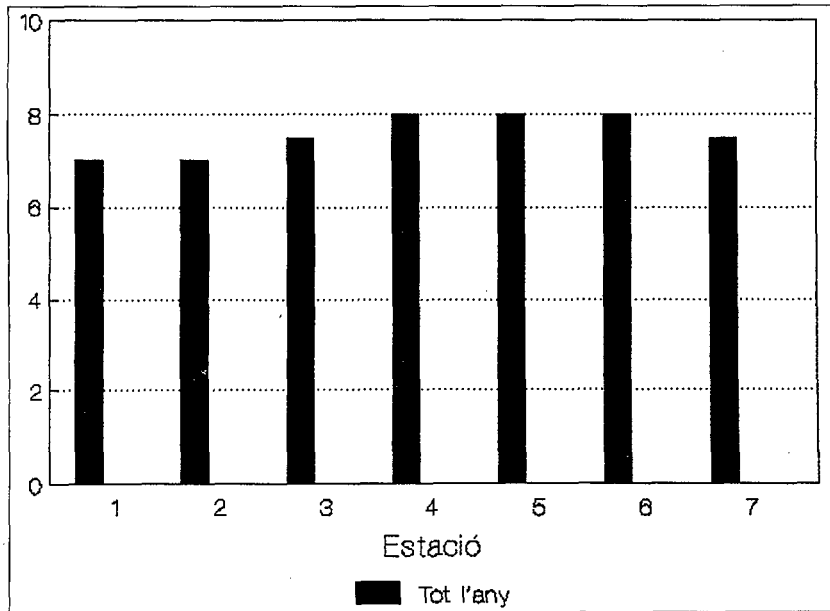
	1.1	1.2	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	4.1	4.2
<b>CRUSTACEA</b>										
Astacidae				x		x	x			
Athyidae				x						
Gammaridae		x		x	x	x	x			
<b>PLECOPTERA</b>										
Nemouridae									x	x
Perlodidae		x								
Leuctridae								x		
<b>EPHEMEROPTERA</b>										
Baetidae	x	x	x	x		x	x		x	
Caenidae	x	x		x	x	x	x			
Leptophlebiidae										x
<b>TRICHOPTERA</b>										
Limnephilidae				x						
Hydroptilidae		x			x					
Hydropsychidae					x	x				
<b>COLEOPTERA</b>										
Elmidae	x	x	x	x	x		x		x	
Dytiscidae	x	x	x						x	x
Hydrophilidae					x					
Haliplidae		x					x			
Lymnebiidae										
Dryopidae										
Hydraenidae										
<b>ODONATA</b>										
Gomphidae										
Platycnemididae							x			
Cordulegasteridae										
<b>DIPTERA</b>										
Chironomidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Simuliidae		x			x			x	x	x
Stratiomyidae									x	
Ceratopogonidae										
Dixidae										
Anthonomidae		x	x							
Limoniidae		x								
Ephydriidae										
Culicidae			x							
<b>HETEROPTERA</b>										
Naucoridae							x			
Nepidae				x						
Gerridae	x			x	x			x		
Hydrometridae		x		x	x	x				
Notonectidae		x						x		
Pleidae										
<b>MOLLUSCA</b>										
Ancylidae	x	x	x	x	x					x
Bythinellidae				x	x	x	x			
Bythiniidae				x	x	x	x			
Physidae	x	x	x	x	x	x	x			x
Lymnaeidae	x	x					x			
Planorbidae										
Valvatidae					x			x		
Hydrobiidae					x			x		
<b>HIRUDINEA</b>										
Erpobdellidae	x	x	x	x	x	x	x			
<b>TURBELLARIA</b>										
Dugesidae		x			x					
<b>ARACHNIDA</b>										
Hydracharina	x	x	x		x	x				
<b>QUALITAT</b>										
Index BMWP'	40	83	44	55	75	57	60	20	30	36
Index Qualitativu	B1	A	B1	B1	B1	B1	B1	A	A	A

## ANÀLISI BIOLÒGICA

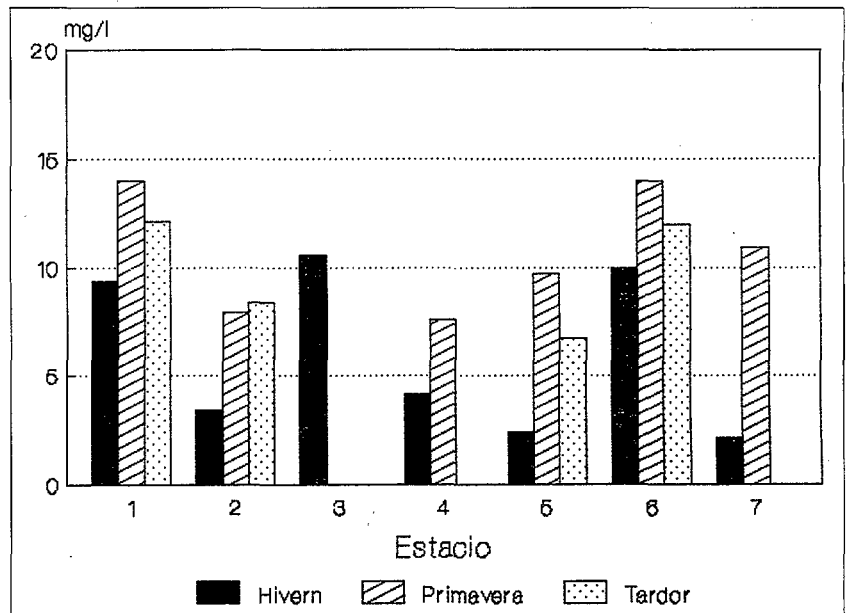
	5.1	5.2	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2
<b>CRUSTACEA</b>									
Astacidae	x	x							
Athyidae									
Gammaridae									
<b>PLECOPTERA</b>									
Nemouridae				x	x				x
Perlodidae								x	
Leuctridae				x					
<b>EPHEMEROPTERA</b>									
Baetidae	x	x	x	x	x	x	x		
Caenidae	x	x		x	x	x	x		
Leptophlebiidae		x							
<b>TRICHOPTERA</b>									
Limnephilidae								x	x
Hydroptilidae							x		
Hydropsychidae									
<b>COLEOPTERA</b>									
Elmidae	x			x				x	
Dytiscidae	x		x	x	x	x	x	x	x
Hydrophilidae			x		x	x	x		
Haliplidae		x			x	x	x		
Lymnebiidae						x			x
Dryopidae		x							
Hydraenidae						x			
<b>ODONATA</b>									
Gomphidae		x							
Platycnemididae							x		
Cordulegasteridae							x		
<b>DIPTERA</b>									
Chironomidae	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Simuliidae	x			x	x	x		x	
Stratiomyidae					x				
Ceratopogonidae	x				x	x		x	
Dixidae								x	x
Anthonomidae									
Limoniidae					x				
Ephydidae						x			
Culicidae			x				x		
<b>HETEROPTERA</b>									
Naucoridae	x		x				x		x
Nepidae									
Gerridae					x				
Hydrometridae				x					
Notonectidae		x	x		x	x	x		x
Pleidae			x						
<b>MOLLUSCA</b>									
Ancylidae	x	x	x			x	x		
Bythinellidae	x								x
Bythinidae									x
Physidae	x	x	x	x		x	x		
Lymnaeidae									
Planorbidae			x		x	x	x		
Valvatidae							x		
Hydrobiidae			x						
<b>HIRUDINEA</b>									
Erpobdellidae	x		x		x	x	x		
<b>TURBELLARIA</b>									
Dugesidae									
<b>ARACHNIDA</b>									
Hydracharina		x					x		
<b>QUALITAT</b>									
Index BMWP'	53	61	61	46	52	54	70	43	32
Index Qualitativu	B1	B2	B2	A	A	B2	B2	A	A



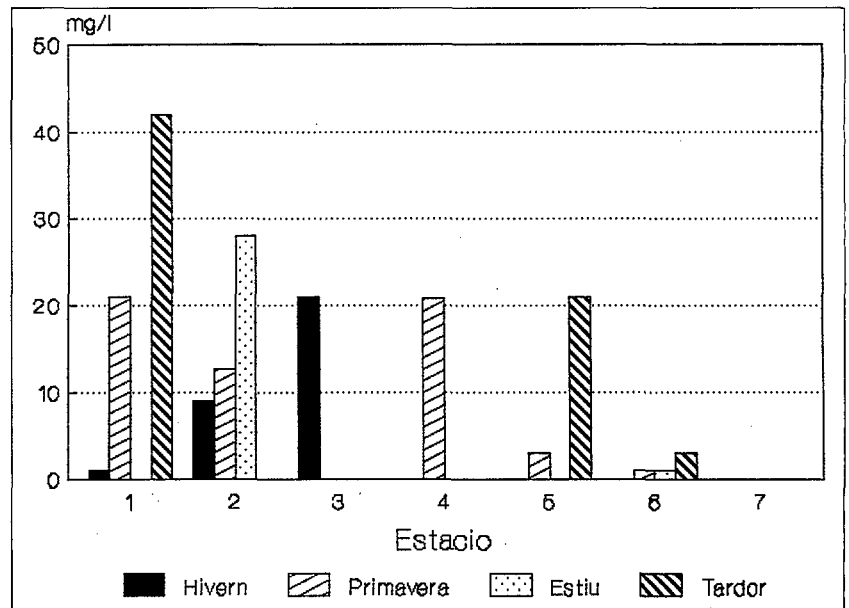
CONDUCTIVITAT



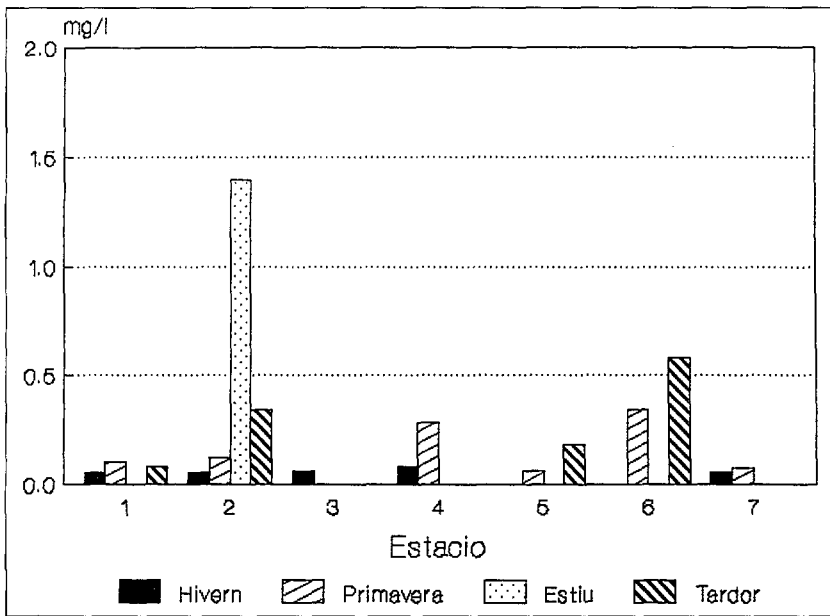
PH



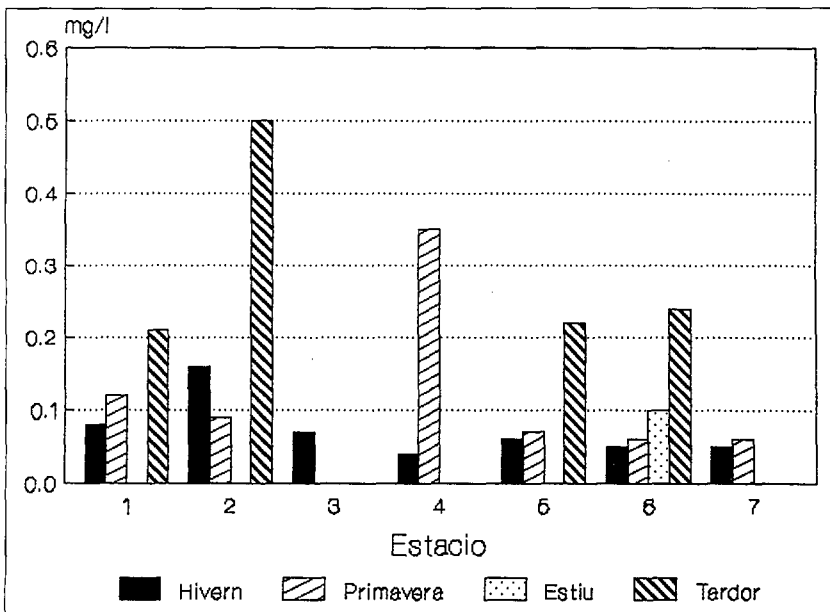
OXIGEN



NITRAT



NITRIT



AMONI

Aplicant el segon índex, en canvi, hi ha cinc estacions amb aigües de qualitat A, és a dir amb aigües netes; són les següents: E.1 a la primavera, E.3 a l'hivern (al mostreig de primavera no hi havia flux superficial), E.4, E.6 i E.7.

Cal tenir present que només els llocs redòfils (zones de corrent) amb un temps de colonització mínim (quatre o cinc setmanes) donen resultats fiables en l'ús d'un índex biològic (Prat, N. et. al., 1985). Això ens porta a avaluar la qualitat de l'aigua a les nostres estacions situant els valors obtinguts en el seu context ecològic veritable.

Les estacions 3, 4 i 7 presenten característiques molt particulars. La primera d'elles, pont entre Orba i Tormos, roman seca la major part de l'any. La colonització resulta difícil i només alguns macroinvertebrats d'estratègia oportunista proliferen durant l'effimer període que hi circula aigua (quironòmids i simúlids). S'entén, per tant, el contrast tan gran entre la valoració feta amb un o altre índex, provocat especialment per l'aparició d'algun plecòpter temporal. Considerant l'anàlisi química hi trobem un alt valor d'oxigen dissolt, així com de nitrats, encara que ni la conductivitat ni les concentracions de nitrats o d'amoni permeten pensar en un aigua clarament contaminada. Pensem que cal interpretar l'estació 3 com un punt del riu caracteritzat fonamentalment per la temporalitat, amb un creixement ràpid de les poblacions oportunistes que aprofitaren la relativa abundància de nutrients com el nitrogen. En un període de temps bastant curt les condicions de vida degeneraran, ja que la disminució del cabal d'aigua que té lloc a la primavera i la proliferació bacteriana que seguirà l'augment d'algues filamentals i d'oportunistes animals, conduirà l'ecosistema a l'eutrofització.

D'altra banda, les estacions 4 i 7 corresponen a torrents que porten les seves aigües al riu Girona. Estacions temporals com l'anterior, el seu període de flux, tanmateix, és més llarg: hi hem trobat circulació d'aigua als dos mostreigs. El petit tamany dels torrents i la seva temporalitat expliquen que, amb valors de l'índex B.M.W.P' entre 20 i 43 (aigües contaminades), apareguen en canvi qualificades de primera categoria des d'un punt de vista no quantitatiu. Una altra vegada els plecòpters temporals eleven la qualitat d'aigua acompanyats en aquesta ocasió pels efemeròpters leptoflèbids a la E.4 i pels tricòpters limneflids a la E.7, també indicadors d'aigües prou netes. Les diferències entre les característiques ecològiques de les dues famílies anteriors permeten conèixer les diferències entre ambdues estacions, diferències corroborades per la resta de macroinvertebrats que hi apareixen. Els lectoflèbids viuen preferentment entre macròfits, a llocs de corrent, mentres que els limneflids poden ocupar sustrats durs, com pedres, a llocs de poc corrent o aigua embassada. Això ens indica que E.4 és una estació on la temporalitat no és tan acusada com a E.7 i on el cabal mitjà resulta superior. Al capdavant tant la fondària com l'amplària són més grans a E.4, arribant-s'hi a formar petits tolls d'aigua on trobem formes limnòfiles com els caragols de la família Physidae o efemeròpters de la família bètids.

Les dades de l'anàlisi química corresponen a dues estacions d'aigües netes, sobretot a l'hivern. Durant la primavera E.4 evoluciona cap a una aigua

més rica en nitrogen, especialment en forma de nitrats, conseqüència probablement d'algun abocament puntual .

L'estació 6, Alcalà, presenta aigües contaminades, d'acord amb l'índex B.M.W.P' entre 46 i 54 amb un augment tardor que el puja a 70. En canvi l'índex qualitatiu, a partir dels plecòpters temporals que hi apareixen, la dóna com de primera qualitat a l'hivern i a la primavera. Creiem, no obstant, que aquesta presència de plecòpters podria justificar-se per la proximitat del torrent (E.7) que aboca les seues aigües al riu a aquest punt. De fet, la desaparició de l'aigua en el torrent fa baixar la qualificació a B-2. La composició restant i les dades químiques apunten cap a una estació d'aigua contaminada, encara que el grau de contaminació pareix prou variable en funció dels abocaments del poble d'Alcalà de la Jovada i de les precipitacions en cada moment de l'any. Els abundants dípters simúlids detectats a la primavera, d'alimentació filtradora, són una prova de la riquesa en partícules orgàniques que tenen aquestes aigües, i per tant de la seva tendència a l'eutrofització. L'augment de la diversitat biològica a la tardor és conseqüència d'una aigua recent sobre unes comunitats que s'han mantingut durant l'estiu.

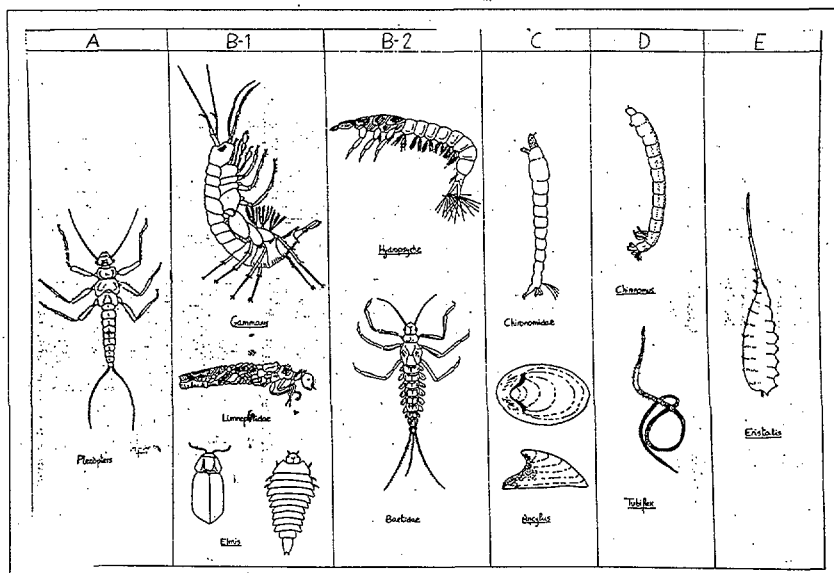
Les estacions 1 i 2 presenten la característica comuna de superar, almenys en un dels mostreigs, la barrera entre aigües contaminades i aigües amb només alguns efectes de contaminació. Es dóna en totes dues un augment de l'índex B.M.W.P' en passar de l'hivern a la primavera, més acusat quan més avall es troba l'estació. Així, a Els Poblets l'augment és superior al 100% i a Sanet entorn al 40%. Als poblets l'índex torna, després de la sequera estiuenca, a un valor semblant al d'hivern; a Sanet l'índex baixa durant l'estiu i es manté a la tardor també en valors semblants als d'hivern.

L'índex qualitatiu no reflecteix aquests canvis, excepte en el cas de la E.1 on la troballa excepcional d'un plecòpter a la primavera resulta molt significativa. A E.2 l'índex es manté en B-1, aigües prou netes, amb una gran riquesa de crustacis gammàrids i altres gambetes de riu.

L'increment de qualitat a Els Poblets pot explicar-se per la progressiva colonització de l'estació per part d'organismes reòfils en un procés de successió ecològica que serà tallat bruscament en arribar a fases més avançades de la primavera, per reducció del cabal d'aigua. Aquest procés, comú a les altres estacions, no abasta, tanmateix, a produir-hi un augment de la qualitat tan clar, degut, sobretot en el cas d'Ebo a una major eutròfia per abocaments de la població i disminució de cabal que impedeixen la presència al riu d'alguns macroinvertebrats exigents. En aquest últim cas la fase estival es veu avançada i l'estació esdevé més prompte una estació limnòfila. La reanudació del flux d'aigua a la tardor suposa en ambdós casos la tornada als valors que podríem considerar normals, B-1 i B-2 respectivament.

La influència de la riera de la Bolata sobre l'estació 2 és patent. Es tracta d'una aportació d'aigua de bona qualitat que amb un volum important col.labora al manteniment d'unes condicions ecològiques reòfiles i de dilució de contaminants, tant a la mateixa estació 2 com més avall a Els Poblets.

## ÍNDIX QUALITATIU



Organismes Indicadors	Característiques de l'Aigua	Índex de Qualitat
Blefarocèrids (Dípters) Plecòpters	Aigües de muntanya, netes i fredes. Capçalera de rius.	A
Ecdyonuridae (Efemeròpters) Frigànies amb estoig (Tricòpters especialment Limnophilidae) Amfípodes ( <i>Gammarus</i> ) <i>Rhyacophila</i> (Tricòpters) Elmids (Coleòpters)	Aigües netes, de temperatura variable.	B-1
<i>Hydropsyche</i> (Tricòpters) Baetidae (Efemeròpters)	Aigües que poden tenir un principi de contaminació, però amb oxigen abundant	B-2
Quironòmids (Excepte <i>Chironomus</i> ) <i>Ancylus</i> Mol·luscs)	Aigües que tenen un grau d'alteració notable. Pot haver-hi breus períodes d'anòxia (falta total d'oxigen).	C
<i>Chironomus</i> <i>Tubifex</i> (Oligoquets)	Pol·lució important. Llargs períodes sense oxigen a l'aigua.	D
Sense vida animal o bé només <i>Eristalis</i> (Dípters)	Pol·lució molt greu. Perill de toxicitat.	E

En resum, podem classificar el conjunt d'estacions mostrejades en quatre grups:

- 1) Estacions de torrent, pròximes al riu Girona però situades als petits afluents que hi aboquen les seues aigües: E.4 (Fleix) i E.7 (Torrent d'Alcalà).
- 2) Estacions contaminades del curs alt: E.5 (Ebo) i E.6 (Alcalà). El reduït cabal d'aigua i els abocaments dels pobles pròxims donen com a resultat



aigües eutròfiques sense arribar a un grau d'alta contaminació. E.6 presenta aigua a l'estiu, la qual cosa la converteix en un punt valuós per a la posterior recolonització del riu.

3) Estacions de flux temporal curt del curs mitjà: E.3 (Pont entre Orba i Tormos). La circulació d'aigua resulta massa efímera per a permetre la colonització biològica d'aquests trams. L'aigua del curs alt és absorbida pel karst entre Ebo i La Rectoria.

4) Estacions poc contaminades del curs baix: E.1 (Els Poblets) i E.2 (Sanet). Malgrat tractar-se de la part de la conca amb una agricultura més desenvolupada i intensiva, amb la riquesa de nutrients procedents de la fertilització artificial que això suposa, el cabal d'aigua aportat pels aquíffers de la serra de Segària crea les condicions ecològiques adients que eviten, almenys durant el període primaveral, la contaminació.

Considerem així que, simplificant, el llit del riu Girona és ocupat durant una determinada part de l'any, corresponent al període de precipitacions, per dos tipus de cabal: un d'origen alt, que no supera en més que en comptades ocasions l'estret d'Isbert i un altre d'origen baix, procedent dels aquíffers de la Segària fonamentalment, que renova el riu i li dóna característiques que, en moments primaverals, resulten francament de capçalera. Aquest efecte de renovació ecològica és conegut en altres casos de rius mediterranis, curts i temporals, on l'existència de falles importants o zones càrstiques talla el flux superficial del riu que no reapareix fins que les condicions dels aquíffers immediats ho permeten.

## BIBLIOGRAFIA

- Alba-Tercedor, J; Sànchez-Ortega, A. (1988): Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4, pp.51-56.
- Bolós, O. de, et al. (1990): *Flora dels Països Catalans*. Editorial Pòrtic. Barcelona.
- Climent, D. (1985): *Les nostres plantes*. Institut d'Estudis Juan Gil-Albert. Alacant.
- Costa, J. (1977): *El Marquesat de Dénia*. Universitat de València. València.
- Diversos autors (1990): *Història Natural dels Països Catalans*. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Fullà, J; Pascual, J; Savall, A (1990): *Itinerari ecològic del riu Foix*. Museu de Vilafranca. Vilafranca del Penedès.
- Llorente, G. (1988): *Els vertebrats de les zones humides dels Països Catalans*. Editorial Pòrtic. Barcelona.
- Pascual, J. (en premsa): *Comunitats de macroinvertebrats de la Riera de Pontons (Alt Penedès)*.
- Prat, N. et al. (1985): *El Foix, entre l'eixutesa i la contaminació*. Servei del medi ambient de la Diputació de Barcelona. Barcelona.
- Prat, N.; Puig, M.A.; González, G. (1983): *Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besos i Llobregat*. Servei del medi ambient de la Diputació de Barcelona. Barcelona.
- Tachet, H.; Bounaud, M; Richoux, Ph. (1980): *Introduction à l'étude des macroinvertebrés des eaux douces*. Université de Lyon. Lyon.