

# SEGUIMENT DE L'ESTAT ECOLÒGIC DE LA RIERA DE MOLINÀS (COLERA, L'ALT EMPORDÀ)



**MEMÒRIA DE L'ANY 2009**

---

# Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis



## **SEGUIMENT DE L'ESTAT ECOLÒGIC DE LA RIERA DE MOLINÀS (COLERA, L'ALT EMPORDÀ). MEMÒRIA DE L'ANY 2009**

### **Equip executor i redactor del treball:**

Tura Puntí i Casadellà, Doctora en Biologia

Marc Ordeix i Rigo, Llicenciat en Biologia (Direcció tècnica dels treballs)

Núria Sellarès i Oró, Enginyera Tècnica Agrícola i Llicenciada en Ciències Ambientals

Laia Jiménez Saldaña, Llicenciada en Biologia

Romero Roig Martín, Llicenciat en Biologia

### **Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis**

Museu Industrial del Ter<sup>1</sup>

### **Peticionari i supervisió del treball:**

Lluís Sala Genóher

### **Consorci de la Costa Brava<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> NIF G-63418552. Passeig del Ter, SN. 08560 Manlleu (Osona).  
TEL: 93 851 51 76. FAX: 93 851 27 35. [cerm@mitmanlleu.org](mailto:cerm@mitmanlleu.org) <http://www.mitmanlleu.org>

<sup>2</sup> Plaça Josep Pla 4, 3er 1a. 17001 Girona (el Gironès).  
TEL. 972 201467. FAX: 972 222726. [lsala@ccbgi.org](mailto:lsala@ccbgi.org) <http://www.ccbgi.org>

# Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis



## ÍNDEX

<b>1. ANTECEDENTS .....</b>	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>5</b>
Àrea d'estudi .....	5
Localització dels punts de mostreig .....	7
Mètodes .....	11
<b>3. RESULTATS .....</b>	<b>16</b>
Cabal i paràmetres fisicoquímics .....	16
Qualitat del bosc de ribera .....	25
Qualitat biològica .....	30
Peixos .....	44
<b>4. CONCLUSIONS .....</b>	<b>47</b>
<b>5. AGRAÏMENTS .....</b>	<b>49</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>50</b>
<b>7. ANNEXOS.....</b>	<b>52</b>



## 1. ANTECEDENTS

L'any 2008 el Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu Industrial del Ter a proposta de l'ajuntament de Colera i per encàrrec del Consorci de la Costa Brava va iniciar el seguiment de l'estat ecològic de sis trams representatius del conjunt de la riera de Molinàs (Colera, Alt Empordà). Aquest any s'ha continuat amb el seguiment de la riera de Molinàs, encàrrec que s'emmarca dins les tasques de **caracterització de les rieres costaneres** que impulsa el Consorci de la Costa Brava, treball que s'ha estat portant a terme des del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu Industrial del Ter. El 2009, a banda de continuar amb el seguiment de la riera de Molinàs (Colera) s'ha continuat amb el seguiment de la riera de Rubiés (Port de la Selva) - riera que s'estudia des de l'any 2006- i com a novetat s'ha iniciat el seguiment a la riera de Llançà.

L'interès de conèixer i realitzar el seguiment de l'estat ecològic dels nostres rius i rieres és degut a que la implementació de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/EC) exigeix que es realitzi un monitoratge correcte de totes les masses d'aigua i que s'hi assolixi un estat ecològic bo o molt bo abans de l'any 2015. El **bon estat ecològic** serà aquell en què les comunitats biològiques siguin iguals o molt properes a les que es trobarien en condicions inalterades o de referència.

El seguiment de l'estat ecològic es fa utilitzant els **protocols estandarditzats** tenint en compte paràmetres de la qualitat fisicoquímica de l'aigua, indicadors biològics, variables hidromorfològiques i de vegetació ripària. Aquest coneixement previ de les característiques ecològiques i del funcionament de la riera, doncs, hauria de ser de gran utilitat alhora de plantejar possibles futures accions pel que fa a la conservació i restauració de la biodiversitat i la millora de l'estat ecològic de la riera.

L'objectiu principal d'aquest treball és el d'identificar i posar en valor les característiques ecològiques i la diversitat biològica de la riera de Molinàs i els seus afluents, a partir de l'estudi dels cabals, les característiques fisicoquímiques de l'aigua, la vegetació de ribera, les comunitats de macroinvertebrats aquàtics i els peixos,

essencialment. D'altra banda, també pretén continuar amb el seguiment de les estacions de referència, per conèixer-hi possibles canvis en el seu estat ecològic i la biodiversitat a curt i a mitjà termini.

Aquesta memòria resumeix els resultats obtinguts a la riera de Molinàs de l'any 2009, comparant-los amb l'any anterior, i posant èmfasi especialment en valorar si hi ha canvis apreciables pel que fa a la qualitat fisicoquímica, hidromorfològica i biològica de la riera.



## 2. METODOLOGIA

### Àrea d'estudi

La riera de Molinàs neix a la serra de l'Albera envoltada de cims d'entre 400 i 600 metres sobre el nivell del mar. Transcorre uns 5 quilòmetres en sentit est per una vall enclotada, abans de desembocar a la mar Mediterrània al mateix nucli urbà de Colera. La seva conca pertany al terme municipal de Colera (l'Alt Empordà). La riera termeneja amb el Paratge Natural d'Interès Nacional de l'Albera.

Es tracta d'una conca pràcticament sense presència humana fixa –excepte al nucli urbà, ja a la desembocadura–, amb presència de ramaderia bovina extensiva, principalment de vaca de l'Albera -varietat autòctona catalana pròpia i restringida a aquest massís– i bruna. L'acompanyen molts elements paisatgístics, naturals i culturals, de gran valor: garriga, alzinar litoral, vinyes, olivars, pastures, ruscs, horts abandonats, barraques, masos aïllats i vestigis d'antics molins fariners.

És una riera típicament mediterrània, temporal, caracteritzada per una gran variabilitat del règim de cabals, amb trams que s'assequen en algun moment de l'any i on d'altres trams de règim permanent i semipermanent romanen amb aigua tot l'any.

El clima de la zona pertany a la divisió Mediterrània Litoral Nord, amb una precipitació mitjana de 700 mm anuals concentrats a la tardor. El vent dominant és la tramuntana, que bufa amb força i persistència bona part de l'any. La geologia de la seva conca té una naturalesa majoritàriament metamòrfica dominada per gneiss.

El clima eixut, l'exposició al vent, els incendis freqüents i l'activitat humana, principalment el conreu de la vinya i la pastura –amb la generació de focs per mantenir-la–, configuren una coberta vegetal dominada per màquies i brolles i on les espècies arbòries són escasses.

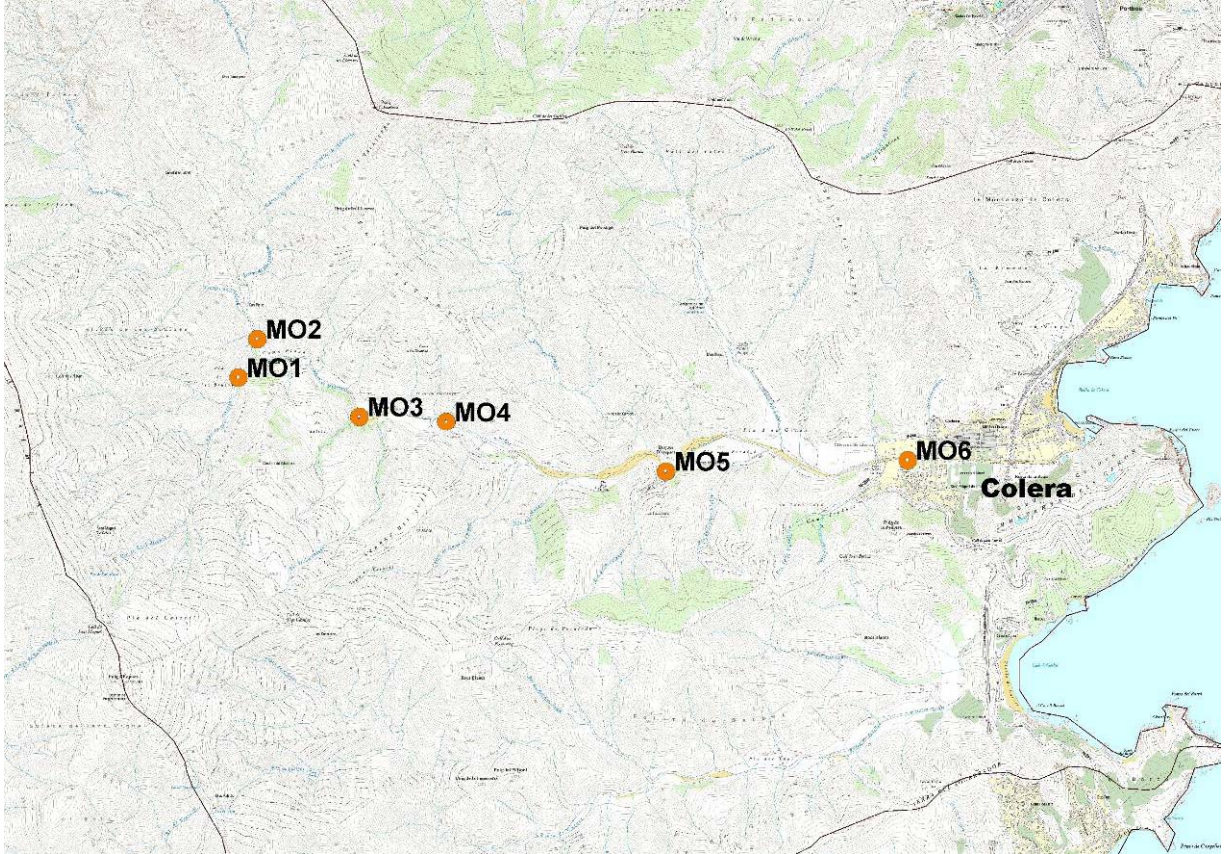
Les espècies vegetals més representatives són el llentiscle (*Pistacia lentiscus*), el càdec (*Juniperus oxycedrus*), el bruc boal (*Erica arborea*), el bruc d'escombres (*Erica scoparia*), l'estepa negra (*Cistus monspeliensis*), l'estepa borrera (*Cistus salviifolius*), l'estepa blanca (*Cistus albidus*), l'argelaga negra (*Calicotome spinosa*), el pi blanc (*Pinus halepensis*) i la surera (*Quercus suber*). Restringits als indrets més obacs i humits, s'hi troba l'alzina (*Quercus ilex*) i el roure martinenc (*Quercus humilis*), i en algunes rieres pot aparèixer l'om (*Ulmus minor*), el freixe de fulla petita (*Fraxinus angustifolia*), l'avellaner (*Corylus avellana*), el gatell (*Salix atrocinerea*), el salze blanc (*Salix alba*) i el vern (*Alnus glutinosa*).

### Localització dels punts de mostreig

Els punts de mostreig on s'han realitzat els mostreigs de paràmetres fisicoquímics i macroinvertebrats són els mateixos que els realitzats l'any anterior. Concretament es van fer a sis trams de 50 m de longitud de la riera de Molinàs a Colera, l'Alt Empordà (Figures 1 a 13). A l'annex 1 es detalla la relació de totes les estacions mostrejades, amb la seva nomenclatura corresponent, juntament amb la seva localització en coordenades UTM, altitud i ordre del riu.

- **Mo1:** Rec de Sant Miquel a la font de Molinàs, aigua amunt del nucli de Molinàs (UTM 31T 508633, 4695174).
- **Mo2:** Rec de Coma de l'Infern, entre mas Calsina i el nucli de Molinàs (UTM 31T 508732, 4695375).
- **Mo3:** Riera de Molinàs a la Bassa del Molí, aigua avall del nucli de Molinàs (UTM 31T 509266, 4694969).
- **Mo4:** Riera de Molinàs a l'Olivet de Siols (UTM 31T 509720, 4694941).
- **Mo5:** Riera de Molinàs després de la confluència amb el rec de la Corbera (UTM 31T 510868, 4694679).
- **Mo6:** Riera de Molinàs al nucli urbà de Colera, entre la carretera N-260 i la seva desembocadura a la platja (UTM 31T 512132, 4694737).

En aquests punts es van fer quatre mostreigs al llarg de l'any 2009 (febrer, maig, juliol i novembre) d'acord amb la disponibilitat d'aigua als diferents punts de mostreig.



**Figura 1.** Localització dels punts de mostreig per a l'avaluació de l'estat ecològic a la riera de Molinàs (Colera, l'Alt Empordà). Base cartogràfica: Ortofotomapa 1:5000, mapa topogràfic 1:10000, Font: Institut Cartogràfic de Catalunya.



**Figura 2:** Imatge aigua amunt de la riera de Molinàs al rec de Sant Miquel, font de Molinàs (MO1) (febrer de 2009).



**Figura 3:** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs al rec de Sant Miquel, font de Molinàs (MO1) (febrer de 2009).



**Figura 4:** Imatge aigua amunt de la riera de Molinàs al rec de la Coma de l'Infern (MO2) (maig del 2009).



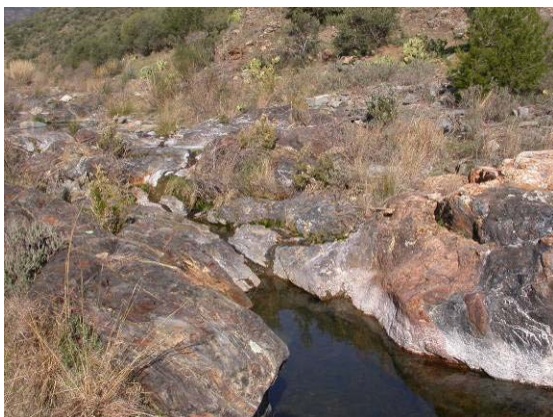
**Figura 5:** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs al rec de la Coma de l'Infern (MO2) (maig del 2009).



**Figura 6:** Imatge aigua amunt de la riera de Molinàs a la bassa del molí (MO3) (juliol de 2009).



**Figura 7:** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs a la bassa del molí (MO3) (juliol de 2009).



**Figura 8.** Imatge aigua amunt de la riera de Molinàs a l'Olivet de Siols (MO4) (febrer de 2009).



**Figura 9.** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs a l'Olivet de Siols (MO4) (febrer de 2009).



**Figura 10:** Imatge aigua amunt de la riera de Molinàs després de la confluència amb el rec de la Corbera (MO5) (novembre de 2009).



**Figura 11:** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs a la després de la confluència amb el rec de la Corbera (MO5) (novembre de 2009).



**Figura 12:** Imatge aigua amunt de la riera de Molinàs al nucli urbà de Colera (MO6) (febrer de 2009).



**Figura 13:** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs a al nucli urbà de Colera (MO6) (febrer de 2009).

## **Mètodes**

### **Protocol de mostreig**

Considerem l'estat ecològic dels sistemes fluvials com un reflex de la qualitat biològica de manera integrada, determinada mitjançant l'observació i la recol·lecció d'elements fisicoquímics, biològics i hidromorfològics, proposant la utilització d'indicadors biològics combinats amb físics i químics a escala del curs fluvial –en aquest cas, la riera-, les seves riberes i la seva conca. Aquesta proposta està contemplada a la legislació europea, concretament a la Directiva Marc de l'Aigua (aprovada l'octubre del 2000; DOCE 22.12.2000). A la figura 14 s'hi mostren les pautes per a la determinació de l'estat ecològic segons la Directiva Marc de l'Aigua (aprovada l'octubre del 2000; DOCE 22.12.2000).

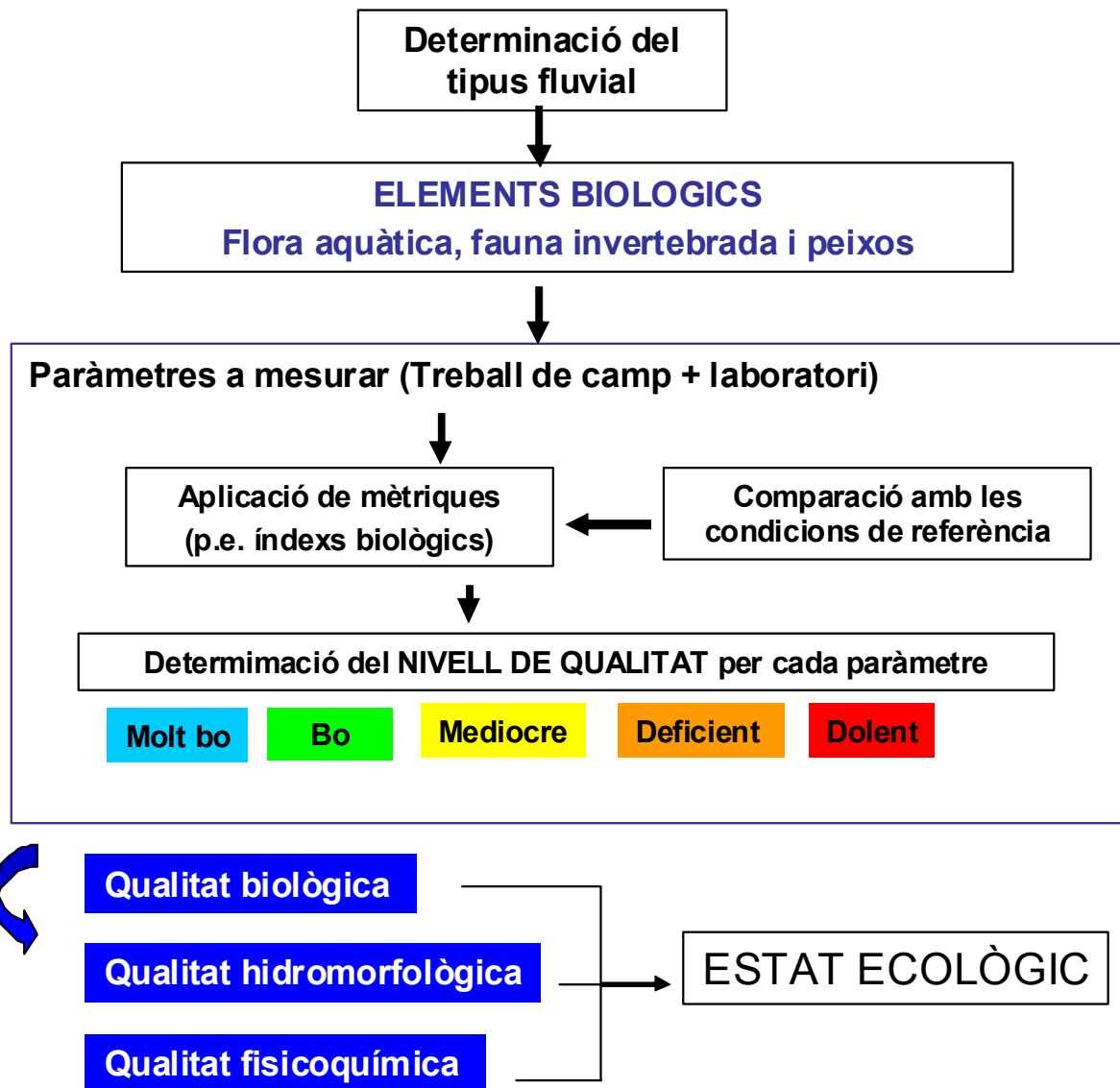
L'avaluació de l'estat ecològic dels cursos fluvials feta pel Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu Industrial del Ter es basa en la metodologia compilada per l'Àrea de Planificació per a l'Ús Sostenible de l'Aigua, de l'Agència Catalana de l'Aigua (Munné i altres, 2006) i es fonamenta principalment en l'aplicació dels protocols d'avaluació de la qualitat biològica dels rius (BIORI, Agència Catalana de l'Aigua, 2006), i protocols d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius (HIDRI, Agència Catalana de l'Aigua, 2006).

#### *Estimació del cabal i qualitat fisicoquímica*

A cada localitat de mostreig, es va estimar el cabal del riu d'acord amb el mètode velocitat-àrea, per mitjà d'un correntímetre FP101 de Global Water. Es va determinar la conductivitat elèctrica i el pH de l'aigua amb un conductímetre CON6 i un pehàcmetre de XS Instruments, respectivament. L'oxigen dissolt a l'aigua i la temperatura es van mesurar amb un oxímetre-termòmetre Syland.

Addicionalment, s'ha fet una aproximació de l'índex de qualitat de l'aigua per a la vida piscícola (IP) per a tots els punts i dates de mostreig amb aigua dels quals disposàvem

de certs paràmetres fisicoquímics (oxigen dissolt, sòlids en suspensió i concentració d'amoni i nitrits). Les dades de sòlids en suspensió i nutrients de l'aigua han estat facilitades pels laboratoris d'Aigües Costa Brava S.A.



**Figura 14.** Pautes per a la determinació de l'estat ecològic segons el Protocol d'Avaluació de la qualitat de biològica dels rius de l'Agència Catalana de l'Aigua. Font: Adaptat d'Agència Catalana de l'Aigua (2006).



#### *Qualitat hidromorfològica: Vegetació de ribera*

Durant el mostreig del mes de primavera (maig 2009) es va fer un llistat dels arbres i arbusts de ribera presents a cada punt d'estudi. L'abundància i distribució espacial d'aquestes espècies a les ribes i riberes fluvials s'empra per determinar l'índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR; Prat i altres, 2000). Aquest índex qualifica l'ecosistema de ribera amb valors de entre 0 i 100. A aquesta puntuació s'hi arriba considerant quatre característiques del sistema de ribera (cada una d'elles valorada en 25 punts). Les característiques a mesurar són: el grau de cobertura ripària, l'estructura de la cobertura, la qualitat de la ribera (diversitat d'espècies) i la naturalitat o alteració del canal fluvial.

#### *Qualitat hidromorfològica: l'hàbitat fluvial*

L'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF) (Pardo i altres, 2002) és un índex d'avaluació de l'heterogeneïtat dels hàbitats fluvials presents en un tram de riu. És necessari saber si un riu és molt o poc divers, en quant als hàbitats, per garantir l'aplicabilitat dels índexs biològics emprats. Aquest índex té en compte diverses característiques de l'hàbitat fluvial que influeixen en la distribució dels organismes aquàtics com el grau d'inclusió del sediment, la freqüència de ràpids, la composició del substrat, els règims de velocitat – profunditat, el percentatge d'ombra sobre la llera, els elements d'heterogeneïtat i la cobertura de la vegetació aquàtica.

#### *Qualitat biològica: Macroinvertebrats aquàtics*

A cada punt i data de mostreig, si es disposava d'aigua, es feia un mostreig semiquantitatiu multihàbitat de macroinvertebrats en un tram de 50 metres de longitud amb un salabre triangular de 30 cm de costat i 250 µm de diàmetre de porus. Els macroinvertebrats van ser predeterminats al camp, conservats en alcohol al 70% i

determinats al laboratori fins al nivell taxonòmic més elevat possible (sovint gènere o espècie). Les dades obtingudes es van utilitzar per calcular diversos índexs biològics aplicables a la regió d'estudi incloent-hi l'IBMWP (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988, Alba-Tercedor i altres, 2002), el BMWPC (Benito i Puig, 1999), l'EPT (nombre de famílies pertanyents als ordres Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera; Lenat, 1983; Barbour i altres, 1999) l'OCH (nombre de famílies pertanyents als ordres Odonata, Coleoptera i Heteroptera), el ràtio EPT/OCH i l'IASPT (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988, Alba-Tercedor i altres, 2002).



**Figura 15.** Mostreig multihàbitat de macroinvertebrats aquàtics a la riera de Molinàs (Colera) (A l'esquerra ) i preclassificació de la mostra de macroinvertebrats al camp(a la dreta) el febrer i el novembre de 2009.

#### *Qualitat biològica: Peixos*

El mes de novembre es va fer un mostreig de peixos a la bassa del Molí (MO3) que era l'únic tram de la riera que tenia aigua i en el qual s'hi va detectar presència de peixos.

El mostreig es va fer amb un equip de pesca elèctrica portàtil amb bateria, Hans Grassl IG200/2. Els peixos capturats van ser mesurats (longitud furcal) i pesats; els individus més grans també van ser sexats.



**Figura 16:** Mostreig de peixos per mitjà de pesca elèctrica a la bassa del Molí (MO3) a la riera de Molinàs, el novembre de 2009.

### 3. RESULTATS

#### Cabal i paràmetres fisicoquímics

El **cabal** és un dels factors més importants a tenir en compte quan s'estudien rius mediterranis, com és el cas de la riera de Molinàs, ja que ens dóna una idea de les variacions del règim hidrològic i la seva variabilitat en el temps, que repercuteix en el funcionament de l'ecosistema fluvial. Aquestes fluctuacions naturals del cabal determinaran les comunitats biològiques presents a cada massa d'aigua (Gasith i Resh, 1999). El corrent és la força de major importància en els ecosistemes fluvials i adquireix una importància cabdal per a la vida aquàtica perquè modula molts factors essencials: l'oxigenació, la disponibilitat i distribució de recursos tròfics, la composició del substrat, etc.

El cabal d'un riu es defineix com el volum d'aigua que circula per una secció determinada per unitat de temps. Ens referim al cabal superficial del riu perquè molts cursos fluvials amb substrat porós –com la riera de Molinàs– poden presentar una circulació d'aigua subsuperficial molt important però bastant més complicada de mesurar. El cabal pot variar àmpliament al llarg de l'any i també al llarg del dia, principalment en funció de les precipitacions però també de l'evapotranspiració i de les extraccions que s'hi puguin fer.

L'any 2009 s'ha caracteritzat per ser un any sec a l'extrem litoral de Catalunya (Butlletí Climàtic 2009, Servei Meteorològic de Catalunya). A l'annex 2 s'hi detallen les precipitacions i temperatures mitjanes de les tres estacions pluviomètriques properes a la riera de Molinàs: Portbou, Roses i Espolla. Les precipitacions totals anuals van ser molt baixes (405,5 mm anuals de mitjana per les tres estacions), aquesta dada ens confirma que aquest any va ser molt sec a l'Alt Empordà i conseqüentment la riera de Molinàs va romandre eixuta o presència de basses discontinues bona part de l'any. Tan sols l'aigua circulava als trams superiors de la riera (MO1, MO2 i MO3) durant el mostreig del febrer, i a la bassa del Molí (MO3) durant el mostreig del novembre. (Taula 1 i Figura 17). Els cabals mesurats van ser força baixos, fins i tot inferiors als

valors mesurats l'any anterior. En els trams superiors de la riera, quan s'hi va trobar presència d'aigua (excepte durant el mostreig de febrer), aquesta romanía estancada formant basses desconnectades. Per exemple a la figura 18 s'hi mostra un detall de la riera de Molinàs al rec de Sant Miquel al maig de 2009.

Aquest any la primavera va ser molt poc plujosa i en el mostreig de maig no hi havia aigua circulant en cap dels punts mostrejats. Per exemple al tram situat a l'alçada de l'Olivet de Siols (MO4) presentava aigua no circulant –o pràcticament- a tots els mostreigs (Figura 19).

Pel que fa l'estiu, tant sols es va localitzar aigua a la bassa del Molí (MO3) tot i que n'hi havia poca i estava estancada (Figura 20). D'altra banda, els trams de la riera de Molinàs després de la confluència amb el rec de la Corbera (MO5) i el situat al nucli urbà de Colera (MO6) no van poder ser mostrejats perquè no va presentar mai aigua circulant, així com també passava l'any 2008.



**Figura 17.** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs a la bassa del Molí (MO3) (novembre de 2009).



**Figura 18.** Imatge aigua avall de la riera de Molinàs al rec de Sant Miquel, font de Molinàs (MO1) (maig de 2009).



**Figura 19.** Imatge aigua amunt de la riera de Molinàs a l'olivet de Siols (MO4) (maig del 2009).



**Figura 20.** Imatge de la riera de Molinàs a la bassa del Molí (MO3) (juliol del 2009).

La **conductivitat elèctrica** de l'aigua és un indicador de la concentració d'ions que conté l'aigua –sals i nutrients– i és proporcional a la salinitat. Aquesta concentració d'ions depèn de la composició del substrat per on flueix l'aigua i dels abocaments de residus d'origen antròpic. En un mateix ecosistema, la conductivitat elèctrica sovint és inversament proporcional al cabal, ja que l'aigua de pluja tendeix a diluir les concentracions d'ions a l'aigua, mentre que en condicions de sequera es concentren. Es considera que aigües amb valors de conductivitat per sobre de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no són aptes per al consum humà.

La conductivitat elèctrica de l'aigua va oscil·lar entre els 200 i els 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a tots els trams mostrejats el mes de febrer (MO1, MO2, MO3 i MO4) (Taula 1). En la resta de mostreigs els valors de conductivitat van ser més elevats, oscil·lant entre els 400 i els 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El màxim valor de conductivitat mesurat enguany va ser el del tram de l'Olivet de Siols (MO4) amb un valor de 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Aquest any però no es va superar en cap cas els 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cosa que si passava tant el juliol com al desembre de l'any 2008. En termes generals, es detecta que els valors de conductivitat obtinguts (trams MO1, MO2, MO3 i MO4) són menors al mostreig de febrer i van augmentant al llarg dels mostreigs successius, paral·lelament a la reducció del cabal i l'augment de les

condicions d'embassament de l'aigua a tots els trams. Aquesta tendència és la mateixa que la que s'observava el 2008 pel que fa a aquest paràmetre.

La concentració d'**oxigen dissolt** a l'aigua és un paràmetre primordial per a la vida aquàtica, que es troba relacionat principalment amb les condicions de temperatura, cabal i biomassa acumulada a l'ecosistema. Per una banda, les temperatures baixes permeten que l'aigua pugui contenir una concentració de molècules d'oxigen ( $O_2$ ) més elevada que amb temperatures elevades i, per tant, sigui més fàcil arribar a la saturació d'oxigen quan l'aigua és freda. De manera indirecta, les temperatures baixes també contribueixen a mantenir concentracions elevades d'oxigen dissolt a l'aigua a través del control del metabolisme dels organismes de l'ecosistema, menys actius en condicions de temperatures baixes. En segon lloc, els cabals elevats contribueixen a augmentar la turbulència i, per tant, faciliten l'intercanvi de gasos amb l'atmosfera –eliminació d'anhidrid carbònic i incorporació d'oxigen–.

Els valors d'oxigen dissolt obtinguts aquest any, en general, són força baixos, no superiors a 6 mg/L seguint la mateixa tendència que l'any anterior (Taula 1). Només es van mesurar concentracions d'oxigen no limitants per a la vida aquàtica –per sobre de 7 mg/L- al mostreig del mes de febrer, al rec de sant Miquel (MO1) amb 9,8 mg/L d'oxigen i al rec de Coma de l'Infern (MO2) amb 8.1mg/L . També es va mesurar un nivell d'oxigen elevat al tram de la riera a la bassa del Molí (MO3) el mes de maig amb 7,4 mg/L. En la resta d'ocasions mostrejades els valors d'oxigen van ser molt baixos, assolint el mínim de 3,2 mg/L al rec de sant Miquel (MO1) en el mostreig de novembre. Tal i com es pot observar a la figura 21, en aquest mostreig tant sols hi havia la presència d'una petita bassa, que propiciava el valor tant baix en la concentració d'oxigen. Al tram del rec de Coma de l'Infern (MO2), també es van assolir uns valors baixos tant al maig (Figura 22) com al novembre. Així doncs, en la majoria dels casos hi ha unes concentracions d'oxigen baixes, ja que l'aigua està estancada afavorint les condicions d'anòxia i la presència d'espècies més tolerants.

El valor de **pH** descriu l'activitat dels ions d'hidrogen ( $H^+$ ) en una solució aquosa, que oscil·la entre 0 (més àcid) i 14 (més bàsic) i té un valor neutre de 7. Valors de pH extrems –per sota de 5 o bé per sobre de 9– resulten perjudicials per a la biota i poden

fer minvar considerablement la qualitat biològica de l'ecosistema. La interdependència entre el sistema de tampó bicarbonat ( $\text{CO}_2 - \text{HCO}_2^- - \text{CO}_3^{2-}$ ) i el pH fa que el valor de pH de l'aigua depengui en gran mesura dels processos metabòlics que s'esdevenen a l'aigua (respiració i fotosíntesi) i de la naturalesa del substrat (calcari o silici). Així doncs, la producció algal en ecosistemes aquàtics provoca valors de pH més aviat elevats i la degradació de matèria orgànica fa baixar el pH, ja sigui d'origen natural (fullaraca) o bé antròpic (aigües residuals urbanes, per exemple). Per contra, si el substrat del riu o riera és ric en carbonats, aquestes sals actuen de tampó i els valors de pH, en general, es mantenen més aviat elevats i menys variables.

Els valors de pH en tots els mostreigs van ser força estables, oscil·lant en la majoria dels casos entorn del 7. Tot i així durant el mostreig de febrer els valors de pH eren superiors a 8 en els trams del rec de Sant Miquel (MO1), del rec de la Coma de l'infern (MO2) i al tram de la bassa del Molí (MO3). En canvi els mínims assolits van ser en el mostreig del maig amb valors de 6,82 al rec de Sant Miquel (MO1) i de 6,85 al rec de la Coma de l'infern. En aquest punts on s'han mesurat uns valors de pH més baixos ens pot indicar el predomini de processos de descomposició de matèria orgànica d'origen al·lòcton en la riera, afavorits per la manca de cabal circulant. Tot i així en cap dels casos es van assolir valors superiors a 9 o bé inferiors a 5, fet que ens indica que aquest paràmetre no afecta negativament la qualitat biològica de la riera.



**Taula 1.** Paràmetres fisicoquímics als punts de mostreig de la Riera de Molinàs, a Colera (l'Alt Empordà) els anys 2008 i 2009. Ø: tram sec, -: no mesurat.

Data	Estació	Llera eixuta	Cabal (L/s)	Temperatura aigua (°C)	pH	Oxigen (mg/L)	Conductivitat (µS/cm)
21/02/2008	MO1	No	17,7	11,7	7,57	9,8	219
	MO2	No	1,4	10,4	8,20	7,7	307
	MO3	No	22,8	11,4	7,34	9,8	235
	MO5	Sí	-	-	-	-	-
	MO6	Sí	-	-	-	-	-
22/05/2008	MO1	No	Basses	17,2	7,31	2,2	353
	MO2	No	Basses	18,5	7,40	5,2	259
	MO3	No	1,0	20,3	7,70	7,6	255
	MO4	No	Basses	22,7	7,00	4,7	457
	MO5	Sí	-	-	-	-	-
	MO6	Sí	-	-	-	-	-
16/07/2008	MO1	No	Basses	22,4	6,90	3,8	574
	MO2	No	Basses	26,0	7,69	4,0	384
	MO3	No	Basses	23,8	7,95	6,5	333
	MO4	No	Basses	21,6	7,57	3,2	410
	MO5	Sí	-	-	-	-	-
	MO6	Sí	-	-	-	-	-
31/12/2008	MO1	No	Basses	11,6	7,40	3,1	383
	MO2	No	Basses	9,1	7,60	6,9	405
	MO3	No	1,1	10,6	7,20	4,9	432
	MO4	No	Basses	8,8	7,45	4,1	571
	MO5	Sí	-	-	-	-	-
	MO6	Sí	-	-	-	-	-
25/02/2009	MO1	No	3,0	9,8	8,54	9,8	256
	MO2	No	7,2	10,2	8,46	8,1	218
	MO3	No	12,5	14,1	8,7	5,6	222
	MO4	No	0,0	10,3	7,7	5,6	246
	MO5	Sí	Ø	-	-	-	-
	MO6	Sí	Ø	-	-	-	-
29/05/2009	MO1	No	Basses	22,0	6,82	4,2	331
	MO2	No	Basses	24,1	6,9	3,7	307
	MO3	No	Basses	20,0	7,0	7,4	323
	MO4	No	Basses	21,0	7,1	5,2	500
	MO5	Sí	Ø	-	-	-	-
	MO6	Sí	Ø	-	-	-	-
22/07/2009	MO1	Sí	Ø	-	-	-	-
	MO2	Sí	Ø	-	-	-	-
	MO3	No	Basses	26,0	7,63	4,3	415
	MO4	Sí	Ø	-	-	-	-
	MO5	Sí	Ø	-	-	-	-
	MO6	Sí	Ø	-	-	-	-
11/11/2009	MO1	No	Basses	14,3	7,5	3,2	465
	MO2	No	Basses	12,9	7,7	3,7	403
	MO3	No	0,6	15,2	7,8	3,9	469
	MO4	No	Basses	11,4	7,5	4,4	448
	MO5	Sí	Ø	-	-	-	-
	MO6	Sí	Ø	-	-	-	-



**Figura 21.** Imatge de la bassa del rec de Sant Miquel, font de Molinàs (MO1) (novembre de 2009).



**Figura 22.** Imatge de la riera de Molinàs al rec de Coma de l'Infern (MO2) (maig de 2009).

**L'índex de qualitat de l'aigua per a la vida piscícola (IP)** és un índex multiparamètric que indica conèixer, a grans trets, la capacitat dels ecosistemes fluvials per permetre l'establiment de comunitats de peixos estables en funció de ben pocs paràmetres relacionats amb la qualitat química de l'aigua (oxigen dissolt, sòlids en suspensió i concentracions de nitrits i amoni). No considera, però, aspectes hidrològics, d'hàbitat ni de competència amb espècies al·lòctones, que afecten, i molt, la presència d'una determinada espècie en un tram concret. Així doncs, aquest índex és un paràmetre interessant ja que integra els principals paràmetres que estan relacionats amb la qualitat química de l'aigua i obté els diferents rangs de qualitat d'acord amb les condicions químiques mínimes que ha de tenir una aigua per tal que les poblacions d'aquests peixos es puguin desenvolupar amb normalitat.

Els valors de l'IP es van calcular pels punts MO1, MO2, MO3 i MO4 en aquells mostreigs per als quals es disposava de tots els paràmetres de qualitat de l'aigua necessaris (oxigen dissolt, sòlids en suspensió, concentració de nitrits i amoni), (Taula 3).

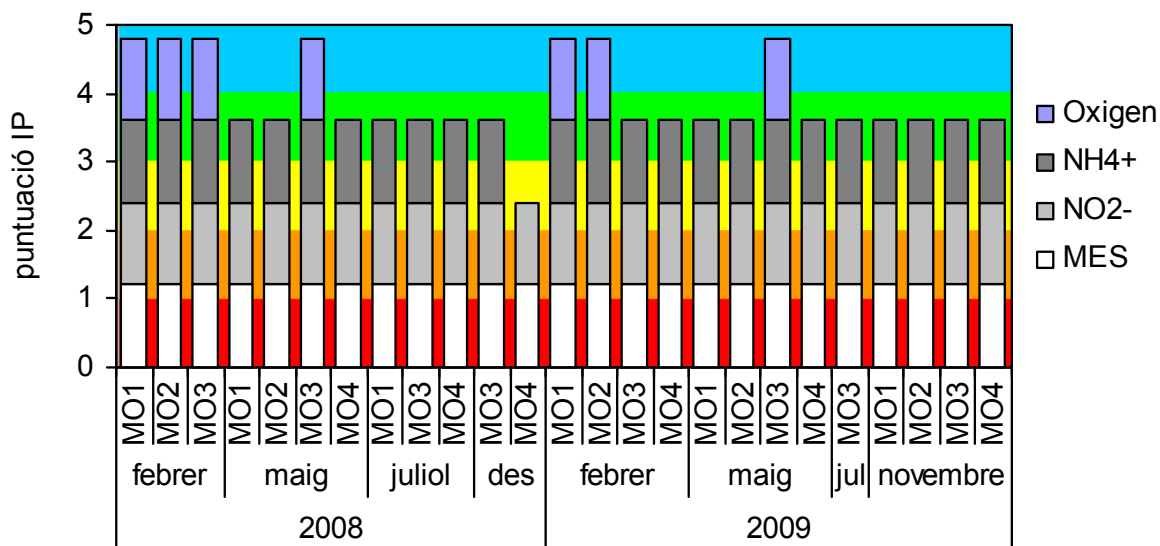
**Taula 3.** Valors dels paràmetres disponibles per calcular l'Índex de qualitat fisicoquímica de l'aigua per a la vida Piscícola (IP) a la riera de Molinàs l'any 2009, juntament amb les seves categories de qualitat.

Estació	Data	Oxigen (mg/L)	MES (mg/L)	Nitrits (mg N/L)	Amoni (mg N/L)	ÍNDEX IP
MO1	25/02/2009	9,8	1	<0,02	<0,5	I
MO2	25/02/2009	8,1	3	<0,02	<0,5	I
MO3	25/02/2009	5,6	3	<0,02	<0,5	II
MO4	25/02/2009	5,6	1	<0,02	<0,5	II
MO1	29/05/2009	4,2	3	<0,02	<0,5	II
MO2	29/05/2009	3,7	7	<0,02	<0,5	II
MO3	29/05/2009	7,4	1	<0,02	<0,5	I
MO4	29/05/2009	5,2	6	<0,02	<0,5	II
MO3	22/07/2009	4,3	10	<0,02	<0,5	II
MO1	11/11/2009	3,2	1	<0,05	<0,5	II
MO2	11/11/2009	3,7	1	<0,05	<0,5	II
MO3	11/11/2009	3,9	1	<0,05	<0,5	II
MO4	11/11/2009	4,4	3	<0,05	<0,5	II

Tal i com s'observava l'any anterior (figura 23), en la majoria dels casos la qualitat de l'aigua de la riera podia provocar lleugers símptomes d'estrès a les comunitats de peixos. En aquests casos les espècies més sensibles es poden veure afectades, assolint un nivell del IP de 2. El paràmetre que en aquests casos fa que no s'assoleixi un valor màxim de l'índex de vida piscícola, és la concentració d'oxigen, la qual no supera els 7mg/L, i per tant fa disminuir la puntuació global de l'IP. En canvi pel que fa als altres paràmetres que s'utilitzen per a calcular l'IP (nitrits, amoni i sòlids en suspensió), compleixen en tots els casos les condicions mínimes requerides per l'IP.

Fins i tot, aquest any s'assoleix en tres ocasions el valor màxim de l'índex, fet que ens indica que les aigües són netes i que no hi ha cap pertorbació que pugui afectar la vida piscícola. En concret es troba aquesta qualitat òptima pel desenvolupament de les comunitats piscícoles al rec de Sant Miquel (MO1) i al rec de la Coma de l'infern (MO2) al febrer del 2009, i al tram de la bassa del Molí (MO3) al maig de 2009, moments en que l'aigua corria i per tant s'afavoria una condicions òptimes per al desenvolupament de la vida aquàtica. Malgrat la bona qualitat química de l'aigua que afavoria la presència de les comunitats de peixos, cal tenir en compte que la temporalitat i l'embassament de l'aigua en alguns dels trams, així com la manca de connexió hídrica

entre les basses sembla que deu dificultar-ne el manteniment. Com a contrapartida, la dificultat de sostenir-se comunitats de peixos en alguns trams deu afavorir, sempre que la qualitat de l'aigua sigui prou bona, la presència d'altres organismes amb mecanismes de resistència a la sequera, com els amfibis i molts taxons de macroinvertebrats aquàtics.



### Categories de l'Índex de qualitat fisicoquímica de l'aigua per a la vida Piscícola (IP)

I	Aigües netes, que no provoquen estrès a les comunitats de peixos.
II	Aigües que poden provocar lleugers símptomes d'estrès a les comunitats de peixos. Les espècies més sensibles es poden veure afectades.
III	Aigües que poden provocar desequilibris importants en el funcionament de l'ecosistema. Desapareixen les espècies més sensibles a la contaminació.
IV	Aigües que provoquen un fort estrès, amb molt poques possibilitats de presentar comunitats de peixos.
V	Aigües molt contaminades, sense gairebé cap possibilitat de presentar comunitats de peixos.

**Figura 23.** Valors de l'índex IP per als punts de mostreig de la riera de Molinàs l'any 2009.

### Qualitat del bosc de ribera

Com a complement de la informació que donen els índexs biològics de qualitat de l'aigua, que s'exposen més endavant, l'**índex de qualitat del bosc de ribera (QBR)** avalua l'estat ecològic de la vegetació de les ribes i riberes en funció de la cobertura, l'estructura, la diversitat i l'alteració antròpica a partir de la presència, abundància i distribució de les espècies d'arbres, arbusts i helòfits. Cal destacar la importància de la vegetació de ribera, i en especial dels arbres, en la millora de la qualitat fisicoquímica i biològica de l'aigua: si es troba ben constituïda, pot retenir una part molt important dels nutrients que hi arriben per via difusa dels camps de conreu i fins i tot dels nutrients que transporta el propi riu. D'altra banda, la vegetació de ribera també té un paper cabdal en la conservació de la biodiversitat, pel fet que proporciona refugi i recursos a una gran varietat d'espècies animals.

Les condicions bioclimàtiques de la serra de l'Albera, les dimensions de l'àrea de drenatge de la riera de Molinàs, i la pressió ramadera i agrícola, present tot i no ser excessivament intensiva, no permeten el desenvolupament d'un bosc de ribera ben constituït ni continu. En aquesta àrea hi trobem una vegetació de ribera particular i adaptada a les fluctuacions de cabal típiques de rius mediterranis efímers, és a dir que s'assequen una part de l'any. En aquests casos, la fulla de camp utilitzada per el càlcul del QBR del 2009 és la dels **rius efímers** -modificació de l'índex original QBR, desenvolupat per Munné et al. (1998). La riera de Molinàs és un bon exemple de riu efímer (temporal), on en alguns trams de la riera roman seca bona part de l'any i en altres trams es mantenen les basses desconnectades en època de sequera. Malgrat la temporalitat de la riera, en alguns trams s'hi troben espècies arbòries de ribera pròpies dels rius centroeuropeus i mediterranis permanents o semipermanents, com el vern (*Alnus glutinosa*) que necessita una humitat elevada i constant al subsòl. Individus d'aquesta espècie són presents amb una abundància relativa al tram del torrent posterior a la bassa del Molí (MO3) i, amb un nombre ben reduït d'exemplars, al rec de la Coma de l'Infern (MO2) (Figura 24). També l'acompanyen algunes espècies típicament de ribera, però no tan estrictes amb els requeriments d'aigua, com el

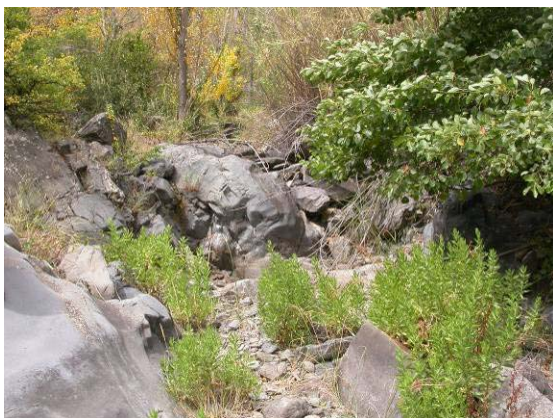
pollancre (*Populus nigra*), present també al rec de Sant Miquel, font de Molinàs (MO1), a la bassa del Molí (MO3) i al tram situat a l'alçada de l'Olivet de Siols (MO4) (Figura 25). Altres espècies presents a la riera i encara menys estrictes amb els requeriments hídrics són el gatell (*Salix atrocinerea*) i l'om (*Ulmus minor*) (Taula 2).

A la figura 28 s'hi mostren els valors de QBR obtinguts el 2009 exclusivament, no s'han tingut en compte els del 2008, ja que d'un any per l'altra no s'hi ha detectat cap alteració important que suposés un canvi en els valors obtinguts del QBR.

En el tram superior de la riera (MO1, MO2, MO3 i MO4) els valors de qualitat de ribera són prou elevats, assolint una qualitat de bona, pròpia d'un curs fluvial només alterat lleugerament (Figura 28). En aquest trams tot i que domina la vegetació arbustiva també hi ha presència de vegetació arbòria i en alguns casos amb elevada diversitat d'espècies.

El tram baix de la riera de Molinàs, en canvi, presenta alteracions importants. En aquest tram l'aigua hi circula sobretot subterràniament –la part que no és captada per a diversos usos- i es mostra eixuta bona part de l'any. Les espècies de ribera són essencialment arbustives, destacant per exemple al tram de la riera a la confluència amb el rec de la Corbera (MO5), la qualitat de la vegetació de ribera esdevé entre intermèdia i dolenta, amb evidents símptomes d'alteració (Figura 26).

La qualitat del bosc de ribera pateix una disminució extrema al tram al nucli urbà de Colera, entre la carretera N-260 i la seva desembocadura a la platja inferior a la carretera d'accés a Colera (MO6), on la riera està endegada: allí, lògicament, la qualitat del bosc de ribera és pèssima, obtenint un valor de QBR de 0, ja que no hi ha possibilitat que s'hi estableixi una comunitat de ribera (Figura 27).



**Figura 24.** Presència de vern (*Alnus glutinosa*) a la riera de Molinàs a la Coma de l'Infera (MO2) (juliol de 2009).



**Figura 25.** Presència de pollancre (*Populus nigra*) a la bassa del Molí (MO3) (novembre de 2009).



**Figura 26.** Aspecte general de la vegetació arbustiva dominant a l'Olivet de Siols (MO4) amb les oliveres i vinyes de fons (novembre de 2009).



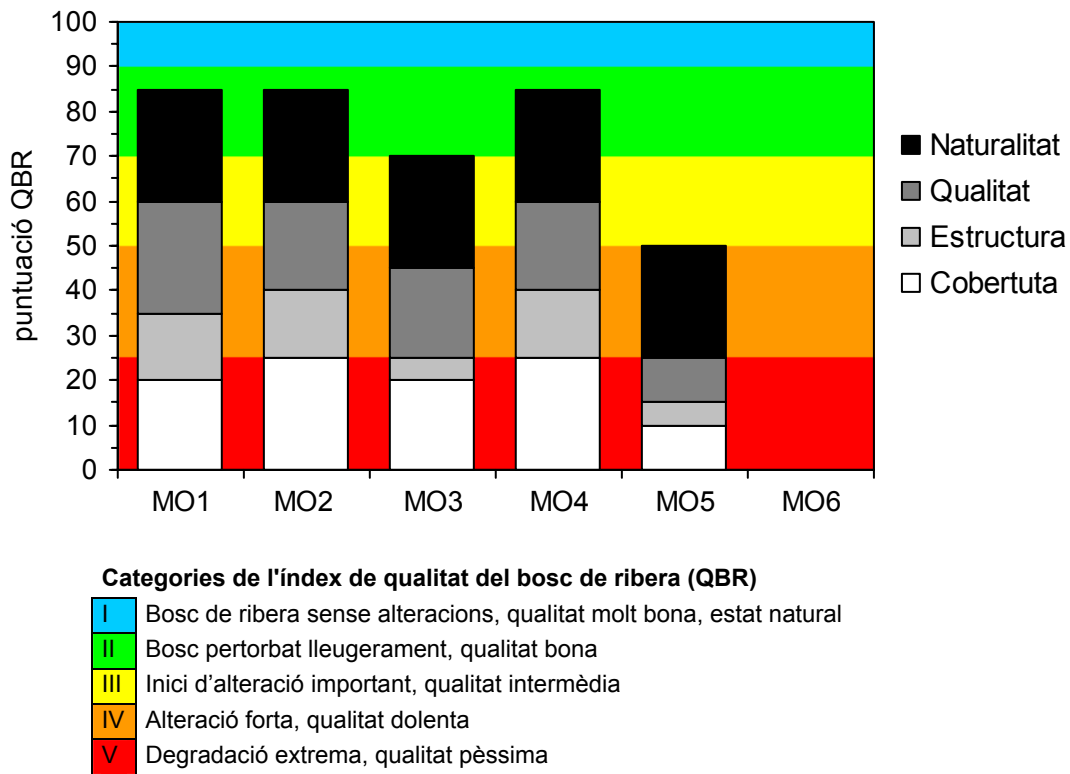
**Figura 27.** Endegament de la riera de Molinàs al seu tram final al nucli de Colera (MO6) (juliol de 2009).

Taula 2. Espècies vegetals més importants de la riba i la llera a la riera de Molinàs l'any 2009.

Nom científic	Nom vulgar	Origen	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6
<b>arbres</b>								
<i>Olea europea</i>	Olivera	Autòcton				x	x	
<i>Populus nigra</i>	Pollancre	Autòcton	x	x	x	x		
<i>Salix elaeagnos</i>	Sarga	Autòcton	x			x		
<i>Pinus pinea</i>	Pi pinyer	Autòcton	x			x		
<i>Quercus ilex</i>	Alzina	Autòcton		x				
<i>Alnus glutinosa</i>	Vern	Autòcton		x	x			
<i>Ulmus minor</i>	Om	Autòcton		x	x			
<i>Cupressus sempervirens*</i>	Xiprer	Al·lòcton					x	x
<i>Ficus carica</i>	Figuera	Autòcton						x
<b>arbusts</b>								
<i>Erica arborea</i>	Bruc	Autòcton	x		x			
<i>Hedera helix</i>	Heura	Autòcton	x		x			
<i>Rubus sp.</i>	Esbarzer	Autòcton	x	x	x	x		x
<i>Smilax aspera</i>	Aritjol	Autòcton	x		x			
<i>Vitex agnus-castus</i>	Aloc	Autòcton				x		
<i>Opuntia maxima</i>	Figuera de moro	Autòcton					x	
<b>helòfits</b>								
<i>Arundo donax*</i>	Canya	Al·lòcton	x	x	x	x	x	x
<i>Typha latifolia</i>	Boga	Autòcton	x					
<i>Scyrpus holoschoenus</i>	Jonc	Autòcton					x	

\* = espècie introduïda.





**Figura 28.** Valors de l'índex QBR per als punts de mostreig de la riera de Molinàs l'any 2009.

## Qualitat biològica

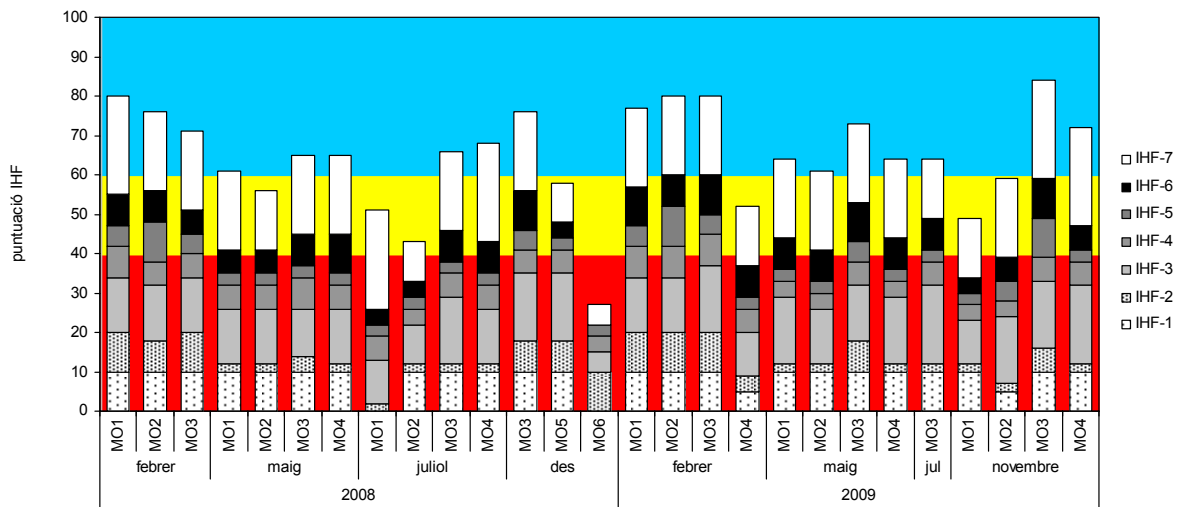
### *L'índex d'hàbitat fluvial*

L'**índex d'hàbitat fluvial** (IHF) és un índex desenvolupat per avaluar l'aplicabilitat dels índexs biològics basats en macroinvertebrats aquàtics de l'ecosistema fluvial. Aquest paràmetre és important per conèixer la potencialitat de determinats trams de riu per al manteniment d'una determinada diversitat biològica. Així doncs, valors prou elevats d'aquest índex garanteixen que la categoria de qualitat obtinguda a partir dels índexs biològics seran indicadors de la qualitat fisicoquímica del tram d'estudi durant els darrers dies. Els resultats de l'IHF no expressen estrictament un nivell de qualitat, però la seva determinació és important per valorar si el resultat del mostreig biològic és representatiu, ja que aquests resultats es poden veure alterats de manera significativa per la morfologia fluvial (si l'IHF<40).

L'índex IHF té en compte variables relacionades amb la diversitat d'hàbitat, com la sedimentació, l'hidrologia, la composició del substrat, la cobertura de la vegetació o la vegetació aquàtica. Tot i que no està dissenyat per avaluar la qualitat de l'ecosistema fluvial per si mateix, sovint és indicador de pertorbacions que poden degradar l'hàbitat fluvial sense alterar la qualitat fisicoquímica de l'aigua, com abocament de sediments, manca de cabal, extraccions d'àrids o afectacions a la vegetació de ribera.

L'any 2009 s'ha calculat l'IHF a tots els trams on hi havia aigua i es va recollir mostra de macroinvertebrats per calcular els índexs biològics (Figura 29). En la majoria dels casos aquest any s'obtenen valors de l'índex de qualitat d'hàbitat fluvial (IHF) superiors a 60, valors que ens indiquen que hi ha una bona qualitat de l'hàbitat i que per tant es poden fer servir els índexs biològics basats en macroinvertebrats aquàtics en tots els casos. Tot i així en alguns moments de l'any i per alguns trams de la riera s'hi troben valors intermedis del IHF (entre 40 i 60), fet que ens indica que hi comença a haver una alteració de l'hàbitat que pot afectar a la qualitat biològica final. Aquest és el cas del rec de Sant Miquel, font de Molinàs (MO1) al novembre i del tram situat a l'alçada de l'Olivet de Siols (MO4) al febrer. En aquests casos la puntuació del IHF és més

baixa degut a la manca de cabal, amb presència de basses únicament, afectant també els règims de velocitat i profunditat. En aquest cas augmenta la concentració d'algues filamentososes que afavoreixen l'homogeneïtzació de l'hàbitat i que per tant fan disminuir la concentració final del IHF.



**Categories de qualitat de l'índex d'hàbitat fluvial (IHF)**

- I** Bona qualitat de l'hàbitat per als macroinvertebrats
- II** Qualitat de l'hàbitat susceptible de degradació
- III** Hàbitat empobrit

**Figura 29.** Valors de l'índex IHF per als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009. IHF1: inclusió del sediment, IHF2: freqüència de ràpids, IHF3: composició del substrat, IHF4: règims de velocitat - profunditat, IHF5: percentatge d'ombra, IHF6: elements d'heterogeneïtat, IHF7: cobertura de la vegetació aquàtica.

*Macroinvertebrats aquàtics*

Els macroinvertebrats aquàtics han estat utilitzats àmpliament com a indicadors de qualitat de l'aigua en ecosistemes fluvials de tot el món perquè en depenen d'una manera molt directa. L'anàlisi de la presència i abundància dels diferents organismes

de les masses d'aigua ens dóna una informació de gran rellevància a l'hora de determinar la qualitat de l'ecosistema fluvial, gràcies a la resposta ràpida dels organismes a les possibles perturbacions. La utilització de macroinvertebrats aquàtics com a bioindicadors ofereix avantatges diversos respecte d'altres grups d'organismes com els peixos o les algues, per exemple, per la seva ubiqüitat, que permet aplicar un mateix índex a tota una regió, o la seva longevitat, que permet integrar la qualitat fisicoquímica que ha tingut l'aigua fins a varies setmanes o mesos enrere. Malgrat tot, també cal tenir en compte alguns inconvenients, com per exemple el fet que poden ser afectats per les riuades o la sequera, factors no necessàriament relacionats amb la contaminació. Així mateix, cal disposar sempre de personal especialitzat i amb una bona experiència, per no cometre errades importants en el mètode de mostreig ni en la determinació taxonòmica de la mostra obtinguda.

La riquesa **de famílies de macroinvertebrats aquàtics** no es pot considerar cap índex per si mateix però ens dóna una informació molt rellevant a l'hora de determinar l'estat ecològic d'un ecosistema fluvial, ja que dins d'una mateixa regió bioclimàtica existeix una correlació directa entre qualitat de l'aigua i la riquesa taxonòmica.

El mostreig de macroinvertebrats es va fer als trams del rec de Sant Miquel (MO1), Coma de l'Infern (MO2), la bassa del Molí (MO3) i l'Olivet de Siols (MO4) quan les condicions hídriques ho van permetre. La confluència del rec de la Corbera (MO5) i el nucli urbà de Colera (MO6) no es van poder mostrejar per manca d'aigua corrent en cap de les ocasions en que es va visitar la riera.

Aquest any als trams mostrejats, es van trobar 95 taxons diferents pertanyents a 50 famílies de macroinvertebrats aquàtics (Annex 4). Aquests resultats són molt semblants als de l'any anterior, on es van trobar 91 taxons diferents pertanyents a 55 famílies.

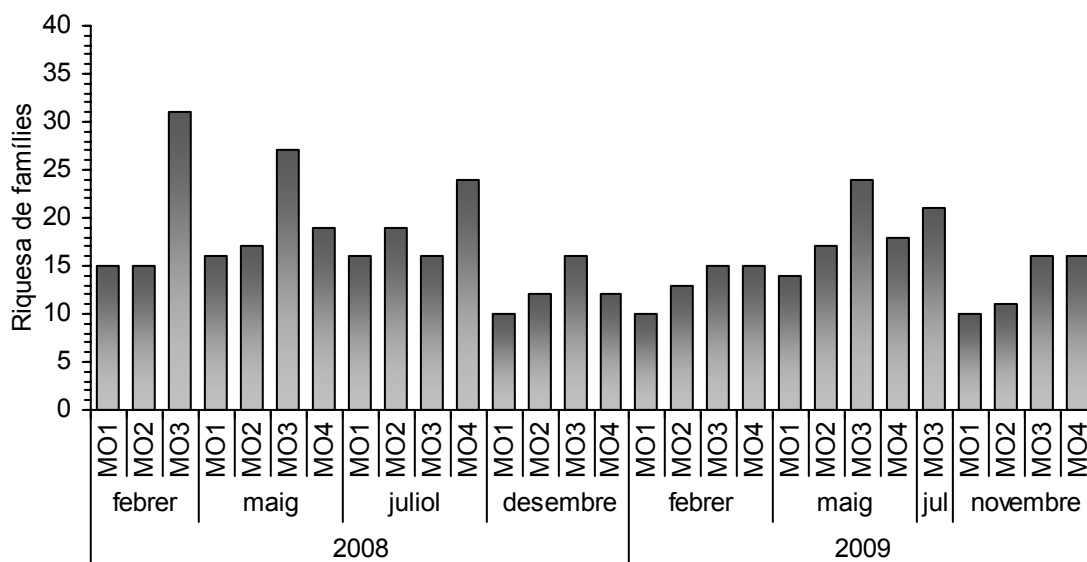
On es va detectar una major riquesa taxonòmica va ser al tram de la riera de Molinàs aigua avall de la bassa del molí (MO3), amb 24 famílies al mostreig de maig i 21 famílies al mostreig del juliol (Figura 30). Tot i així el valor màxim d'aquest any no assolía el que es va obtenir l'any passat en el mateix tram de la riera, on en aquella ocasió es superava la trentena de famílies presents. Aquest resultat ens indica que aquest any la sequera ha afectat també a les comunitats de macroinvertebrats. Tot i

així en aquest tram de la riera, s'hi continua trobant la presència de taxons considerats sensibles a la contaminació, com els plecòpters *Nemoura* sp.(Nemouridae) i *Isoperla* sp. (Perlodidae), efemeròpters com *Thraulius bellus* (Leptophlebiidae) i tricòpters pertanyents a la tribu dels *Limnephilini* (Limnephilidae). La riquesa i bona qualitat present en aquest punt, es pot explicar per l'estabilitat hídrica que proporciona el llit impermeable en aquest tram. Una evidència és que al juliol va ser l'únic tram de la riera on s'hi va localitzar aigua, i de retruc una bona diversitat de la comunitat de macroinvertebrats. L'estabilitat hídrica d'aquest tram doncs també permet –de manera excepcional en el conjunt de la riera- la permanència d'altres grups de fauna aquàtica, com són diverses espècies de rèptils, amfibis i peixos.

En canvi a la resta de punts de mostreig, aquest any no es van arribar a superar la vintena de famílies trobades. Aquest és el cas del tram de la riera a l'Olivet de Siols (MO4) on aquest any el màxim va ser de 18 famílies en el mostreig de maig, mentre que a l'any 2008 es va assolir un màxim de 24.

Els valors més baixos de riquesa taxonòmica d'aquest any es van trobar als trams de la riera a la seva capçalera, al rec de Sant Miquel (MO1) i la Coma de l'Infern (MO2), amb un mínim registrat de 10 i 11 famílies respectivament en el mostreig del novembre i 10 i 13 famílies respectivament en el mostreig del febrer. Aquests valors baixos venen condicionats per la inestabilitat hídrica del tram.

D'altra banda, l'any 2009 no es van poder mostrejar els trams de la riera situats a la confluència amb el rec de la Corbera (MO5) ni al nucli urbà de Colera (MO6) per manca d'aigua, així com passava el 2008.



**Figura 30.** Nombre de famílies de macroinvertebrats aquàtics presents a les mostres recollides als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009.



**Figura 31.** Exemplar d'escarabat d'aigua (*Dytiscidae*) de la riera de Molinàs a la bassa del Molí (MO3), el juliol de 2009.



**Figura 32.** Preclassificació de la mostra de macroinvertebrats el novembre de 2009 a la bassa del Molí (MO3).

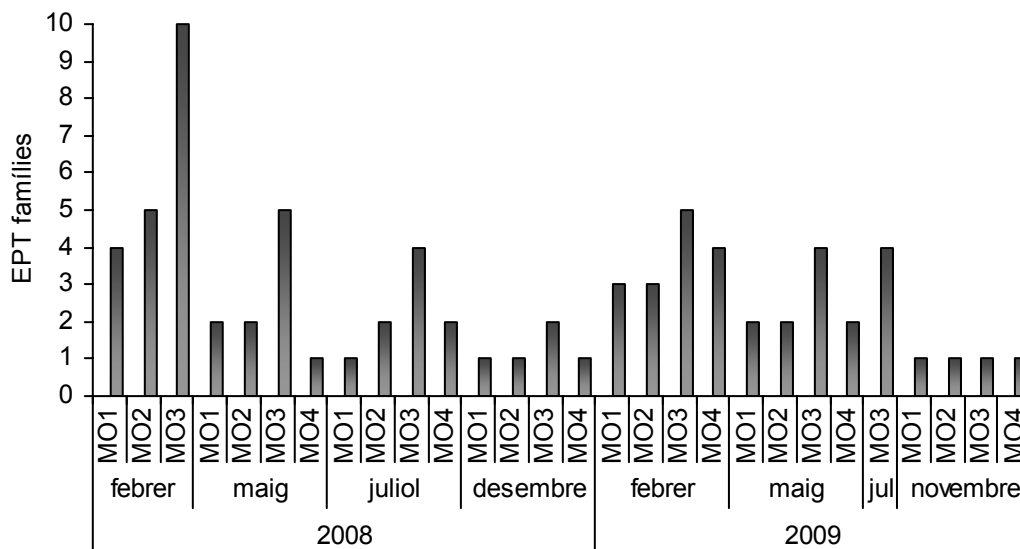
L'**EPT** és un índex que es calcula a partir de la suma del nombre de famílies pertanyents als ordres Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera presents a la comunitat de macroinvertebrats aquàtics, considerats els més sensibles a la contaminació i presents en hàbitats reòfils -en general, malgrat l'existència d'alguna excepció-. Es tracta d'un índex de càlcul senzill que permet fer comparacions fins i tot entre diferents regions biogeogràfiques. Paral·lelament en molts treballs d'investigació que estudien l'ecologia de rius mediterranis, s'utilitza una altra mètrica, l'índex **OCH**. Aquest índex es calcula a partir de la suma del nombre de famílies pertanyents als ordres Odonata, Coleoptera i Heteroptera presents a cada punt de mostreig. Si el valor de l' OCH és elevat ens indica la presència de taxons adaptats a zones lèntiques, mentre que si el nombre de EPT és elevat ens indica que hi ha un número de taxons elevat adaptat a zones reòfiles. El ràtio entre els valors de EPT i OCH, també és una mètrica a tenir en compte, perquè és útil a l'hora de valorar la proporció de taxons típics d'hàbitats reòfils i taxons d'hàbitats lèntics.

El nombre de famílies que permet determinar l'índex EPT acostuma a ser relativament baix en ecosistemes fluvials del litoral mediterrani, principalment pel seu grau elevat de temporalitat. A tots els trams on es va mostrejar, es va detectar com a mínim un taxó d'aquests ordres considerats sensibles i adaptats a zones de ràpids (Figura 33). Tot i així durant el mostreig del novembre, en tots els punts mostrejats, es va trobar tan sols la presència dels Baetidae, família que pertany a l'ordre dels efemeròpters i no és especialment molt bona indicadora de la qualitat de l'aigua.

En canvi es destaca que al tram de la riera de Molinàs del rec de Sant Miquel (MO1), es va trobar en el mostreig del febrer un taxó de plecòpter *Capnioneuna* sp., pertanyent a la família dels Capnidae, el qual és un excel·lent indicador de la qualitat de l'aigua, i adaptat en zones de corrent ben oxigenades i netes.

Els valors màxims d'EPT d'aquest any es van detectar al mostreig del febrer on a la bassa del Molí (MO3) el valor de EPT va ser de 5. En aquest punt en la majoria dels mostrejos en general el valor de EPT va ser al voltant de 4. Tot i així, aquest any no es va assolir el màxim de l'any passat, quan es trobaven 10 famílies d'EPT al febrer de 2008 a la bassa del Molí. La disminució en general del número de famílies de EPT és

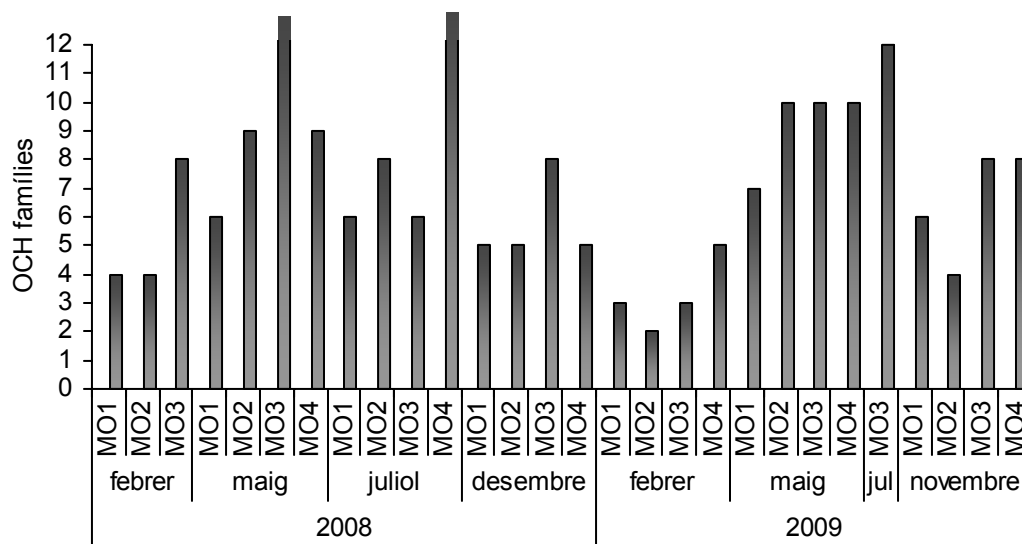
a causa de la continuïtat de la sequera i de l'estiatge perllongat i persistent que ja fa un parell d'anys que dura.



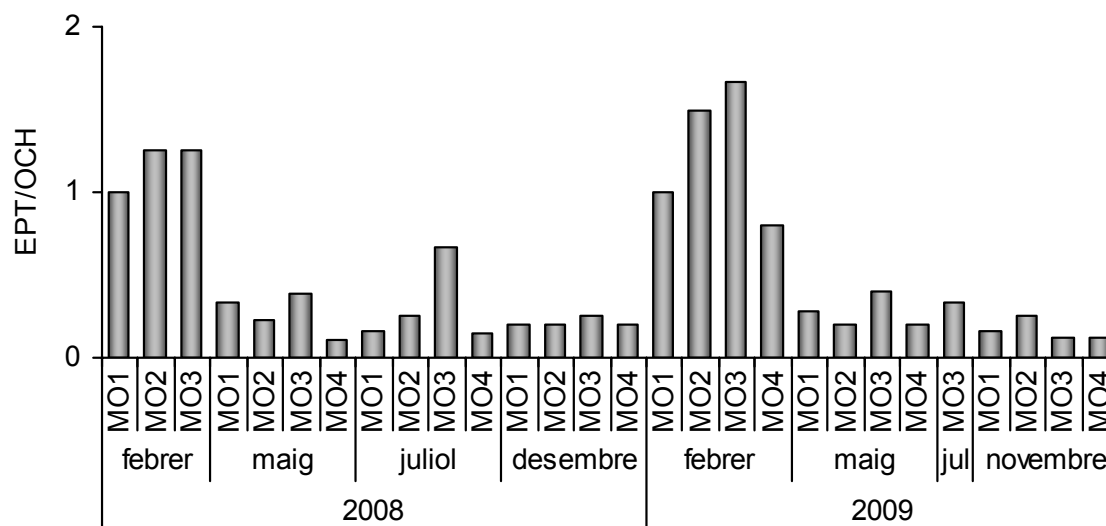
**Figura 33.** Nombre de famílies EPT presents a les mostres recol·lectades als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009

Contràriament al que passa amb la mètrica EPT, les condicions d'estiatge afavoreixen l'aparició i increment de famílies pertanyents als OCH (Figura 33). En general aquí trobem taxons adaptats a la sequera i la variabilitat extrema del règim hídric. És per aquest motiu que el nombre de OCH en els dos anys mesurats és bastant més alt que l'EPT, amb valors propers a 10 en la majoria dels casos. Aquest any el valor màxim obtingut de OCH ha estat a la bassa del Molí (MO3), amb 12 famílies adaptades a zones lèntiques. Aquest és el cas d'odonats com *Anax* sp., *Onyrogomphus* sp. i *Platycnemis* sp., d'heteròpters com *Micronecta* sp. i *Hydrometra* sp. i de colèopters com *Dryops* sp., *Hydrophilus* sp. i *Oulimnius* sp. entre d'altres. En aquest tram amb poc cabal, però s'hi manté una bona diversitat de l'hàbitat, el qual afavoreix la presència de d'una elevada diversitat de macroinvertebrats aquàtics del grup dels OCH.





**Figura 33.** Nombre de famílies OCH presents a les mostres recol·lectades als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009.



**Figura 34.** Nombre de famílies EPT/OCH presents a les mostres recol·lectades als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009.

Tot i així, en el mostreig de febrer del 2009, el número de OCH es manté baix amb tan sols 3 famílies de OCH al rec de Sant Miquel (MO1) i a la bassa del Molí (MO3) i amb un mínim de 2 famílies al rec de Coma de l'Infern (MO2). Tal i com passava l'any anterior aquests organismes presenten el seu desenvolupament òptim a partir de la primavera i l'estiu, que és quan les condicions ambientals n'afavoreixen la seva presència.

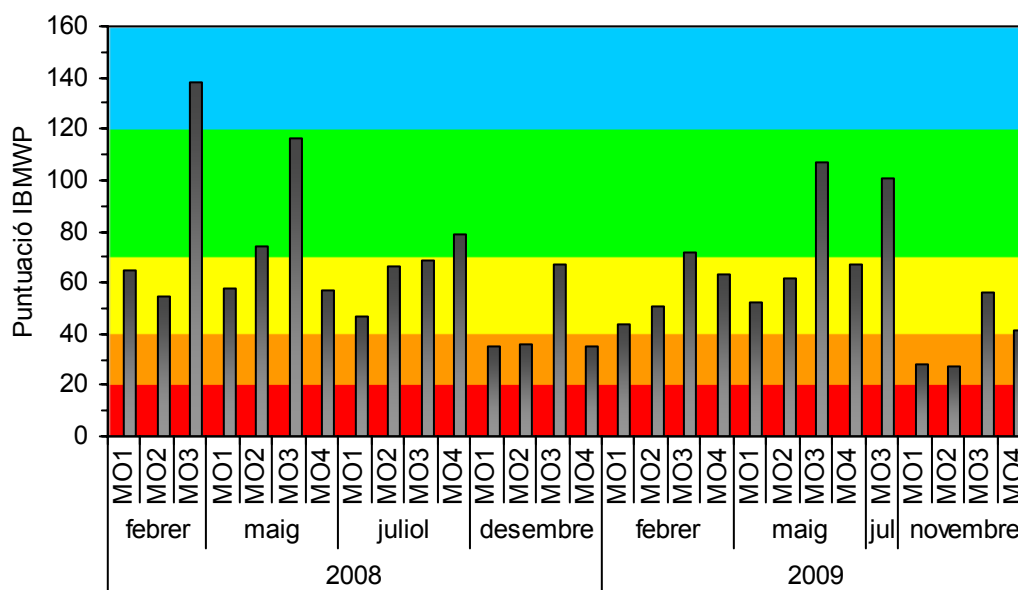
A la figura 34 s'hi mostra el ràtio entre el valor de EPT i el valor de OCH per cada punt i data de mostreig. En general els valors de EPT/OCH són baixos, fet que ens indica que en a la riera de Molinàs hi ha més presència de OCH que no pas de EPT, a causa del predomini dels hàbitats lèntics. Tot i així durant els mostrejos d'hivern la tendència és inversa i el número de EPT i OCH és molt semblant (ràtios propers a 1), o fins i tot superiors a 1, on en alguns casos el número de EPT és superior al de OCH. Aquest increment del EPT/OCH és degut a que les condicions ambientals no afavoreixen la presència de OCH d'acord amb el seu cicle vital.

L'índex **IBMWP**, revisat i actualitzat periòdicament, és avui dia l'índex basat en macroinvertebrats aquàtics més àmpliament acceptat i utilitzat a la Península Ibèrica. Posseeix una aplicabilitat àmplia però es recomana la seva utilització conjunta amb altres índexs per tal de corroborar resultats i aportar informació addicional que pot ser molt valuosa. Aquest índex assigna una puntuació a cada família de macroinvertebrat en funció de la seva tolerància a la contaminació que oscil·la entre 1 (més tolerant a la contaminació) i 10 (més sensible, menys tolerant a la contaminació). L'índex es calcula a partir de la suma de totes les puntuacions de les famílies presents a la mostra, de manera que tant hi contribueix la riquesa taxonòmica com el grau de tolerància a la contaminació de cada macroinvertebrat. Aquest any i cara a una recomanació de l'Agència Catalana de l'Aigua per als complimentes de la Directiva Marc de l'Aigua, els rangs de qualitat assignats per aquest índex han estat adaptats d'acord amb la tipologia fluvial, que en el cas de la riera de Molinàs, està dins del tipus definit com a "torrent litoral".

Seguint la mateixa tendència que l'any passat els valors de l'índex IBMWP obtinguts aquest any han estat en general, força baixos (Figura 35). Això no obstant, aquests

valors baixos no indiquen, en aquest cas, que els trams estiguin contaminats, sinó que els valors de IBMWP són modestos per la sequera perllongada i persistent des del 2008 i que ha afectat les comunitats de macroinvertebrats.

Tot i així, tal i com s'observava el 2008, els màxims de IBMWP es van detectar a la bassa del Molí (MO3), aquest any amb valors de 107 al mostreig del maig, i de 101 al mostreig del juliol. Tot i no arribar al valor màxim de l'any passat, aquest tram té una bona qualitat biològica amb una comunitat diversa i ben estructurada, amb la presència de macroinvertebrats aquàtics indicadors d'una bona qualitat de l'aigua. Tot i així, en al mateix tram i durant el mostreig del novembre el valor del IBMWP va disminuir fins a 56, a causa de la variabilitat ambiental.



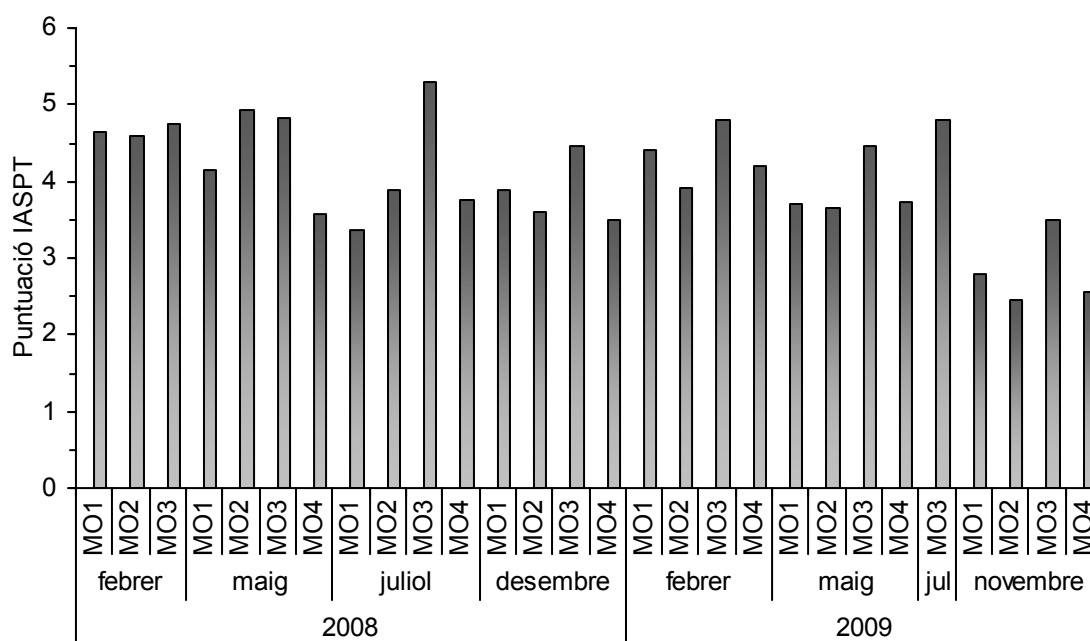
**Categories de qualitat de l'aigua (IBMWP) per a torrents litorals**

- I** Aigües no alterades sensiblement o molt netes (>120)
- II** Aigües amb alguns efectes evidents de contaminació
- III** Aigües contaminades
- IV** Aigües molt contaminades
- V** Aigües fortament contaminades

**Figura 35.** Valors de l'índex IBMWP per als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009.

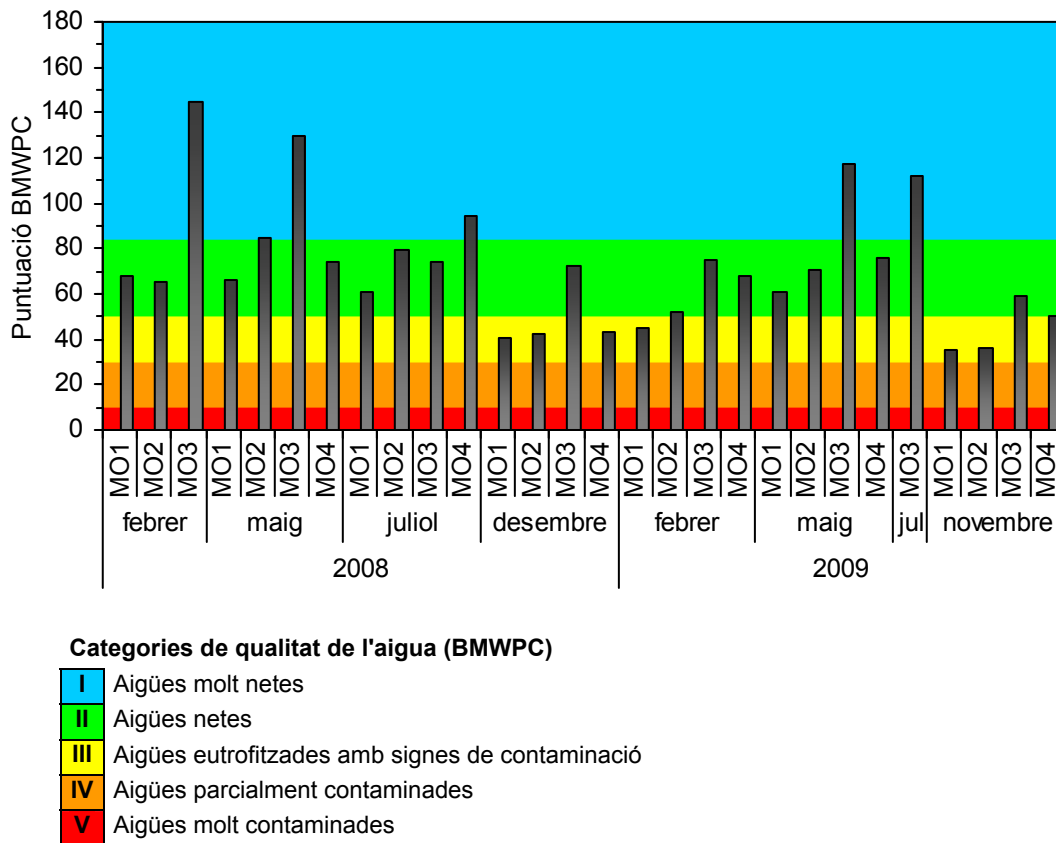
L'**IASPT** és un índex derivat de l'IBMWP, que es calcula dividint la puntuació d'aquest darrer pel nombre total de famílies presents a la mostra. Aquest índex, complementari de l'IBMWP, permet saber si té més importància la presència de famílies sensibles a la contaminació (puntuacions IASPT elevades) o, contràriament, si predomina la riquesa taxonòmica (puntuacions IASPT més moderades).

En general els valors obtinguts de l'índex IASPT a la riera de Molinàs són força elevats, amb valors d'entre 4 i 5 en la majoria dels casos (Figura 36). Aquest any el màxim obtingut es va detectar a la riera de Molinàs aigua avall de la bassa del Molí (MO3) amb un valor de 4,8 al febrer i al juliol. Aquest valor elevat s'explica perquè en aquests tram hi ha una puntuació del IBMWP elevada amb presència de famílies sensibles a la contaminació. Així doncs, la presència de taxons sensibles pren més pes a l'hora de calcular l'índex IBMWP que no pas la –també destacable– riquesa taxonòmica. En canvi, en el mostreig de novembre, s'obtenen valors més moderats, d'entre 2 i 3, al rec de Sant Miquel, font de Molinàs (MO1), al rec de la Coma de l'Infern (MO2) i al tram situat a l'alçada de l'Olivet de Siols (MO4). En aquests punts, tant la puntuació del IBMWP és més baixa, així com també la riquesa taxonòmica.



**Figura 36.** Valors de l'índex IASPT per als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009.

L'índex **BMWPC** es calcula de la mateixa manera que l'índex IBMWP però les puntuacions de tolerància de les famílies de macroinvertebrats han estat adaptades per als rius catalans. En aquest cas encara no hi ha disponible l'actualització dels rangs de qualitat segons el tipus de riu, és per això que hem utilitzat els rangs de qualitat generals que es mostren a la figura 38. Es tracta, però, d'un índex menys restrictiu que l'anterior i que, per tant, sovint pren classes de qualitat més elevades.



**Figura 37.** Valors de l'índex BMWPC per als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009.

L'any 2009, l'índex BMWPC va presentar la mateixa tendència que l'índex IBMWP, com és habitual, però en aquest cas no coincideix amb els rangs de qualitat assignats ja que, com hem dit, aquest índex és menys restrictiu que l'IBMWP i per tant les classes de qualitat obtingues són més elevades. Per exemple pel que fa al punt de la riera de Molinàs aigües avall de la bassa del Molí (MO3), mentre que amb l'IBMWP

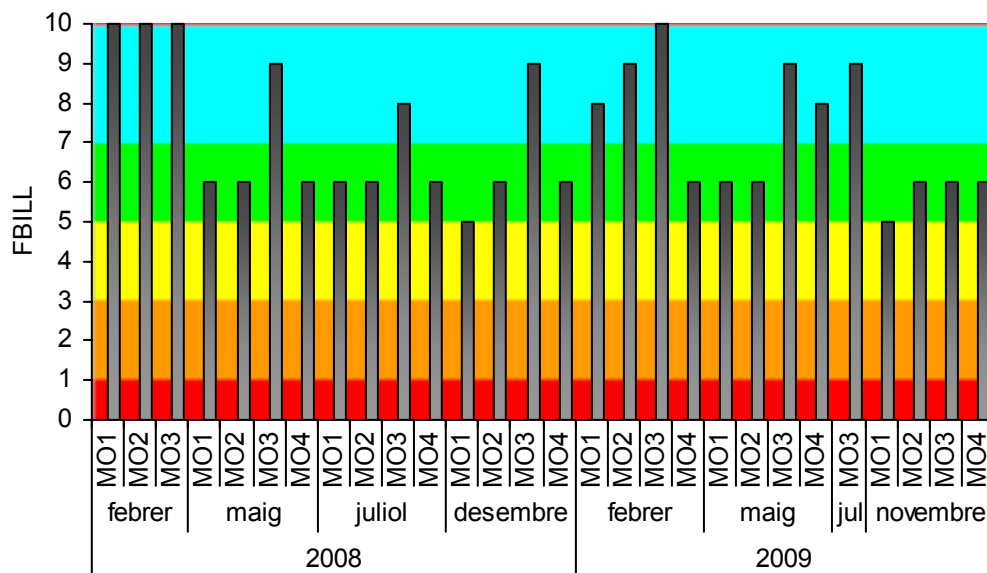
s'obtenia una qualitat de l'aigua de bona, utilitzant el BMWPC s'assoleix una qualitat de molt bona, cosa que ens indica que es tracta d'aigües molt netes. Utilitzant aquesta aproximació per tal de calcular la qualitat biològica, el mostreig de novembre, presenta signes d'alteració ja que a causa de la manca de precipitacions, no s'han donat les condicions perquè les comunitats biològiques es recuperessin.

L'índex **FBILL** té en compte la presència de taxons sensibles i la riquesa de famílies d'un punt de mostreig, per la seva banda el IBMWP, exigeix un mostreig exhaustiu de tots els hàbitats del tram estudiat, en canvi l'FBILL es centra en el mostreig de les zones de ràpids, a priori més diverses. El càlcul és una mica més complex que el IBMWP però els resultats són més clars perquè es mouen en una escala de 1 a 10.

En general s'obtenen unes puntuacions elevades de l'FBILL a la riera de Molinàs amb valors comparables al 2008. Sobretot durant els mostrejos d'hivern es troben uns resultats molt elevats del FBILL (assolint la puntuació màxima de l'índex), en aquest moment de l'any és quan els ràpids han augmentat i per tant apareixen els organismes sensibles associats a condicions de corrent, com per exemple els plecòpters (Figura 38).

El tram de la riera de Molinàs aigua avall de la bassa del Molí (MO3), és el que ha obtingut unes qualitat biològica molt bona en tots els mostreigs realitzats en ambdós anys estudiats, tan sols en el mostreig del novembre té una puntuació de 6, valor que ens indica que la comunitat biològica està lleugerament alterada.

El valor mínim de FBILL s'ha obtingut aquest any al rec de Sant Miquel (MO1), amb un valor de 5 al novembre, mentre que en el mateix punt al febrer s'obtenia un valor de 8. Aquesta variabilitat obtinguda en els rangs de qualitat és deguda, entre d'altres, a la variabilitat en el règim hídric.



**Categories de qualitat de l'aigua (FBILL)**

- I** Aigües amb molt bona qualitat (8 a 10)
- II** Eutròfia, aigües amb contaminació moderada (6 i 7)
- III** Aigües contaminades (4 i 5)
- IV** Aigües molt contaminades (2 i 3)
- V** Aigües extremadament contaminades (0 i 1)

FBILL = Índex adaptat per als rius mediterranis (PRAT i altres, 2002)

**Figura 38.** Valors de l'índex FBILL per als punts de mostreig de la riera de Molinàs els anys 2008 i 2009.

## Peixos

Aquest any 2009 es va fer una pesca elèctrica el dia 11 de novembre al conjunt de la riera. L'únic punt on es va observar la presència de peixos va ser a la bassa del Molí de la riera de Molinàs (MO3; Taula 3, Figures 39 i 40). L'absència de vida piscícola als altres trams es pot explicar per la connectivitat deficient amb el medi marí –sobretot deguda a l'endegament del tram final- i a la temporalitat de molts sectors de la riera.

La única espècie detectada a la bassa del Molí de la riera de Molinàs (MO3) és el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*), que resisteix l'eixutesa estival mercès a la bona qualitat de l'aigua de la bassa i a la seva profunditat, superior als 3 metres en algun punt. La determinació d'aquesta espècie es va fer a través del patró dels radis de les aletes que coincideix absolutament amb el del barb de muntanya (propi del nord-est de Catalunya) descrit per diversos autors (SOSTOA i al., 1990; KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Així mateix, l'any 2008 el barb de muntanya ja va ser la única espècie de peix present a la bassa del Molí, i les dades d'enguany reafirmen aquest poblament únic a la riera. Molt probablement la sequera que aquesta riera i tota la seva conca ha patit els últims anys ha dificultat el pas d'altres espècies de peixos, com podria ser el cas de l'anguila (*Anguilla anguilla*), dels quals no se n'ha trobat cap exemplar enlloc els dos anys d'estudi (2008 i 2009).

Degut a la manca de cabal al conjunt de la riera de Molinàs, l'únic sector on es va poder capturar algun peix va ser a la bassa del Molí (MO3), i únicament a la gorga profunda de la bassa del Molí –no al tram de riera inferior-. Per aquest motiu no es va poder fer una estima de la densitat de barbs presents: tot i que se'n va observar una cinquantena al fons de la gorga, només es va poder capturar un total de 5 barbs de muntanya (Figures 39 i 40), que presentaven una longitud mitjana de 65 mm i un pes mitjà de 3,5 grams (Taula 3).



**Taula 3.** Nombre absolut d'individus capturats al tram (50m) (N), longitud furcal mitjana (LF) i pes mitjà de les espècies de peix capturats amb sistemes de pesca elèctrica a la riera de Molinàs el dia 11 de novembre de 2009.

Espècie		MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6
<i>Barbus meridionalis</i>	individus	0	0	5	0	-	-
	LF (mm)	0	0	65,0	0	-	-
	Pes (g)	0	0	3,5	0	-	-

nd: no disponible. -: tram sec.



**Figura 39.** Barbs de muntanya (*Barbus meridionalis*) capturats a la riera de Molinàs a la bassa del Molí (MO3), el novembre de 2009.



**Figura 40.** Barbs de muntanya (*Barbus meridionalis*) capturats a la riera de Molinàs a la bassa del Molí (MO3), el juliol de 2008

### Altra fauna vertebrada

Entre els amfibis observats aquest any, els més abundants són la granota verda (*Pelophylax perezi*) detectada a la riera de Molinàs a la Coma de l'infern (MO2) i al tram de l'Olivet de Siols (MO4) i també el gripau comú (*Bufo bufo*) detectat a la bassa del molí (MO3) (Figura 41).

A banda dels amfibis, també es va anotar la presència d'alguns ocells durant el mostreig del novembre: pinsà comú (*Fringilla coelebs*), tallarol de capnegre (*Sylvia melanocephala*), cadenera (*Carduelis carduelis*) i pit-roig (*Erithacus Rubecula*).



**Figura 41.** Gripau comú (*Bufo bufo*) de la bassa del Molí (MO3) de la riera de Molinàs, el novembre de 2009

## 4. CONCLUSIONS

L'estat ecològic de la riera de Molinàs de l'any 2009 s'ha vist altament afectat per la **sequera extrema** d'aquest any, que ha afectat el conjunt de l'Alt Empordà. Les condicions climàtiques adverses pel que fa a les precipitacions molt baixes d'aquest any, amb una mitjana anual a la zona de 400 mm, han influenciat directament al cabal superficial de la riera- seca en bona part del tram o bé formant basses discontinües- i també ha repercutit en els nivells d'aigua subterrània de la conca. La disminució del cabal circulant a la riera, i més tenint en compte que l'any anterior també va ser molt sec, n'afecta de manera notable el seu estat ecològic i en repercuteix, per tant, les comunitats de macroinvertebrats i de peixos.

Pel que fa a la qualitat biològica al estudiar les comunitats de macroinvertebrats, aquest any s'han trobat uns resultats comparables al 2008, amb unes **puntuacions dels índexs biològics lleugerament més baixes** aparentment a causa de la sequera perllongada en el temps. Tot i així, quan a la riera hi baixa aigua les comunitats de macroinvertebrats responen ràpidament i es dona una recuperació de la qualitat biològica. La variabilitat resultant pel que fa als índexs biològics es reflexa de la **variabilitat hidrològica**, típica d'una riera mediterrània i temporal com és el cas de la riera de Molinàs.

D'altra banda, pel que fa al tram de la riera a la bassa del Molí (MO3), tot i la situació climatològica indicada, manté sorprenentment una **qualitat biològica excel·lent**, amb una **comunitat de macroinvertebrats diversa i ben estructurada**, en gairebé tots els mostreigs que s'han realitzat a la riera. Fins i tot s'hi han obtingut puntuacions elevades quan pràcticament l'aigua no corria. Aquests resultats ens indiquen que aquest tram és d'especial interès per a la seva conservació des d'un punt de vista de la seva elevada biodiversitat potencial en diversos sentits. Aquest tram, doncs, evidencia que la qualitat de l'aigua és molt bona: s'hi troben un nombre elevat de macroinvertebrats aquàtics, molts d'ells considerats sensibles i indicadors d'una bona qualitat de l'aigua.

Pel que fa a la **vegetació de ribera**, destaquem que en alguns tram de la riera s'hi conserven uns quants exemplars de verns (*Alnus glutinosa*), espècie que necessita d'uns requeriments hídrics mínims, molt escassa en rieres temporànies com aquesta. Als trams més de capçalera de la riera, tot i que hi és present una vegetació típica de ribera adaptada a rius efímers, presenta en general una cobertura vegetal baixa i afectada, en més o menys grau, pels cultius d'olivera (*Olea europaea*) i de vinya (*Vitis vinifera*), sobretot cap al tram final de la riera. L'endegament final de la riera suposa un contrast molt gran, perquè limita la possibilitat que la vegetació de ribera s'hi desenvolupi.

Pel que fa als **peixos**, s'ha evidenciat que el poblament de barb de muntanya (*Barbus meridionalis*) descobert el 2008 a la bassa del Molí (MO3), s'hi manté continuant resistint a les condicions de sequera, gràcies a la bona qualitat de l'aigua de la bassa i a la seva profunditat, superior als 3 metres. Aquesta espècie és considerada d'interès comunitari i de protecció prioritària per la Directiva Hàbitats de la Unió Europea i també per això és interessant preveure mesures de conservació integral per a aquesta àrea.

Un dels factors que afecten a l'absència de vida piscícola als altres trams de la riera, poden ser la temporalitat de l'aigua a molts sectors perquè, en general, la qualitat química de l'aigua és bona.

Un cas a banda és la forta alteració de la part final de la riera. Seria molt necessari fer-hi actuacions de rehabilitació de les condicions hidromorfològiques, per exemple, substituint la base de la llera de formigó actual per un substrat de còdols o sorra, més proper al que hi correspondria de manera natural. Tant en aquest tram com més amunt, també seria interessant implementar-hi un projecte de portada d'aigua regenerada, que intentés compensar les extraccions d'aigua subterrània de la part baixa –tal com s'està fent amb èxit a d'altres municipis de la Costa Brava, com és el cas de Tossa de Mar i, tot just des del 2009, també al municipi veí de Llançà-. Tot plegat milloraria la connectivitat ecològica –imprescindible per retornar-hi peixos propis, com l'anguila- i un bon estat ecològic al conjunt de la riera.

## 5. AGRAÏMENTS

Volem agrair la bona predisposició i confiança mostrades en tot moment per Lluís Sala, del Consorci de la Costa Brava, i la col·laboració i l'interès de Marc Carré, tinent d'alcalde de l'Ajuntament de Colera.

Paral·lelament, volem mostrar la gratitud per diverses col·laboracions, especialment en el treball de camp a l'estudiant en pràctiques de la llicenciatura de Biologia de la Universitat de Vic, Arnau Oliver i a l'estudiant en pràctiques de la llicenciatura de ciències ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona, Vanessa Galán.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Agència Catalana de l'Aigua. Àrea de Planificació per l'ús sostenible de l'aigua (2006).  
*BIORI Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius*. ACA.
- Agència Catalana de l'Aigua. Àrea de Planificació per l'ús sostenible de l'aigua (2006).  
*HIDRI Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius*. ACA.
- Alba-Tercedor, J. i Sánchez-Ortega, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978).  
*Limnetica*, 4:51-56.
- Alba-Tercedor, J.; Jáimez-Cuellar, P.; Álvarez, M, Avilés, J.; Bonada, N.; Casas, J.; Mellado, A.; Ortega, M.; Pardo, I.; Prat, N.; Rieradevall, M.; Robles, S.; Sáinz-Cantero, C. E.; Sanchez.Ortega, A.; Suarez, M. L.; Toro, M.; Vidal-Albarca, M. R.; Vivas, S. i Zamora-Muñoz, C. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP').  
*Limnetica*, 21: 175-185.
- Barbour, M. T.; Gerritsen, B. D.; Snyder, B. D. I Stribling, J. B. Editors. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water, Washington, D.C.
- Benito, G. I Puig, M. A. 1999. BMWPC un índice biológico para la calidad de las aguas adaptado a las características de los ríos catalanes. *Tecnología del Agua* 191:43-56.
- Boix, D.; Gascon, S.; Gifre, J.; Moreno-Amich, R.; Martinoy, M.; Quintana, X.; i Sala, J. 2004. *Caracterització, Regionalització i Elaboració d'eines d'establiment de l'estat ecològic de les zones humides de Catalunya*. 90 pàg. Agència Catalana de l'Aigua, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

- Burriel, J. A.; Ibañez, J. J.; Mata, T.; Vayreda, J. 2001 Regió forestal III. Alt Empordà, Baix Empordà, Gironès, Pla de l'Estany, Selva. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*, 3. Sistema d'Informació dels Boscos de Catalunya. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals i Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. 143 pàg. Barcelona.
- Kottelat, M. & J. Freyhof, 2007: *Handbook of European Freshwater Fishes*. 646 pàg. World Conservation Union (IUCN), Berlin, Germany.
- Lenat, D. R. 1983. Chironomid taxa richness: natural variation and use in pollution assessment. *Freshwater Invertebrate Biology* 2:192-198.
- Pardo, I.; Álvarez, M.; Casas, J.; Moreno, J. L.; Vivas, S.; Bonada, N.; Alba-Tercedor, J.; Jaimez-Cuellar, P.; Moya, G.; Prat, N. L.; Robles, S.; Suarez, M. L.; Toro, M.; Vidal-Albarca, M. R. 2002. El hàbitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hàbitat. *Limnetica* 21:115-133
- Prat, N.; Munné, A.; Rieradevall, M.; Solà, C. i Bonada, N. 2000. *Ecostrimed. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis*. Estudis de la qualitat ecològica dels rius, 8. Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient. 94 pàg. Barcelona.
- Prat, N.; Munné, A.; Solà, C., Casanovas-Berenguer, R.; Vila-Escalé, M.; Bonada, N.; Jubany, J., Miralles, M.; Plans, M.; Rieradevall, M. 2002. La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix i la Tordera. Informe 2000. Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 10). 163 pàg. Barcelona.
- Prat N., Puértolas L. & Rieradevall M. (2008). *Els espais fluvials. Manual de diagnosi ambiental*, Diputació de Barcelona. Obra Social "La Caixa".
- Sostoa, A. de. 1990. *Peixos*. Història Natural dels Països Catalans, 12. Enciclopèdia Catalana, SA. Barcelona. 487 pàg.

## 7. ANNEXOS

### Annex 1. Descripció dels punts de mostreig a la riera de Molinàs.

Estació	Descripció - topònim	Altitud (m.s.n.m.)	Localització (UTM)
MO1	Rec de Sant Miquel a la font de Molinàs, aigua amunt del nucli de Molinàs	97.3	31T 508633, 4695174
MO2	Rec de Coma d'Infern, entre mas Calsina i el nucli de Molinàs	93.1	31T 508732, 4695375
MO3	Riera de Molinàs a la Bassa del Molí, aigua avall del nucli de Molinàs	57.6	31T 509266, 4694969
MO4	Riera de Molinàs a l'olivet de Siols	55.2	31T 509720, 4694941
MO5	Riera de Molinàs després de la confluència amb el rec de la Corbera	33.4	31T 510868, 4694679
MO6	Riera de Molinàs al nucli urbà de Colera, entre la carretera N-260 i la seva desembocadura a la platja	645	31T 512132, 4694737

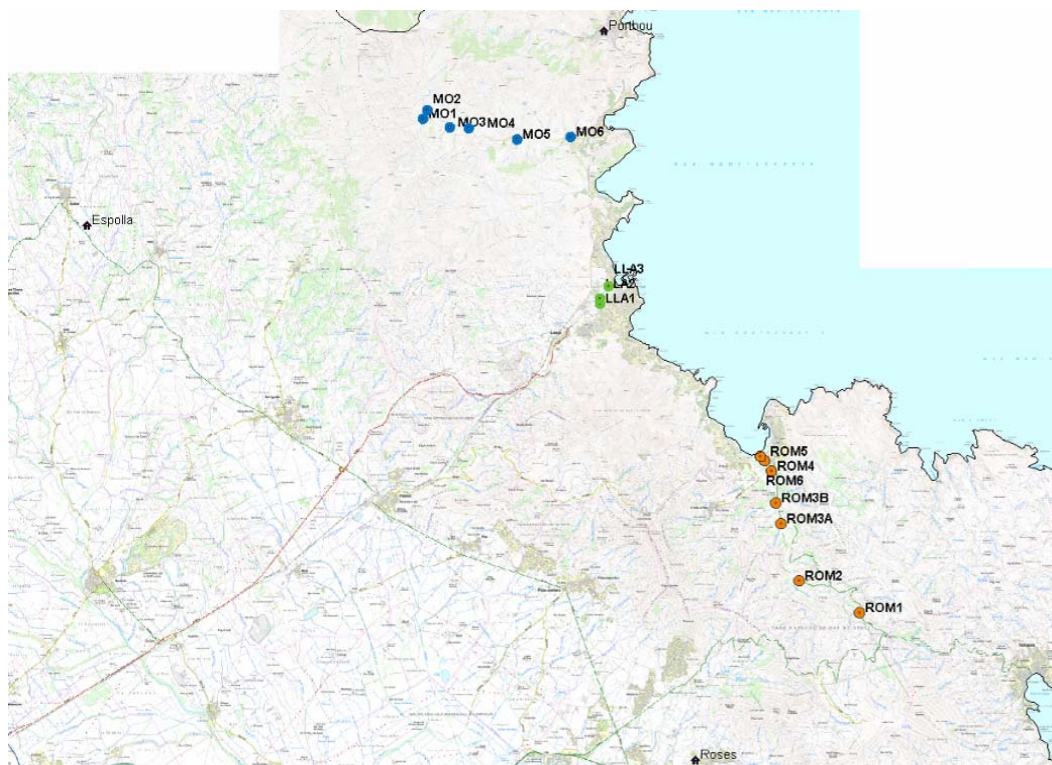


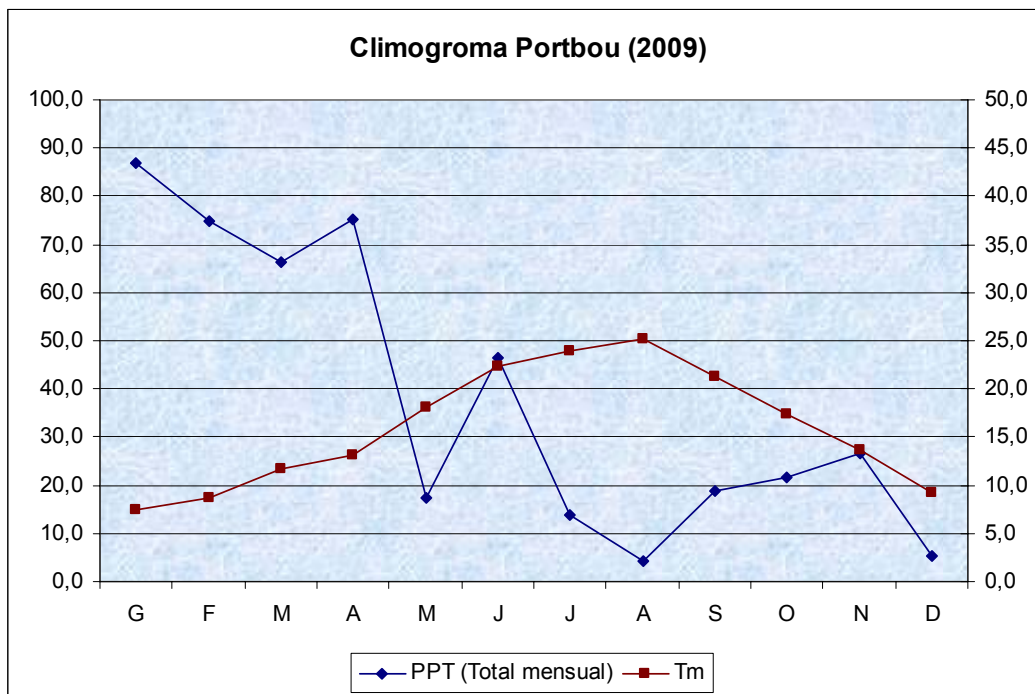
**Annex 2.** Concentracions de nutrients als punts de mostreig de la Riera de Molinàs l'any 2009.

		Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov
MES mg/L	MO1	<1	<1	<1	<1	3	6	-	-	-	-	1
	MO2	<1	3	<1	<1	7	<1	-	-	-	-	-
	MO3	<1	3	<1	1	<1	<1	10	22	18	<1	<1
	MO4	<1	<1	<1	16	6	3	2	4	3	<1	3
	MO5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH4-N mg N/L	MO1	10,9	<0,5	0,6	2,5	<0,5	<0,5	-	-	-	-	-
	MO2	1,7	<0,5	0,6	2,5	<0,5	<0,5	-	-	-	-	-
	MO3	0,3	<0,5	0,6	<0,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	MO4	0,3	<0,5	<0,5	<0,3	<0,5	<0,5	-	-	-	-	-
	MO5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO2-N mg N/L	MO1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	<0,05
	MO2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-
	MO3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,00	<0,06	<0,03	<0,05
	MO4	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	<0,05
	MO5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO3-N mg N/L	MO1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,4	-	-	-	-	<0,1
	MO2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,6	-	-	-	-	-
	MO3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	2,7	5,4	1,0	1,0	<0,1
	MO4	<0,1	<0,1	<0,1	<1,3	0,1	13,3	-	-	-	-	<0,1
	MO5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fòsfor total mg P/L	MO1	1,5	0,6	1,6	0,2	1,3	<0,2	-	-	-	-	0,3
	MO2	4,5	0,8	1,2	1,2	1	<0,2	-	-	-	-	-
	MO3	3,5	1,5	1,2	2,2	0,8	<0,2	0,4	<0,1	<0,2	0,4	0,5
	MO4	4,8	1,0	0,7	1,9	0,6	<0,2	-	-	-	-	0,4
	MO5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MO6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

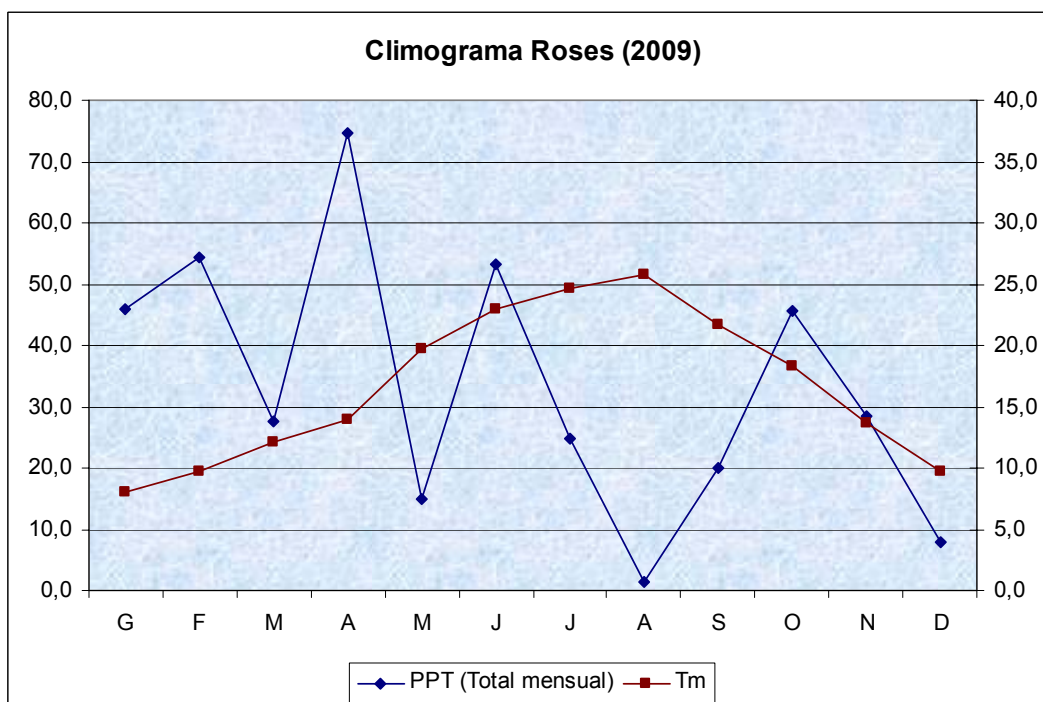
Dades cedides pel Consorci de la Costa Brava. -: tram sec.

**Annex 3.** Informació meteorològica de l'entorn de la riera de Llançà (Llançà, l'Alt Empordà) l'any 2009.

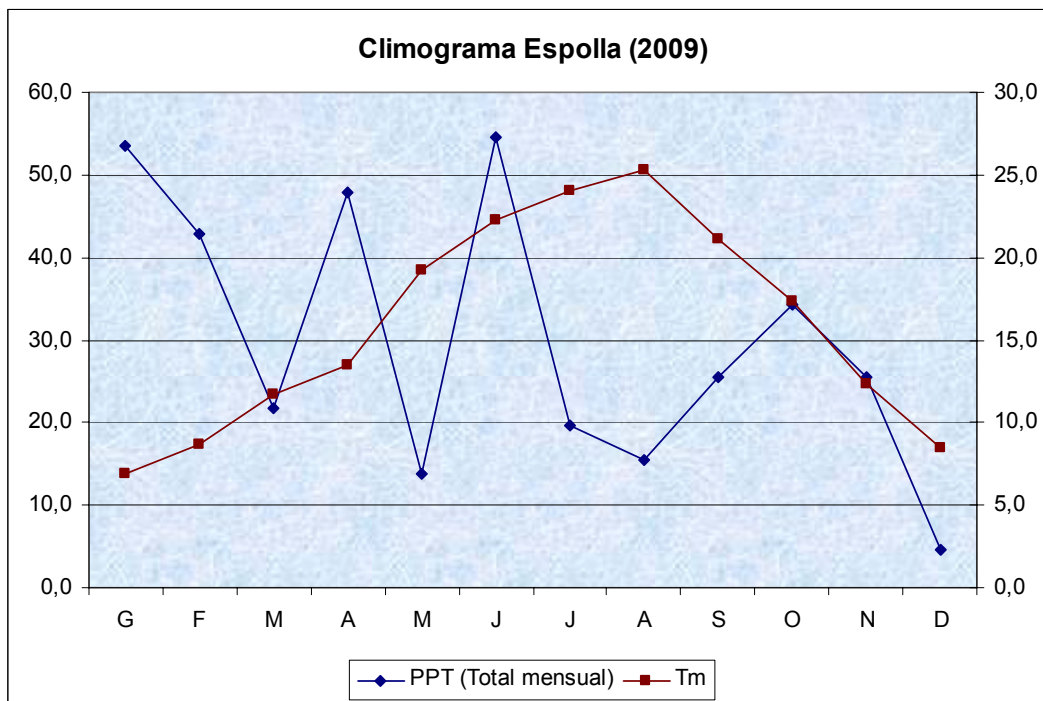




Precipitació total a Portbou: 457,7mm



Precipitació total a Roses: 398,9mm



Precipitació total a Espolla: 359,9mm

## Annex 4. Taxons de macroinvertebrats aquàtics localitzats a la Riera de Molinàs (Colera, l'Alt Empordà) l'any 2009.

Ordre o cat. sup.	Família	gènere/espècie	estadi	25/02/2009				29/05/2009				22/07/2009	11/11/2009			
				MO1	MO2	MO3	MO4	MO1	MO2	MO3	MO4	MO3	MO1	MO2	MO3	MO4
Nematoda						x										
Oligochaeta	Lumbricidae	Indet sp.										x				
	Indet			x												
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Dina</i> sp.										x				
		<i>Erpobdella</i> sp.			x									x		
	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia</i> sp.					x									
Gasteropoda	Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>			x	x										x
	Lymnaeidae	<i>Radix</i> sp.			x			x								
Cladocera								x	x	x	x	x	x	x		x
Copepoda				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ostracoda					x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Isopoda	Asellidae	<i>Proasellus</i> sp.			x	x	x		x						x	x
		Indet sp.														
Hydracarina						x	x									x
Colembola					x											
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloëon</i> sp.		x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
		<i>Baetis</i> sp.				x								x	x	x
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.					x							x		
	Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i> sp.					x	x	x							
		Indet sp.					x									
		<i>Thraulius bellus</i>												x		
Plecoptera	Nemouridae	<i>Nemoura</i> sp.			x	x										
	Perlodidae	<i>Isoperla</i> sp.		x	x	x										
	Capniidae	<i>Capnioneuna</i> sp.		x												

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis

Ordre o cat. sup.	Família	gènere/espècie	estadi	25/02/2009				29/05/2009				22/07/2009	11/11/2009				
				MO1	MO2	MO3	MO4	MO1	MO2	MO3	MO4	MO3	MO1	MO2	MO3	MO4	
Odonata	Aeshnidae	<i>Anax</i> sp.										x			x		
		Indet sp.					x			x							
	Cordulegasteridae	Indet sp.										x					
		Gomphidae	<i>Gomphus</i> sp.									x					
			<i>Onyrogomphus</i> sp.									x					
	Lestidae	<i>Chalcolestes viridis</i>								x							
		<i>Sympetma</i> sp.										x	x				
			Indet sp.				x										
	Libellulidae	<i>Diplacodes lefebvrii</i>				x		x									
		<i>Sympetrum</i> sp.						x	x								
<i>Libellula</i> sp.											x	x					
		Indet sp.			x		x	x				x	x				
	Platycnemididae	<i>Platycnemis</i> sp.			x							x					
Heteroptera	Corixidae	<i>Arctocorisa</i> sp.								x	x	x					
		<i>Micronecta</i> sp.					x						x				
			Indet sp.					x									
			<i>Sigara</i> sp.												x	x	
			<i>Corixa</i> sp.													x	
			<i>Parasigara</i> sp.							x	x	x					
	Gerridae	<i>Gerris</i> sp.							x	x				x		x	
		Indet sp.										x					
		Hydrometridae	<i>Hydrometra</i> sp.								x	x		x			x
		Nepidae	<i>Nepa cinerea</i>												x		x
	<i>Nepa</i> sp.													x			
	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.		x				x	x	x	x		x		x	x	
Coleoptera	Dryopidae	<i>Dryops</i> sp.	A										x	x		x	
	Dytiscidae	<i>Agabus</i> sp.	L		x		x									x	

Ordre o cat. sup.	Família	gènere/espècie	estadi	25/02/2009				29/05/2009				22/07/2009	11/11/2009			
				MO1	MO2	MO3	MO4	MO1	MO2	MO3	MO4	MO3	MO1	MO2	MO3	MO4
		<i>Bidessus</i> sp.	A				x									
		Sf. <i>Calymbetinae</i>	L			x										
		Sf. <i>Dytiscinae</i>	A										x	x		x
		<i>Dytiscus</i> sp.						x			x			x	x	
		Sf. <i>Hidroporinae</i>	A	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Sf. <i>Hidroporinae</i>	L						x							
		<i>Hydrovatus</i> sp.	L								x					
		<i>Meladema</i> sp.	L				x									
		<i>Stictonectes</i> sp.	L				x	x								
		<i>Stictonectes</i> sp.	A					x								
		Indet sp.							x	x			x	x		
	Elmidae	<i>Oulimnius</i> sp.	L		x	x			x	x	x			x		x
		<i>Oulimnius</i> sp.	A	x					x	x		x				
		<i>Dupophilus</i> sp.	A									x				x
		Indet sp.	L		x											
	Gyrinidae	<i>Gyrinus</i> sp.					x				x					x
	Haliplidae	<i>Haliplus</i> sp.							x							
		<i>Peltodytes</i> sp.													x	
	Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.						x								
		<i>Limnebius</i> sp.				t										
	Hydrophilidae	<i>Berosus</i> sp.	A										x			
		Indet sp.	L						x							
		<i>Hydrophilus</i> sp.	A									x				x
		Indet sp.	A						x		x					
	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp.	L													x
		<i>Cyphon</i> sp.	L									x				
Trichoptera	Hydroptilidae	Indet sp.								x						
	Leptoceridae	Indet sp.										x				

Ordre o cat. sup.	Família	gènere/espècie	estadi	25/02/2009				29/05/2009				22/07/2009	11/11/2009			
				MO1	MO2	MO3	MO4	MO1	MO2	MO3	MO4	MO3	MO1	MO2	MO3	MO4
	Limnephilidae	Indet sp.								x						
		Tr. Limnephilini				x	x									
	Polycentropodidae	Indet sp.								x	x					
	Psychomiidae	<i>Tinodes</i> sp.														
	Sericostamatidae	Indet sp.				x										
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Dasyheleninae</i> sp.					x							x		
	Chironomidae	Sf. Chironomini				x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
		Sf. Orthoclaadiinae		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		<i>Thienemaniella</i> sp.							x							
		<i>Corynoneura</i> sp.					x	x		x		x		x		
		Sf. Tanypodinae		x	x		x	x	x	x		x				x
	Culicidae	<i>Culex</i> sp.														x
	Dixidae	<i>Dixella</i> sp.								x		x				
	Limonidae	Tr. Pediciini								x						
	Simuliidae	Tr. Simuliini			x	x					x				x	
		Indet sp.		x	x											
	Tipulidae	Indet sp.		x												

Els indeterminats (indet.) es corresponen a individus massa petits per poder ser determinats.

Estadis vitals: L=larva, A=adult.\* s'ha especificat en el cas dels colèpters.



**Annex 5. Llistat de famílies de macroinvertebrats amb els corresponents rangs d'abundància.**

\* rangs d'abundància: (1): 1-3 individus, (2): 4-10 individus, (3): 10-11 individus, (4): més de 100 individus.

Ordre o cat. sup.	Família	25/02/2009				29/05/2009				22/07/2009	11/11/2009			
		MO1	MO2	MO3	MO4	MO1	MO2	MO3	MO4	MO3	MO1	MO2	MO3	MO4
Nematoda				1										
Oligochaeta	Lumbricidae	1								1				
Hirudinea	Erpobdellidae		1					3	2	1		2		
	Glossiphoniidae				1				1					
Gasteropoda	Ancylidae		3	1				2					1	
	Lymnaeidae					1		1						
Cladocera						3	3	4	4	4	3	2		4
Copepoda		1	2	2	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3
Ostracoda			2	3	4	3	3	4	3			3	1	4
Isopoda	Asellidae		2	3	2		1	1	1			2	3	2
Hydracarina				2	1			2	3	3			3	1
Colembola			1											
Ephemeroptera	Baetidae	4	4	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	Caenidae				1					1				
	Leptophlebiidae				3	2	2			2				
Plecoptera	Nemouridae		2	3										
	Perlodidae	3	1	4										
	Capniidae	1												
Odonata	Aeshnidae					3			2	2			1	
	Cordulegasteridae									1				
	Gomphidae							1		3				
	Lestidae				3		3	3	3					
	Libellulidae		1		1	3	3	3	3	2	2			

Ordre o cat. sup.	Família	25/02/2009				29/05/2009				22/07/2009	11/11/2009				
		MO1	MO2	MO3	MO4	MO1	MO2	MO3	MO4	MO3	MO1	MO2	MO3	MO4	
	Platycnemididae			1						3					
Heteroptera	Corixidae				3	3	3	3	3	1		1		2	
	Gerridae					2	2	3			2		1		
	Hydrometridae						1	1		1			1		
	Nepidae								2			1		1	
	Notonectidae	3				3	3	3	3		2		3	2	
Coleoptera	Dryopidae									1	1		1		
	Dytiscidae	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Elmidae	1		2			1	3	1	2		1		2	
	Gyrinidae				1				2				3	2	
	Halplidae						1						1		
	Hydraenidae					2		1							
	Hydrophilidae						1		1	1	1			1	
	Scirtidae									1				2	
	Trichoptera	Hydroptilidae							1						
		Leptoceridae									3				
Limnephilidae				4	2			1							
Polycentropodidae								1	1						
Psychomiidae															
Sericostamatidae				1											
Diptera	Ceratopogonidae				1							1			
	Chironomidae	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	
	Culicidae													2	
	Dixidae							1		1					
	Limonidae							1							
	Simuliidae	2	4	4				1					2		
	Tipulidae	1													

