

Memòria del projecte final de carrera de Ciències Ambientals

Diagnosis ambiental de la riera de Santa Coloma entre Santa Coloma de Farners i Riudarenes



Vanessa Galán

Juny 2010

Dirigit per: Dr. Albert Folch

Dr. Anna Menció

La imaginació
és el millor recurs
del ésser humà.
Donald L. Hamilton

Agraïments

En primera instància vull fer present la meva gratitud envers els tutors del meu projecte. A la Dra. Anna Menció del Àrea de Geodinàmica Externa del Departament de Ciències Ambientals de la Universitat de Girona, pel temps dedicat en aquest estudi, els seus consells, correccions i ajuda en l'anàlisi dels resultats. I al Dr. Albert Folch del Grup d'Hidrologia del Departament de la Universitat Autònoma de Barcelona, pel coneixement que m'ha aportat. Pel seu interès mostrat en tot moment en aquest projecte, especialment per mostrar-me les directrius a seguir. A la seva interminable paciència i dedicació al llarg d'aquest any. Per proporcionar-me una visió diferent de l'hidrologia i per ensenyar-me que a més d'una bona anàlisi biològica, la geoquímica juga un paper molt important alhora de determinar l'estat ecològic d'un riu".

També faig extensible aquests agraïments al professor, Marc Ordeix, per transmetre'm la passió envers aquest món, donar-me l'oportunitat de realitzar pràctiques al Centre d'Estudis de Rius Mediterranis (CERM) i ensenyar-me, juntament amb el seu gran equip, les bones pràctiques alhora de la realització dels mostreigs. Dins de l'equip, a la Dr. Tura Puntí i al Romero Puig, per les hores passades a la lupa i les seves explicacions d'anatomia macroinvertebrada.

Al Dr. Joan Bach, coordinador del Departament d'Hidrogeologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, per deixar-me el material de camp i el laboratori. Al Departament de Mineralogia i Petrologia, en especial a la Dra. Merçé Corbella i al Dr. Esteve Cardellach per donar-me accés a la lupa binocular necessària alhora de dur a terme la correcta identificació dels macroinvertebrats i a la Laia Casadellà, per l'informació i consells alhora d'anar al camp.

Al Servei de Tritis i C-14, en especial a Maria Teresa Robles, al Servei d'anàlisi química i al Grup de Tècniques de Separació de la Universitat Autònoma de Barcelona, encarregats de la determinació de les mostres d'aigua.

A Termes Orion i a tots els propietaris dels pous, que han facilitat la recollida de mostres i han aportat informació de primera mà bàsica per a la realització d'aquest projecte.

No m'oblido dels amics i companys que desinteressadament, s'han fet partícips d'aquest projecte, ja sigui fent-me companyia al camp, en l'elaboració dels mapes o en la confecció de la memòria. Juntament amb aquells que sense adonar-se'n han contribuït donant-me ànims, aquells que sempre hi són.

A la meva família, perquè sense ells no seria qui soc, pels valors que m'han transmès i pel suport rebut i la seva disposició a donar-me un cop de mà sempre que l'he requerit.

Finalment, a l'Agència Catalana de l'Aigua pel finançament donat per a la realització del projecte i al Ministerio de Educación y Ciencia a través dels projectes CICYT del Programa Nacional de Recursos Hídricos: REN2002-04288-C02- 02; MCYT CGL2005-08019-C04-02.

Moltes gràcies!

Índex

1. Introducció i objectius	1
1.1 Metodologia	2
1.1.1 Treballs previs	3
1.1.2 Treball de camp	4
1.1.3 Anàlisi de les mostres	13
1.1.4 Tractament de dades	14
1.2 Zona d'estudi	15
2. Estudi hidrogeològic	19
2.1 Anàlisi piezomètrica i mesura del cabal	19
2.1.1 Resultats i discussió	20
2.2 Anàlisi hidroquímica.....	26
2.2.1 Resultats i discussió	27
2.3 Conclusions	43
3. Estudi ecològic	44
3.1 Resultats i discussió	45
3.1.1 IHF	45
3.1.2 QBR	46
3.1.3 BMWPC	48
3.2 Conclusions	62
4. Conclusions	63
5. Propostes de millora	64
6. Bibliografia	65
7. Paraules clau	70
8. Pressupost	71
9. Programació	72

Annexes	73
Annex 1	74
Annex 2	75
Annex 3	76
Annex 4	79
Annex 5	86
Annex 6	87
Annex 7	88
Annex 8	89
Annex 9	91
Annex 10	92
Annex 11.....	93
Annex 12	95

Índex de figures

Figura 1.1. Esquema pel càlcul del cabal.....	5
Figura 1.2. Estacions de mostreig.....	10
Figura 1.3. Xarxa de mostreig de macroinvertebrats.....	11
Figura 1.4 Representació esquemàtica d'alguns dels aspectes que es tenen en compte per calcular l'Índex IHF.....	12
Figura 1.5. Situació geogràfica de la zona d'estudi.....	15
Figura 1.6. Situació geològica de la zona d'estudi.....	16
Figura 2.1. Evolució del cabal i principals elements que el poden modificar.....	22
Figura 2.2. Comparació de les cotes dels nivells freàtics entre les dos campanyes.....	24
Figura 2.3. Evolució del cabal i principals elements que el poden modificar. Campanya abril 2010.....	25
Figura 2.4. Evolució espacial de la conductivitat de les diferents mostres d'aigües superficials i subterrànies en la direcció de flux de la riera de Santa Coloma. Campanya setembre 2009.....	27
Figura 2.5. Diagrama de Piper. Campanya setembre 2009.....	30
Figura 2.6. Evolució espacial de la conductivitat de les diferents mostres d'aigües superficials i subterrànies en la direcció de flux de la riera de Santa Coloma. Campanya abril 2010.....	32
Figura 2.7. Diagrama de Piper. Campanya abril 2010.....	35
Figura 2.8. Relació $\text{NO}_3 - \text{F}$. Campanya setembre 2009.....	37
Figura 2.9. Relació $\text{NO}_3 - \text{F}$. Campanya abril 2010.....	38
Figura 2.10. Relació Cl-Br. Campanya setembre 2009.....	39
Figura 2.11. Relació Cl/Br (massa) - Cl. Campanya setembre 2009.....	40
Figura 2.12. Relació Cl-Br. Campanya abril 2010.....	41
Figura 2.13. Relació Cl/Br (massa) - Cl. Campanya abril 2010.....	42
Figura 3.1 Relació entre l'índex IHF i el cabal a les dues campanyes.....	46
Figura 3.2. Comparació entre l'índex BMWPC i IHF. Campanya setembre 2009.....	50
Figura 3.3. Relació entre l'índex BMWPC i IHF. Campanya setembre 2009.....	50
Figura 3.4. Comparació entre l'índex BMWPC i el cabal circulant. Campanya setembre 2009.....	51
Figura 3.5. Relació entre el cabal i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.....	51
Figura 3.6. Relació entre E-P-T i M-H-C. Campanya setembre 2009.....	52

Figura 3.7. Comparació entre l'índex BMWPC i la concentració de clorur i nitrats al medi. Campanya setembre.....	53
Figura 3.8. Relació entre els clorurs i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.....	53
Figura 3.9. Relació entre els nitrats i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.....	53
Figura 3.10. Comparació entre l'índex BMWPC i la conductivitat del medi (μS). Campanya setembre 2009.....	54
Figura 3.11. Relació entre la conductivitat i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.....	54
Figura 3.12. Comparació del nombre de famílies trobades a les dues campanyes.....	56
Figura 3.13. Comparació entre l'índex BMWPC i IHF. Campanya abril 2010.....	56
Figura 3.14. Relació entre l'índex BMWPC i IHF. Campanya abril 2010.....	57
Figura 3.15. Comparació entre l'índex BMWPC i el cabal circulant. Campanya abril 2010.....	57
Figura 3.16. Relació entre l'índex BMWPC i el cabal circulant. Campanya abril 2010.....	57
Figura 3.17. Relació entre E-P-T i M-H-C. Campanya Abril 2010.....	58
Figura 3.18. Comparació entre l'índex BMWPC i la concentració de clorur i nitrat al medi Campanya abril 2010.....	59
Figura 3.19. Relació entre l'índex BMWPC i els clorurs. Campanya abril 2010.....	59
Figura 3.20. Relació entre l'índex BMWPC i els nitrats. Campanya abril 2010.....	59
Figura 3.21. Comparació entre l'índex BMWPC i la conductivitat del medi. Campanya abril 2010.....	60
Figura 3.22. Relació entre l'índex BMWPC i la conductivitat. Campanya abril 2010.....	60
Figura 3.23. Relació entre l'oxigen dissolt (%) i l'índex BMWPC. Campanya Abril 2010.....	61

Índex de taules.

Taula 1.1: Característiques dels pous analitzat	6
Taula 1.2. Punts i pous utilitzats per dur a terme l'anàlisi química i mesura del cabal	8
Taula 1.3. Estacions de mostreig	9
Taula 1.4. Valors del índex IHF	9
Taula 1.5. Valors del índex QBR	12
Taula 1.6. Valors del índex BMWPC	13
Taula 1.7. Valors del índex ECOSTRIMED	13
Taula 2.1. Cotes dels nivells piezomètrics mesurats. Campanya setembre 2009	20
Taula 2.2. Nivells piezomètrics mesurats. Campanya abril 2010	23
Taula 2.3 Analítiques de la campanya de setembre 2009	28
Taula 2.4. Fàcies hidroquímiques de les mostres analitzades. Campanya setembre 2009	29
Taula 2.5. Classificació de l'aigua mostrejada. Campanya setembre 2009	31
Taula 2.6 Analítiques de la campanya d'abril 2010	29
Taula 2.7. Fàcies hidroquímiques de les mostres analitzades. Campanya abril 2010	34
Taula 2.8. Classificació de l'aigua mostrejada. Campanya abril 2010	36
Taula 3.1. Resultats obtinguts del càlcul de l'IHF. Campanya de setembre 2009	45
Taula 3.2. Resultats obtinguts del càlcul de l'IHF. Campanya d'abril 2010	46
Taula 3.3. Resultats obtinguts del càlcul del QBR. Campanya setembre 2009	47
Taula 3.4. Resultats obtinguts del càlcul del QBR. Campanya abril 2010	48
Taula 3.5. Resultats obtinguts del càlcul de BMWPC. Campanya setembre 2009	49
Taula 3.6. Resultats obtinguts del càlcul de BMWPC. Campanya abril 2010	55
Taula 3.7. Resultats obtinguts del càlcul de l'ECOSTRIMED. Campanya setembre 2009	61
Taula 3.8. Resultats obtinguts del càlcul de l'ECOSTRIMED. Campanya abril	62
Taula 8.1. Pressupost dels recursos humans. IVA inclòs	71
Taula 8.2. Pressupost de les sortides de camp. IVA inclòs	71
Taula 8.3. Pressupost de les analítiques. IVA inclòs	71
Taula 8.4. Pressupost del material fungible. IVA inclòs	71
Taula 8.5. Pressupost total. IVA inclòs	71

Taula 9.1. Programació de les tasques realitzades durant la realització del projecte71

INFORME dels directors del treball:

Diagnosi ambiental de la riera de Santa Coloma entre Santa Coloma de Farners i Riudarenes.

Realitzat per Vanessa Galán

El treball presentat per Vanessa Galan neix de la necessitat d'estudiar en profunditat el funcionament hidrogeològic de la Riera de Santa Coloma, en el seu tram situat entre les poblacions de Santa Coloma de Farners i Riudarenes, al sud-oest de la ciutat de Girona. Aquesta riera, hidràulicament connectada amb l'aquífer al·luvial està sotmesa a pressions antròpiques de diferents tipus (derivacions de cabal, extraccions d'aigües subterrànies, abocament de les depuradores, etc). A més, aquest aquífer al·luvial és d'on s'extreu l'aigua per abastar les poblacions per on transcorre la riera.

Aquestes actuacions produeixen que durant els mesos d'estiu el cabal de la riera es vegi afectat de forma tan quantitativa (cabal) com qualitativa (contaminació). Per tal de garantir l'abastament i al mateix temps intentar acomplir el objectius que planteja la Directiva Marc de l'Aigua a nivell ambiental, l'Agència Catalana de l'Aigua amb col·laboració amb altres institucions ha realitzat diversos estudis en aquesta zona, entre ells, un model numèric de simulació de flux. Tot i així, encara no es coneix en profunditat el funcionament hidrodinàmic al llarg de l'any en els diferents trams de la riera ni l'afecció d'aquest en la qualitat ecològica. És en aquest context on neix el projecte elaborat per Vanessa Galán realitzat amb el Departament de Geodinàmica de la Universitat de Girona i el Departament de Geologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, havent realitzat ambdós diferents projectes de recerca a la zona d'estudi.

El treball realitzat per l'alumne ha constatat de diferents parts. Per una banda la descripció hidrogeològica per la qual s'han dut a terme mesures de cabal superficial en diferents punts, mesures de nivell freàtic en diversos pous i recollida de mostres per a l'anàlisi hidroquímica. A més, en diferents punts de la riera s'ha recopilat tota la informació necessària per a elaborar diferents índexs ecològics en els diferents trams estudiats. Posteriorment, s'ha dut a terme un treball de laboratori per analitzar part de les mostres i/o paràmetres analitzats al camp. Per últim, s'ha dut a terme la interpretació dels resultats obtinguts.

Com es pot veure, es tracta d'un projecte que avarca dues branques diferents de les ciències ambientals, que tot i que estan relacionades, requereixen esforços metodològics i interpretatius molt diferents. A més, volem destacar que es tracta d'un projecte amb un treball de camp molt significatiu que, a part de presentar dificultats tècnico-científiques, també implica una necessitat de maduresa a nivell personal important (autosuficiència, intel·ligència emocional, etc.). Finalment, valorem molt positivament l'esforç que ha realitzat la Vanessa a l'hora de representar i interpretar els resultats obtinguts en aquest treball.

Albert Folch
Dept. de Geologia
Universitat Autònoma de Barcelona

Anna Menció
Departament de Geodinàmica
Universitat de Girona

1. Introducció i objectius

L'aigua pels seus valors ecològics i socials, és un element bàsic per la vida; sense ella no existiria la vida tal i com la coneixem. Però s'ha de tenir present que es tracta d'un recurs limitat. Segons l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) és molt més que això, es tracta d'un patrimoni natural imprescindible que cal preservar. Aquest fet ha trigat en integrar-se a la societat actual, donant-se casos de contaminació i sobreexplotació de masses d'aigua, ja sigui d'origen superficial o subterrani, a més de la modificació per acció antròpica dels cursos fluvials.

A Catalunya els rius que trobem són de tipus mediterrani, anàlogament al clima del territori. Aquests rius, a més de patir períodes eixuts a l'estiu, es troben greument afectats per accions antròpiques, com són les derivacions de cabal, les captacions d'aigua subterrània per diferents usos, les canalitzacions, l'extracció d'àrids, l'abocament d'aigües residuals (ja sigui d'origen urbà o industrial) i altres alteracions hidrològiques que es realitzen a nivell de conca.

En el cas dels abocaments d'aigües residuals, es pot fer una doble lectura. Per una banda, afecten negativament, degut a que alteren la qualitat de l'aigua que circula, però també tenen un aspecte positiu, perquè ajuden a garantir un flux mínim a la llera (Munné, *et al*, 2006).

Totes aquestes afeccions fan que no s'assoleixin els objectius marcats per la Directiva Marc de l'Aigua (DMA, 2000/60/CE). Aquesta directiva és l'eina legal que reflecteix la nova manera de gestionar l'aigua. El seu objectiu principal es centra a satisfer la demanda creixent (usos i explotació) i equilibrar els diferents usos que en fem amb la necessitat pròpia del medi i la seva conservació (rius, aqüífers, ecosistemes, etc.). L'ACA és responsable de l'aplicació de la Directiva i està treballant per tal d'aconseguir una millora de la qualitat de les aigües amb la participació diversa i proactiva de la societat, i amb l'objectiu de definir el Pla hidrològic de Catalunya. Cal entendre la gestió de l'aigua des d'una altra mirada, basada en un ús sostenible d'aquest bé natural (ACA, 2010₁).

La gestió de l'aigua, no s'ha fet amb una visió interdisciplinària fins a l'aparició de la corresponent legislació i això a donat lloc als problemes que hi ha a l'actualitat, amb la gestió d'aquest recurs. Un exemple de mala gestió el trobem a finals del segle XIX - principis del segle XX. Per reforçar l'economia espanyola es fomenta que l'agricultura sigui de regadiu, intentant així aconseguir un augment de la producció. Aquestes pràctiques requereixen grans quantitats d'aigua, pel que es construeixen les grans canalitzacions i embassaments que tenim a l'actualitat. Però a l'hora de fer aquest plantejament en el sector agrari, no es van tenir en compte els grans inconvenients que van associats a aquestes pràctiques i molt menys, les característiques pròpies del país, concretament a la zona mediterrània, ja que les elevades temperatures a les que estem sotmesos fan que part de l'aigua emprada per reg es perdi per evaporació.

Aquest tipus de comportament en la gestió de l'aigua és l'estil que ha predominat en les polítiques ambientals a Espanya, sent de caràcter regulatiu i opac, sense tenir en compte l'opinió de la societat (Subirats, 2004).

En l'àmbit de la problemàtica ambiental relacionada amb l'aigua, aquesta mala gestió és deguda, a més del que s'ha esmentat anteriorment, a la manca de coneixement sobre els rius, llacs o aqüífers que s'explotaven i per no tenir en compte la disponibilitat d'aigua al territori. Tot això ha fet augmentar les pressions sobre els recursos hídrics, arribant, fins i tot en alguns casos, a la seva sobreexplotació. Aquest fet té una sèrie d'aspectes negatius associats, com són l'augment de l'intrusió salina a les zones costeres o la contaminació de les aigües, ja siguin superficials o subterrànies.

Totes aquestes pressions afecten l'ecosistema del bosc de ribera, degut a la disminució de la disponibilitat d'aigua i la seva qualitat. Els organismes vius es veuen afectats per aquesta mancança i perquè les condicions fisicoquímiques varien, ja que la capacitat de dilució disminueix i els contaminants els hi afecten més directament. A tot això s'ha d'afegir les introduccions d'espècies que s'han dut a terme a les conques catalanes, com és el cas del plàtan (*Platanus x hispanica*), la robinia (*Robinia pseudo-acacia*), la carpa (*Cyprinus carpio*) o la gambúsia (*Gambusia holbrooki*).

Així doncs, trobem els espais fluvials de l'actualitat modificats, amb poca biodiversitat i amb una elevada presència d'espècies al·lòctones. A més a més, els ecosistemes presenten alteracions d'estructura i geomorfologia de la llera.

Amb aquestes consideracions es realitza l'estudi que aquí es presenta, centrat a la Riera de Santa Coloma, situada a la depressió de la Selva. Aquesta es caracteritza per una intensa activitat agrícola i ramadera, on el sector industrial cada cop té més pes i el sector urbanístic va en augment. En aquesta zona la gestió que s'ha dut a terme ha estat dirigida cap al subministrament total de l'aigua demandada, i en els últims anys aquesta ha augmentat. Per cobrir les necessitats hídriques s'han explotat les rieres, els aqüífers superficials i els aqüífers més profunds. Degut a aquestes actuacions, s'han començat a detectar problemes de qualitat i quantitat d'aigua (Menció, 2006).

A la depressió de la Selva s'han fet diversos estudis per caracteritzar les masses d'aigua i les pressions i impactes a les que es veuen sotmesos, com és el cas de la tesi de Menció (2006) i Folch (2010). A més, també s'han fet centrats a la Riera de Santa Coloma, com els treballs de Folch i Roldán (2003), GeoServei (2006) i ACA (2010₂), tots aquests de caire hidrogeològic.

Amb aquest estudi es pretén ampliar el coneixement sobre el comportament hidrogeològic i les afeccions antròpiques a la Riera de Santa Coloma. Al mateix temps, es vol veure si les afeccions que es produeixen en aquests sistema hidrogeològic afecten i/o modifiquen la qualitat ecològica al llarg de la riera de Santa Coloma en el tram situat entre les poblacions de Santa Coloma de Farners i Riudarenes.

Per dur a terme aquest objectiu principal, el treball realitzat es centra en dos punts principals:

- Caracterització hidrogeològica i hidroquímica per establir la relació riu-aqüífer.
- Estimació de la qualitat ecològica del curs fluvial, a través de l'utilització de diferents índex biològics.

1.1 METODOLOGIA

Per dur a terme aquest projecte s'ha seguit un pla de treball distribuït en quatre blocs interrelacionats: recollida prèvia d'informació sobre la zona, treball de camp, anàlisi de les mostres al laboratori i tractament de les dades.

Seguidament es descriu la metodologia emprada en cadascun d'aquests blocs.

1.1.1 Treballs previs

Per tal de tenir la màxima informació sobre la zona d'estudi s'han utilitzat estudis previs realitzats a la zona o que perseguien objectius similars.

Els estudis amb més rellevància seguits per dur a terme el projecte han estat els següents:

- Diversos estudis hidrogeològics analitzen els recursos d'aigües subterrànies a la depressió de la Selva en les últimes dècades, especialment entre els anys 1970 i 1990, com el MOPU (1971b i 1985) i el IGME (1984 i 1993).
- Prat (1996) crea una col·lecció d'estudis sobre la qualitat ecològica del riu Llobregat.
- Vehí (2001) realitza estudis de diversos aspectes geològics relacionats amb activitats antròpiques a la depressió de la Selva.
- Alba-Tercedor (2002), juntament amb diversos autors fan l'adaptació d'índex biològics basats en els macroinvertebrats per a la Península Ibèrica i l'elaboració d'un índex per saber l'estat de l'hàbitat fluvial.
- Prat (2002), amb altres autors fan estudis de qualitat ecològica de diferents rius catalans.
- Vilanova (2004), investiga l'estructura geològica i la recarrega dels sediments neògens que envolten la Serralada de les Gavarres.
- Menció (2006), analitza les condicions geològiques, hidrogeològiques, ecològiques i socials de la depressió de la Selva i el seu desenvolupament sostenible.
- Piqué (2008), caracteritza la mineralogia, geoquímica de fluids i els processos d'alliberament d'arsènic en aigües subterrànies en el camp geotèrmic de Caldes de Malavella.
- Folch (2010), estudia la importància del context geològic i dels efectes de l'explotació d'aigües subterrànies en els sistemes de flux subterrani a la depressió de la Selva.

A nivell concret de la riera de Santa Coloma, els estudis previs són:

- Folch i Roldán (2003), estudi hidrogeològic de la superfície dels aqüífers relacionats amb la riera de Santa Coloma.
- Geoservei (2006), realitza un balanç sobre els recursos de l'aqüífer al·luvial de la Riera de Santa Coloma. En el tram de la riera de Santa Coloma a Riudarenes.
- ACA (2010₂), modelització dels sistemes de flux a la riera de Sana Coloma.

Mitjançant un SIG (ArcGis), mapes associats topogràfics 1:5000 de l' Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) i els inventaris de pous dels treballs previs. S'ha elaborat un mapa de la situació de diversos pous per dur a terme el treball de camp.

1.1.2 Treball de camp

S'han realitzat dues campanyes de mostreig. La primera a l'època eixuta, a principis de setembre de 2009 i la segona, després de l'època de pluges, a finals d'abril de 2010.

Les dues campanyes s'han realitzat de la mateixa manera:

- 1) Caracterització hidrogeològica i hidroquímica per tal de definir la tipologia de les aigües i conèixer la seva dinàmica. S'han realitzat dues piezometries, una per cada campanya, agafant al mateix temps mostres per fer l'anàlisi fisicoquímica de cada punt o pou mostrejat. A més, s'ha mesurat el cabal de la riera en els punts on si ha realitzat l'estudi ecològic.
- 2) Estudi de l'estat ecològic dels ecosistemes fluvials de la zona, a través de l'índex IHF, QBR i BMWPC, aquests dos últims necessaris per obtenir l'índex ECOSTRIMED. En diferents trams de la riera.
 - Treball previ al camp: Elaboració inventari de pous per la piezometria.

S'ha elaborat un inventari de pous, a partir dels inventaris preexistents (Geoservei, 2006, Menció, 2006, ACA, 2009 i Folch, 2010). Un cop al camp aquest inventari s'ha modificat segons es creia necessari, ampliant sectors o reduint-ne. En total s'han mostrejat 38 pous, de característiques diferents, tant privats com en desús, principalment de gran diàmetre, i de diferent grandària, brocal i profunditat. S'ha intentat que majoritàriament aquests pous estiguessin situats al llarg dels materials al·luvials del Quaternari. Tot i així, també n'hi han del Neògen superficial (Taula 1.1) que envolten a la riera de Santa Coloma. Per aquest motiu, la majoria de pous presenten una profunditat que no arriba als 20 m, que és el guix màxim que poden presentar els materials al·luvials (Folch, 2010). Els nivells piezomètrics s'han mesurat en pous no afectats pel bombeig, mesurant així el nivell hidràulic natural.

Mitjançant una sonda d'hidronivell, Eijkelkamp, de 100 m ha estat possible conèixer la profunditat del nivell piezomètric de cada pou. A partir d'aquesta mesura, el brocal dels pous i les cotes dels punts de mesura dels mapes topogràfics 1:5000 de l'ICC s'ha elaborat un mapa piezomètric.

El càlcul per obtenir el nivell freàtic és el següent:

$$\text{Nivell freàtic} = \text{cota topogràfica} - (\text{nivell aigua} + \text{brocal})$$

També s'han buscat les cotes a diferents punts de la riera mitjançant el mateixos mapes per poder establir el comportament de la riera i la relació riu-aquífer.

S'ha elaborat un mapa piezomètric per a cada campanya, on les isopiezes es representen equidistants, a 5 metres, per facilitar la seva anàlisi. (Annex 1 i 2).

Per calcular el cabal, Q, s'ha mesurat la velocitat amb un velocímetre (Molinet digital Probe), de 0.5 m/s de precisió, amb el mànec graduat per facilitar la mesura de la fondària. Per calcular la secció, l'amplada s'ha mesurat amb un metre (25 m) i la fondària com ja s'ha comentat.

Un cop obtingudes les dades necessàries, s'ha calculat el cabal mitjançant la següent fórmula:

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = v (\text{m}/\text{s}) \cdot \text{secció} (\text{m}^2) \quad \text{on;}$$

v és la velocitat

s és la secció: (amplada (m) · profunditat (m) del tram)

Cal esmentar que per als trams que presentaven profunditats variables, s'ha dividit aquest per seccions (Figura 1.1), per calcular el cabal a cada secció i després fer la suma del cabal a cada secció per obtenir el cabal total.

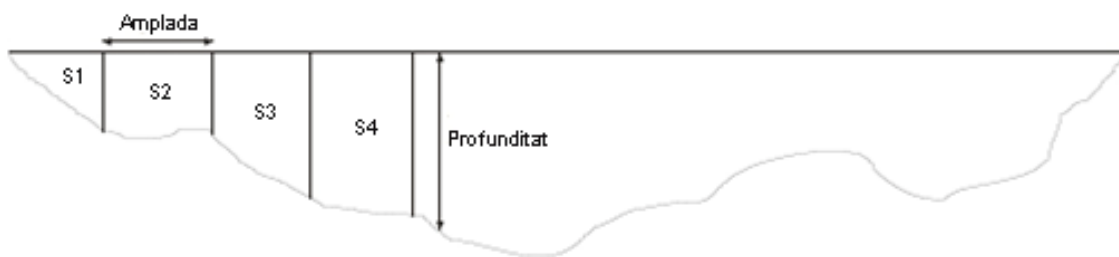


Figura 1.1. Esquema pel càlcul del cabal.

En els punts de mostreig on l'aigua circulava a una velocitat inferior als 0.5 m/s (velocitat mínima de mesura que permet mesurar el Molinet digital Probe), s'ha estimat la velocitat màxima com a 0.5 m/s. S'ha determinat, per tant, el cabal màxim que podria haver estat circulant en el moment de mesura.

- Treball previ al camp: Inventari de pous i punts de mostreig per l'anàlisi química i càlcul del cabal.

Per tal d'assolir els objectius establerts, es van proposar inicialment 10 punts superficials, considerant les possibles alteracions a la quantitat i qualitat de l'aigua de la riera (depuradores, Termes Orion, captacions...) Durant la primera campanya, només va ser possible analitzar 9 punts a la riera, ja que per un dels punts plantejats no hi circulava cabal. També es va agafar aigua de la font de San Salvador, de la font Picant i d'una font del Balneari d'aigües termals, Termes Orion. A més, s'ha mostrejat el punt d'abocament de l'EDAR de Santa Coloma de Farners i un total de 12 pous (Taula 1.2). Aquests 12 pous, en comparació als pous utilitzats en la realització de la piezometria, es troben en funcionament de forma regular, encara que no de manera contínua. Per això, en els pous que no estaven en funcionament de forma habitual, es va bombar tres vegades l'aigua emmagatzemada al pou, per així agafar aigua representativa de l'aquífer superficial.

Majoritàriament l'ús d'aquests pous és pel reg dels camps fruiters o dels vivers que hi ha a la zona, per tal cosa, el ritme d'extracció varia segons el pou i l'època de l'any.

Diagnosis ambiental de la Riera de Santa Coloma

Codi i localització	UTM_X	UTM_Y	Tipus	Geologia	Unitat	Cota de nivell (m)	Profundiat Pou (m)	Brocal (m)	Diametre (m)
SC0200 (SCF)	475135	4631892	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	96,00	8	0,38	2
SC0201 (SCF)	473730	4632475	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	109,58	6,8	0,63	2,6
SC0202 (RD)	475616	4631436	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	92,26	8,50	0,6	0,40
SC0203 (RD)	474917	4631128	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	95,83	7,00	0,19	0,17
SC0204 (SCF)	474719	4632331	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	101,41	10,00	0,1	0,40
SC0205 (SCF)	472462	4633909	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	124,61	0,00	0,38	1,20
SC0206 (SCF)	472234	4634112	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	125,10	10,00	0	0,50
SC0207 (SCF)	470614	4635333	pou obert	Dipòsits al·luvials	Quaternari	158,00	17,20	0,8	2,45
SC0208 (SCF)	472073	4634271	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	129,13	8,90	1,03	2,20
SC0209 (SCF)	473523	4633369	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	117,40	8,47	0,93	2,20
SC0210 (SCF)	473591	4633339	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari/Neògen	116,50	24	0,63	1,30
SC0211 (SCF)	473832	4633091	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	112,90	4,60	0,37	0,49
SC0212 (SCF)	473992	4632608	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	109,70	18,05	0,13	0,52
SC0213 (SCF)	473845	4632810	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	112,00	23,00	0,23	0,35
SC0214 (SCF)	474096	4632825	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	108,20	11,60	0,53	0,20
SC0215 (SCF)	474307	4632288	piezòmetre	Terrassa fluvial	Quaternari	102,58	8	0	0,47
SC0217 (SCF)	473740	4632759	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	112,00	9,00	0,23	1,3
SC0073 (SCF)	473213	4633338	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	120,50	10,0	0,6	1,2
SC0074 (SCF)	473397	4633692	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	120,30	5,3	0,8	2,60
RD0200 (RD)	477043	4630468	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	86,56	20	0,48	0,4
RD0201 (RD)	476707	4629622	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	82,30	9,2	0,77	3
RD0202 (RD)	476152	4630709	pou obert	Dipòsits neògens	Neògen	89,22	5,75	1,83	1,10
RD0203 (RD)	475453	4630214	pou obert	Dipòsits neògens	Neògen	103,00	16,00	0	0,00
RD0204 (RD)	475001	4630628	pou obert	Dipòsits neògens	Neògen	111,50	17,60	1,1	0,00
RD0205 (RD)	474389	4631277	pou obert	Dipòsits neògens	Neògen	125,28	25,00	0,23	1,00
RD0206 (RD)	476936	4630790	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	87,45	5,50	0,58	1,80

RD0207 (RD)	475972	4630391	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	87,20	17	0,39	1,,20
RD0208 (RD)	476259	4630465	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	85,62	4,70	0,79	2,60
RD0209 (RD)	476170	4630314	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	85,60	0,00	0,61	1,00
RD0210 (RD)	476068	4630225	pou entubat	Terrassa fluvial	Quaternari	86,70	13,80	0,43	0,50
RD0211 (RD)	476042	4630189	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	87,21	10,03	0,73	1,10
RD0212 (RD)	473815	4628641	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	84,00	20,00	0,85	2,40
RD0213 (RD)	476428	4630273	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	84,99	4,30	0,61	2,30
RD0214 (RD)	476059	4629443	pou obert	Dipòsits neògens	Neògen	96,60	25,00	0,8	0,4
RD0215 (RD)	476813	4629184	pou obert	Basalts neògens	Neògen	84,35	8,40	0,9	2
RD0216 (RD)	475953	4627897	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	73,58	9	0,48	1,6
RD0217 (RD)	476281	4630027	pou obert	Terrassa fluvial	Quaternari	83,70	4,00	0,73	1,13
RD0047 (RD)	476250	4631125	pou obert	Terrassa fluvial	quaternari	95,00	13,5	0,37	1,4

Taula 1.1: Característiques dels pous analitzats. Localització SCF es refereix als pous situats a Santa Coloma de Farners i RD als de Riudarenes (Annex 1). Els pous que presenten el brocal de 0 m és perquè es trobaven a nivell de terra.

Pel que fa a les aigües superficials, les mostres s'han agafat havent passat entre dos a tres dies dels episodis plujosos. Així es pretén agafar l'aigua més representativa d'aquesta època de l'any, que és la que determinarà en major mesura l'estat ecològic de la riera.

CODI	DESCRIPCIÓ	UTM X	UTM Y
RSC01	Inici riera	470486	4635307
RSC02	Resclosa	470557	4635233
RSC03	Abans depuradora	472403	4633678
RSC04	Després depuradora	472713	4633568
RSC05	Després Termes Orion	473035	4632889
RSC06	Aprop piezometres ACA	473994	4632016
RSC07	Unió riu Esplet amb Riera de Santa Coloma	476132	4629683
RSC08	Unió riu Esplet amb sortida depuradora Riudarenes	476660	4629007
RSC09	Després unió riu Esplet amb Riera	476339	4628652
RSC10	Tram final	475728	4627884
SC0202	Pou	475616	4631436
SC0203	Pou	474917	4631128
SC0204	Pou	474719	4632331
SC0205	Pou	472462	4633909
SC0206	Pou	472233,75	4634111,75
SC0207	Pou	470614	4635333
RD0208	Pou	476259	4630465
RD0212	Pou	473815	4628641
SC0073	Pou	473212,5	4633337,5
SC0217	Pou	473740	4632759
RD0214	Pou	476059	4629443
RD0215	Pou	476813	4629184
SCFP	Font Picant	471418	4634656
SCFSS	Font de Sant Salvador	471931	4634169
Termes Orion	Font de Termes Orion	472791	4632934
SCSD	Sortida depuradora de Santa Coloma de Farners	472518	4633710

Taula 1.2. Punts i pous utilitzats per dur a terme l'anàlisi química i mesura del cabal.

- Treball previ al camp: Neteja de vials

S'ha actuat segons el Standard Methods (Greenberg, *et al* , 1985)

Els vials de plàstic i de 15 ml de capacitat van estar submergits totalment, taps inclosos durant tres dies en una barreja d'àcid nítric (69% de puresa) i aigua destil·lada, amb una relació de 1:5.

Passat aquest temps es van acabar de rentar passant tres cops aigua de l'aixeta per cada vial i a continuació tres cops més amb aigua destil·lada.

Amb aquesta pràctica s'ha volgut evitar possibles impureses dels vials i assegurar que es trobaven en les millors condicions per guardar les mostres sense alterar-les.

- Treball al camp: presa de mostres per l'anàlisi hidroquímica

De cada punt a mostrejar s'han agafat dos vials i un recipient de 250 ml.

Als vials s'ha recollit l'aigua per analitzar els cations i anions. L'aigua s'ha fet passar per un filtre de 20µ de diàmetre. A més, als que contenen la mostra per analitzar els cations, s'ha afegit àcid nítric (69% de puresa) fins arribar a pH 2.

L'aigua continguda als vials dels anions, també s'ha utilitzat per l'anàlisi del brom i fluor.

Al recipient de 250 ml s'ha introduït l'aigua per analitzar l'alcalinitat al laboratori el mateix dia del mostreig.

Tots els recipients s'han retolat amb la següent informació:

- Data de mostreig
- Terme municipal
- Codi de la mostra
- Finalitat (si era mostra per analitzar anions, cations o alcalinitat)

Les mostres, es guardaven en una nevera a 4°C per tal de conservar les seves propietats, fins a realitzar les anàlisis corresponents.

També s'ha mesurat: temperatura, pH (pH-metre de camp ORION 230A) i conductivitat (conductímetre Crison). I durant la segona campanya, a més, s'ha mesurat l'oxigen dissolt (oxímetre Crison Oxi 45P) a les aigües superficials.

- Treball al camp: presa de mostres per l'anàlisi biològica

Per poder fer l'estudi ecològic i de macroinvertebrats d'aquest ecosistema, s'han establert deu punts de mostreig (Taula 1.3 i Figura 1.2) analitzats en les dues campanyes. Són els mateixos on s'ha avaluat el cabal i on també s'ha fet l'anàlisi hidroquímica.

En la selecció dels punts s'ha intentat agafar mostres tant dels punts naturals com dels afectats per accions antròpiques de diferent tipus per poder comparar els efectes que causen les alteracions envers el sistema natural.

En el cas de la primera campanya, només se n'ha mostrejat nou, degut a que per un dels punts (RSC07) no hi circulava aigua.

CODI	DESCRIPCIÓ
RSC01	Inici riera
RSC02	Resclosa
RSC03	Abans depuradora
RSC04	Després depuradora
RSC05	Després Termes Orion
RSC06	Aprop piezometres ACA
RSC07	Abans unió riu Esplet
RSC08	Riu esplet
RSC09	Després unió riu Esplet amb Riera
RSC10	Tram final

Taula 1.3. Estacions de mostreig. (Per veure detalls dels punts, veure annex 12).

A cada estació, a més de la captura dels macroinvertebrats aquàtics, s'han anotat altres dades d'interès per poder completar l'estudi ecològic de la riera, per tal de poder establir tots els índex proposats (QBR i IHF). Com les característiques hidrològiques del curs d'aigua, l'estat de conservació i desenvolupament de la vegetació aquàtica i de ribera, entre d'altres (Annex 3).

El mètode de captura dels macroinvertebrats ha estat mitjançant la utilització d'una mànega de malla fina (250 µm) de Nital, cosida a un cercol d'acer inoxidable que disposa d'un mànec (Figura 1.3) per tal de facilitar el seu desplaçament per la massa d'aigua, i així aconseguir capturar el màxim nombre de macroinvertebrats aquàtics presents en el punt mostrejat.



Figura 1.2. Estacions de mostreig. Modificat de l'ICC, 2010.

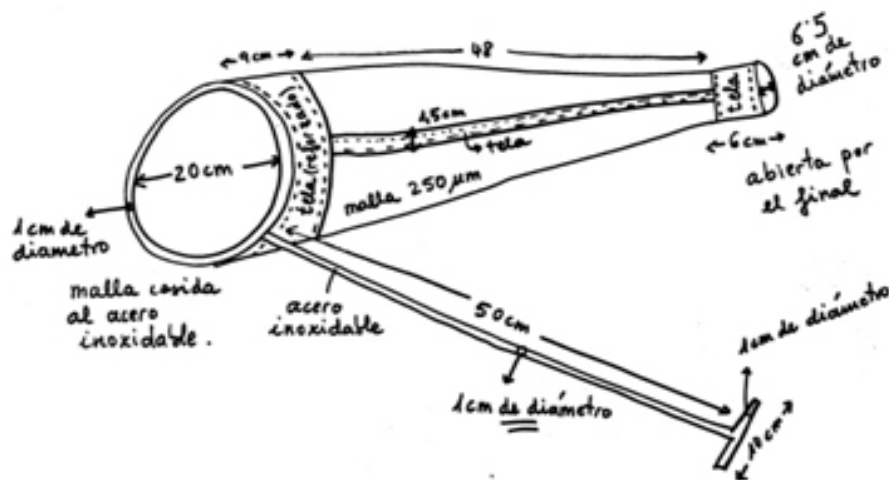


Figura 1.3. Xarxa de mostreig de macroinvertebrats. Font: Tura Puntí.

Un cop capturats els diversos exemplars, s'han col·locat en recipients, de plàstic hermètics per evitar pèrdues de les mostres, i s'han fixat amb alcohol, per tal de conservar intactes els organismes capturats. Un cop al laboratori, i amb l'ajuda d'una lupa binocular i les guies d'identificació corresponents (Puig *et al*, 1999 i Tachet *et al*, 2000) s'ha determinat l'ordre i família de cada individu.

Els mètodes de mostreig en cada cas han seguit les instruccions marcades pels protocols proposats per l'ACA (Annex 4).

Cal esmentar, que els resultats obtinguts estan exposats a petits errors, degut al esforç de mostreig, encara que s'ha intentat que aquest fos sempre el mateix.

IHF (Índex d'Hàbitat Fluvial)

Aquest índex està basat en les característiques del RHS (River Habitat Survey), desenvolupat pel Regne Unit, i permet valorar la capacitat de l'hàbitat físic, entès aquest com el substrat per allotjar una fauna determinada (Figura 1.4). A una major heterogeneïtat i diversitat d'estructures físiques de l'hàbitat més diversitat en quant a comunitats biològiques presentarà (Smith & Smith, 2000).

Aquest índex valora aspectes físics del cabal relacionats amb la heterogeneïtat dels hàbitats i que depenen en gran mesura de la hidrologia i del substrat existent. Entre aquests trobem la freqüència de ràpids, l'existència de diferents règims de velocitat i profunditat, el grau d'inclusió i sedimentació, materials al·lòctons (fulles, fustes...) (Annex 7) (Pardo *et al*, 2002).

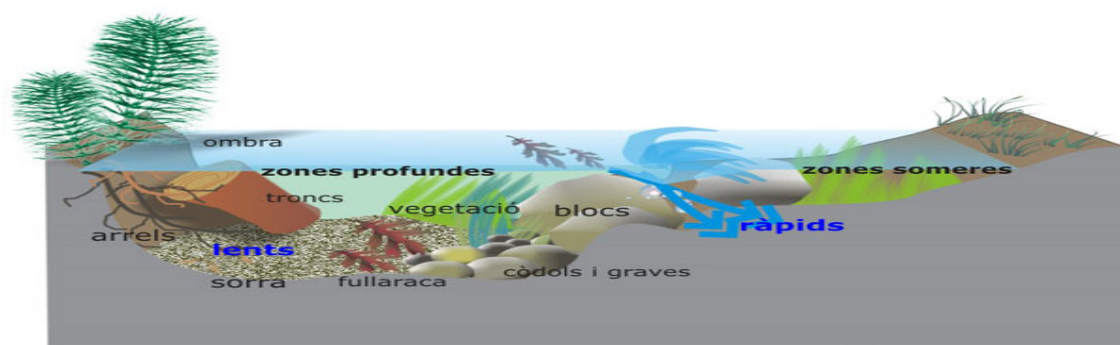


Figura 1.4 Representació esquemàtica d'alguns dels aspectes que es tenen en compte per calcular l'Índex IHF. Font: http://ecobill.diba.cat/index.php?page=met4_ihf

A continuació es mostren els nivells de qualitat de l'aigua per l'índex IHF.

Nivell de qualitat	Valor índex
Hàbitat adequat	>60
Hàbitat amb algunes limitacions	40-60
Hàbitat que pot limitar la presència de certes espècies	<40

Taula 1.4. Valors del índex IHF. Font: Prat, 2008.

QBR (Índex de Qualitat del Bosc de Ribera)

És un mètode de fàcil aplicació per conèixer l'estat del bosc de ribera. Aquest índex recull en quatre blocs les característiques de les riberes; coberta vegetal, estructura de la vegetació, naturalitat i complexitat del bosc de ribera i el grau d'alteració del canal fluvial.

És una bona eina per obtenir una valoració ràpida de la qualitat de la vegetació ripària, té una àmplia aplicabilitat i és possible la comparació amb d'altres conques. Tot i això no inclou aspectes de l'actual context ambiental, el qual proposa una visió en què s'incorpora l'element antròpic com una part del patrimoni socioecològic, com és el cas de les introduccions d'espècies (Sánchez i Pié, 2008). A continuació es mostren els nivells de qualitat de l'aigua per l'índex QBR.

Nivell de qualitat	Valor índex	Descripció
Molt bo	> 95	Bosc de ribera sense alteracions, estat natural
Bo	75-90	Bosc lleugerament pertorbat
Mediocre	55-70	Inici d'alteració important
Deficient	30-50	Alteració forta
Dolent	≤ 25	Degradació extrema

Taula 1.5. Valors del índex QBR. Font: Munné, *et al*, 1998.

BMWPC (Biological Monitoring Working Party)

Aquest índex és una variació de l'índex IBMWP, però aplicat a les conques internes de Catalunya. Es basa en la identificació de macroinvertebrats dels cursos fluvials només a nivell de família. El fet que només s'arribi a identificar els organismes a nivell de família, facilita molt l'elaboració d'aquest índex.

Es dona una puntuació a cada tàxon de macroinvertebrats, en funció del grau de tolerància a les pertorbacions de totes les espècies del grup; la puntuació varia entre 1 i 10. Els valors més alts corresponen a les famílies menys tolerants a les pertorbacions, indicatives de qualitats més adequades i els més baixos a famílies més tolerants i per tant, indicatives de qualitats més baixes. La puntuació final s'obté de la suma de les puntuacions de les diferents famílies trobades (Jubany, 2008). A continuació es mostren els nivells de qualitat de l'aigua per l'índex BMWPC.

Nivell de qualitat	Valor índex
Molt bo	> 85
Bo	51-85
Mediocre	31-50
Deficient	10-30.
Dolent	<10

Taula 1.6. Valors del índex BMWPC. Font: Benito i Puig, 1999.

ECOSTRIMED (ECOLOGical STATUS RIVER MEDITERRANEAN)

És una síntesi de dos dels índex explicats anteriorment; BMWPC i QBR. Pretén valorar de forma global la qualitat de tot l'ecosistema fluvial incloent les característiques del bosc de ribera i la biodiversitat de famílies de macroinvertebrats. A continuació es mostren els nivells de qualitat de l'aigua per l'índex ECOSTRIMED.

BMWPC	QBR		
	>75	45-75	<45
>100	MOLT BO	BO	MEDIOCRE
61-100	BO	MEDIOCRE	DOLENT
36-60	MEDIOCRE	DOLENT	PÈSSIM
<36	DOLENT	PÈSSIM	PÈSSIM

Taula 1.7. Valors del índex ECOSTRIMED. Modificat de Munné *et al*, 2000.

1.1.3 Anàlisi de les mostres

Per conèixer les concentracions dels diferents ions majoritaris, com són els anions (Cl, SO₄ i NO₃) i cations (Fe, Mn, Ca, Mg, Na i K), les mostres s'han analitzat a través del Servei d'Anàlisi Química de la Universitat Autònoma de Barcelona (SAQ).

També s'ha analitzat dos elements minoritaris com són el brom i el fluor. El brom s'ha analitzat a través del Grup de Tècniques de Separació en Química de la Universitat Autònoma de Barcelona (GTS) i el fluor al Servei de Triti i C¹⁴ de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Finalment, la determinació de la concentració de bicarbonat s'ha realitzat al laboratori de la Unitat de Hidrogeologia de la Universitat Autònoma de Barcelona. El mateix dia del mostreig.

- Anions: s'han analitzat els clorurs, els sulfats i els nitrats mitjançant electroforesis capil·lar amb detecció UV-inversa.

El llindar mínim de detecció per als nitrats és de 0.5 mg/l.

- Cations: s'han analitzat el ferro, manganès, magnesi, calci, sodi i potassi, i a la segona campanya el silici. A través d'un espectròmetre d'emissió òptica de plasma acoblat inductivament (ICP-OES) Perkin-Elmer, model Optima 4300.

Pel que fa al ferro i el manganès, el nivell mínim de detecció és de 0.02 mg/l, i pel magnesi i potassi de 1 mg/l.

- Fluor: s'ha examinat mitjançant un elèctrode selectiu de fluorurs, tractant-se d'un mètode potenciomètric.

- Brom: la determinació s'ha realitzat utilitzant un espectròmetre de massa per plasma acoblat inductivament de Thermo Elemental, model PQEXcell, Windsford, amb un nivell mínim de detecció de 20 µg/l.

- Bicarbonat: s'ha utilitzat el mètode del titrat, vàlid per aigües amb pH entre 6 i 8. Es tracta d'una valoració amb àcid sulfúric (0.02 N) fins a baixar el pH de cada mostra a un valor proper a 2.

Els paràmetres fisicoquímics, com són la temperatura, pH, conductivitat i oxigen dissolt (només mesurat durant la segona campanya), s'han mesurat amb aparells de camp in situ.

1.1.4 Tractament de dades

Per treballar amb tota la informació obtinguda dels mostreigs i les analítiques, s'han utilitzat quatre programes informàtics. El Microsoft Office Excel 2007, per conèixer la concentració real de bicarbonat, l'AquaChem v 5.1, per poder elaborar els diferents gràfics hidroquímics. I finalment, l'ArcGis v9 i el Macromedia FreeHand MXa, per l'elaboració dels mapes que engloben tota la informació obtinguda.

Cal dir, que les mostres estan exposades a errors alhora de la presa de les mostres.

1.2 ZONA D'ESTUDI

La depressió de la Selva es situa al NE de Catalunya, al SE de les comarques gironines. Es troba dividida en dues conques hidrològiques, la del riu Onyar, afluent del Ter i la riera de Santa Coloma, afluent de la Tordera. Envoltada per nombrosos massissos: a l'oest el massís de les Guilleries; al nord, la serralada Transversal; a l'est les Gavarres i al sud, la serralada de la Selva Marítima i el lindar de Maçanet (Mayo, et al, 2008).

La riera de Santa Coloma, zona on es centra l'estudi, neix al massís de les Guilleries i discorre en sentit NO-SE seguint la falla de Santa Coloma. Poc després de passar per Riudarenes, gira bruscament, degut a l'estructura geològica i segueix en sentit NE-SO fins a la seva desembocadura a la Tordera. Rep l'aportació d'aigües de la riera de l'Esparra, de la de Massanes i de la riera del Vilarràs, així com de la sèquia de Sils. Ocupa una superfície de 321.3 km² (incloent la riera de Sils) (ACA, 2004). El llit de la riera és de natura sorrenca, inestable i molt variable morfològicament a causa de les constants avingudes periòdiques a la que es veu sotmesa (Mas-Pla et al., 1985) (Figura 1.5).

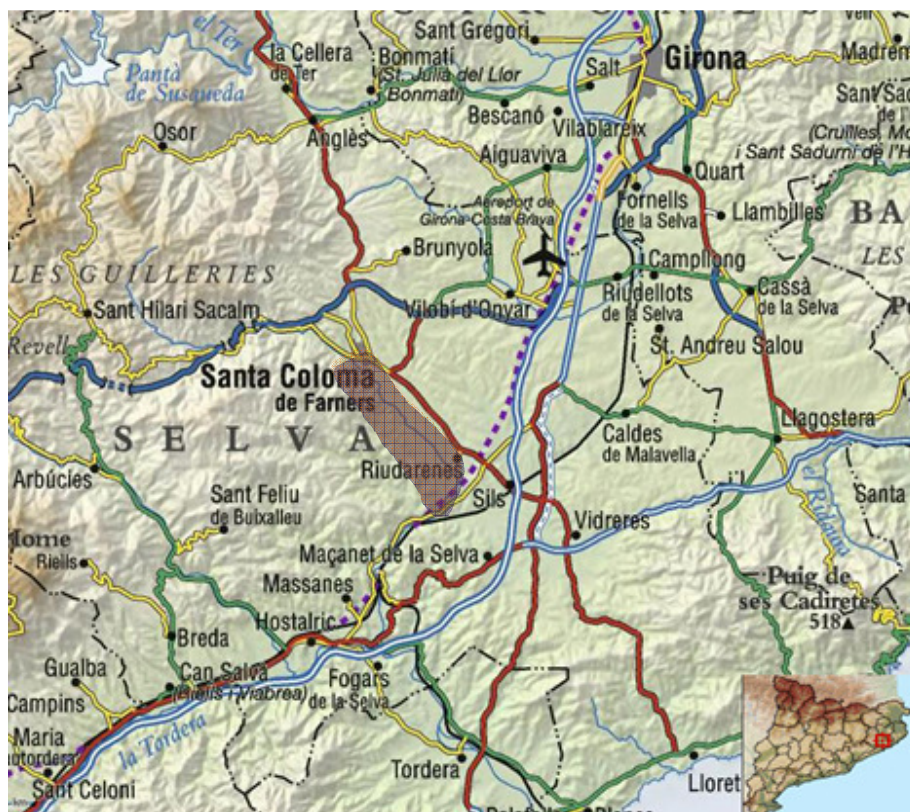


Figura 1.5. Situació geogràfica de la zona d'estudi (ICC, 2010). L'àrea d'estudi correspon a la zona enfocada.

A la riera aflora un ampli dipòsit al·luvial quaternari (Figura 1.6), formant un aqüífer majoritàriament lliure, però que la presència de capes d'argiles d'extensió significativa fan que l'aqüífer sigui semifinancat (ACA, 2004). Aquest va des de Santa Coloma de Farners fins a Riudarenes, amb un gruix mig de 15 a 20 m (GeoServei, 2000). Esta constituït majoritàriament

per sorres i presenta un nivell lutític intermedi poc abans d'arribar a Riudarenes. A la part final d'aquesta plana al·luvial s'hi ubiquen les zones humides dels estanys de Sils (Mayo, *et al*, 2008).

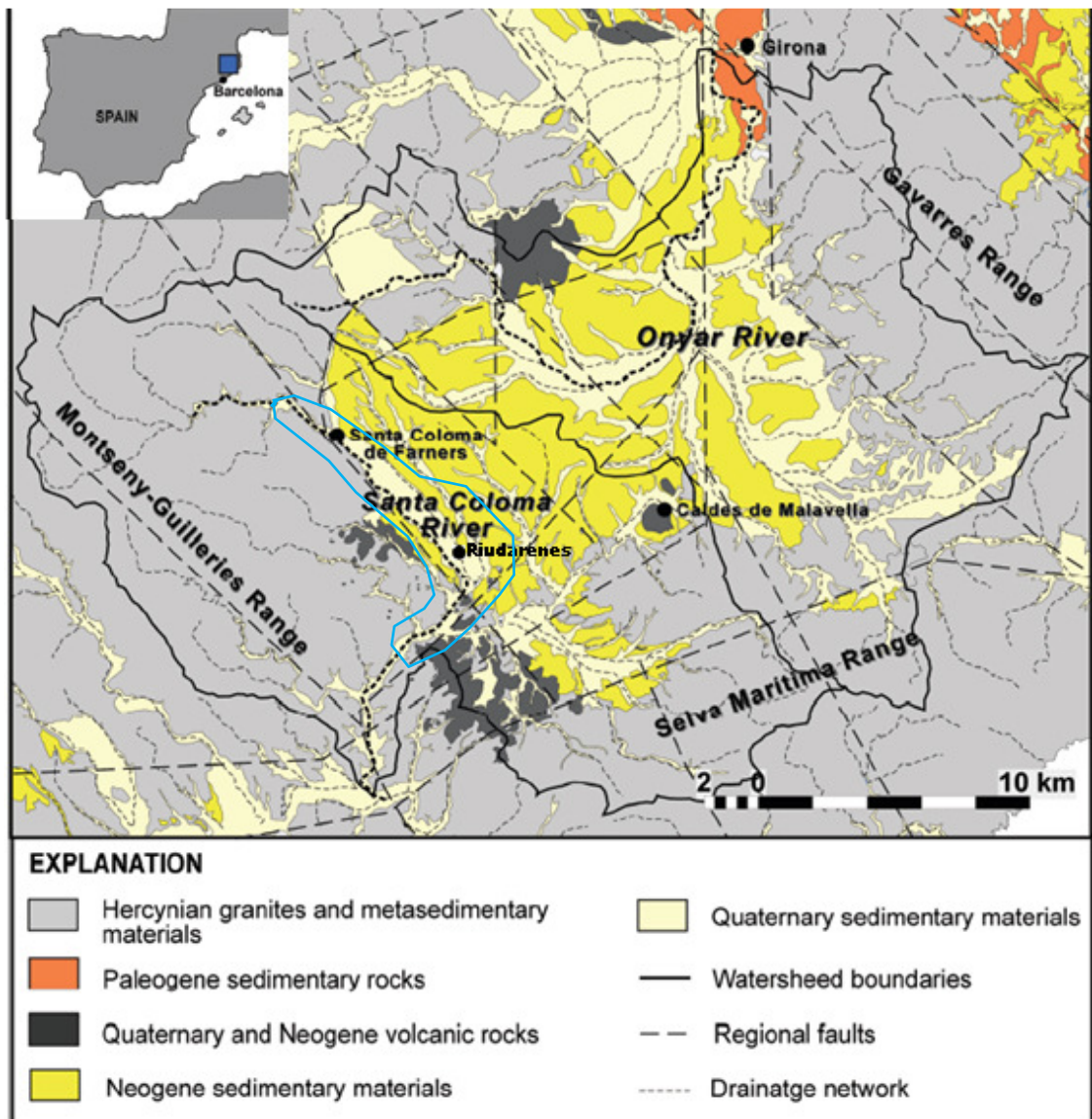


Figura 1.6. Situació geològica de la zona d'estudi(marcat en blau). Font: Folch, 2010.

També hi ha la presència de materials del neogen, constituïts per llims argilosos, sorres arcòsiques, graves i capes de conglomerats que no presenten un alt contingut en argiles. Aquests nivells solen presentar-se en forma de lleties de dimensions modestes i rodejats per terrenys més argilosos i menys permeables (MOPU, 1985).

Des del punt de vista hidrogeològic, la recàrrega de l'aqüífer al·luvial, que és el que està relacionat hidràulicament a la riera, es recarrega per la infiltració directa de l'aigua de pluja, s'ha estimat que aquesta infiltració està al voltant del 10-15% de les precipitacions anuals (Vilanova, 2004). També pels retorns produïts per l'aigua de rec, estimats en un 0.14 hm³/any (ACA, 2002) i per la relació riu-aqüífer influent. A més, els massissos circumdants també poden influir en la recàrrega d'aquesta formació.

La descàrrega es produeix per les extraccions i per la relació riu-aqüífer efluent (Folch i Mas-Pla, 2008). S'ha calculat el volum d'aigua que surt del sistema, sent aquest de 39 hm³/any.

Les característiques hidràuliques de l'aqüífer al·luvial de la riera de Santa Coloma, van ser descrites pel MOPU, 1985 i revisades per l'ACA al 2004. Es considera que la seva transmissivitat es troba al voltant de 50- 750 m²/dia, la permeabilitat entre 60-260 m/dia, i la porositat útil es troba entre el 5-20%. Pel que fa als sediments neògens, la seva transmissivitat i permeabilitat són més baixes, entre 0.2 i 5 m²/dia i la porositat d'un 3%.

Segons el Decret 328/1988, l'aqüífer de Santa Coloma es troba catalogat com a aqüífer protegit, amb una superfície de 26146.3 ha (Figura 1.7). Objecte sobre el qual s'estableixen mesures per assegurar la correcta conservació de les aigües subterrànies. Per assolir aquest bon estat de conservació, s'han establert un seguit de normes per regular la realització de determinades activitats; és el cas de la concessió o renovació de captacions d'aigües o l'elaboració de plans d'ordenació d'extraccions (Gómez, 2008).

Aquesta àrea, presenta un clima mediterrani amb un règim temperat. Les precipitacions mitjanes d'aquesta zona es troben entre els 700 i els 900 mm/any, i els períodes de pluges els trobem, sobretot, durant la primavera i la tardor. Les precipitacions mínimes solen registrar-se a l'hivern i a l'estiu tot i que en aquesta última estació es poden produir pluges torrencials.

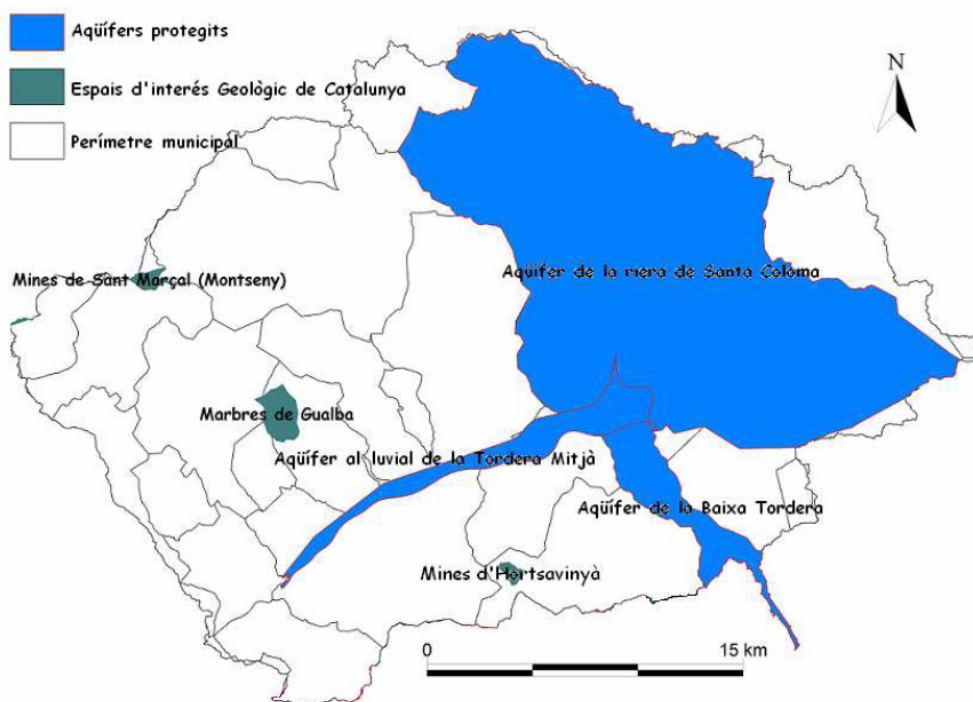


Figura 1.7. Aquífers protegits a la conca de la Tordera. Font: Gómez, 2009.

Aquest comportament en quant al règim hídric, fa que la riera es vegi afectada per l'estacionalitat. Així doncs, s'observen cabals màxims durant a la tardor i la primavera, degut a les grans avingudes, i cabals mínims durant els mesos d'estiu i hivern.

La riera de Santa Coloma és considerada un espai de zona humida i per aquest motiu s'ha inclòs al PEIN de la conca de la Tordera, encara que només ho és el tram que circula entre Riudarenes i els estanys de Sils. Com a característiques destacables s'observa la presència notable de boscos de ribera amb un bon estat de conservació. Són destacables les salzedes (*Saponario-Salicetum purpurae*) i el canyissar comú (*Typho-Schoenoplectum glauci*). A les vores de la llera hi és present la gatelleda (*Carici-Salicetum catalaunicae*), i ja més allunyades de la primera línia d'aigua hi trobem l'omeda amb mill (*Lithospermo-Ulmetum minoris*) i la verneda amb consolda (*Lamio-Alnetum glutinosae*), comunitat pròpia de la muntanya mitjana plujosa però que a la Selva és el bosc de ribera més freqüent. L'espai també representa una bona zona de refugi per les aus migratòries. A més, el règim de protecció bàsic del PEIN es completa amb la protecció explícita d'alguns taxons com el marcòlic (*Lilium martagon*), el lliri de neu (*Galanthus nivalis*), *Anemone nemorosa* i *Anemone ranunculoides* (Gómez, 2008).

La majoria d'aquestes comunitats vegetals es troben degradades a causa de l'acció humana, i en molts indrets han estat substituïdes per plantacions d'espècies foranies com el plàtan (*Platanus hybrida*), la robínia (*Robinia pseudacacia*) o els pollancre (*Populus sp.*). La fauna més característica d'aquest indret està relacionada amb el medi aquàtic, destacant amfibis i rèptils.

2. Estudi hidrogeològic

2.1 ANÀLISI PIEZOMÈTRICA I MESURA DEL CABAL

La distribució del nivell hidràulic ens permet conèixer el funcionament del flux subterrani i la seva relació amb les aigües superficials. Així, la posició del nivell freàtic dels pous propers a la riera ens permet determinar la relació riu-aqüífer, partint que el llit del riu està format per materials permeables que permeten una conductivitat hidràulica. Aquesta relació pot variar al llarg de l'any i del curs fluvial degut a causes naturals (estiatge) o antròpiques (captacions o derivacions del cabal cap a regs o sèquies) que poden modificar l'estat ecològic del riu.

Durant l'època humida, on el cabal sol augmentar, es donen relacions riu-aqüífer influents; l'aigua del riu s'infiltra alimentant l'aqüífer. Per altre banda, durant els períodes secs, el cabal tendeix a disminuir, afectant als nivells freàtics de la mateixa manera. Fent que la relació riu-aqüífer sigui efluent, en aquest cas és l'aqüífer qui proporciona aigua al riu (Mas-Pla i Menció, 2008).

Es considera que quan la riera presenta un nivell hidràulic superior al nivell piezomètric de l'aqüífer, la relació riu-aqüífer és influent. Donada la situació oposada, que el nivell hidràulic de l'aqüífer sigui superior al de la riera, la relació riu-aqüífer és efluent. Així doncs, la dinàmica influent és pròpia del hivern (octubre- abril) mentre que si es dona a l'estiu (maig- setembre) es considera que hi ha una forta pressió antròpica degut a les extraccions d'aigua subterrània, indicant una qualitat deficient en el sistema.

Pel que fa a la dinàmica efluent, ens indica un bon nivell hidràulic als aqüífers (nivells freàtics alts) i un estat acceptable del sistema. Durant l'hivern una dinàmica influent no té perquè indicar un estat dolent, degut a que les precipitacions acostumen a ser baixes, tot i que també s'han de tenir present les possibles captacions (Mas-Pla i Menció, 2008).

La mesura del cabal és important, ja que el cabal del riu pot condicionar les característiques fisicoquímiques de l'aigua i el tipus d'organismes presents. A més, ens pot donar una idea de la capacitat de dilució de les aportacions de contaminants (Munné, *et al* 2000). També s'ha de tenir present, que el fet de que es produeixin cabals baixos pot suposar un augment de les temperatures superficials (Toro, 2002).

Així doncs, aquesta mesura, s'ha de fer per tots els punts de mostreig, ja que el cabal es veu alterat per diferents causes, ja comentades (captacions, desviacions...).

2.1.1 RESULTATS I DISCUSSIÓ

▪ PRIMERA CAMPANYA

Les dades obtingudes dels nivells freàtics s'han representat en el mapa de la zona d'estudi juntament amb els pous d'abastament i les dades del cabal obtingudes (Annex 1). A la Taula 2.1 es poden observar les cotes dels nivells freàtics mesurats. La mitjana de la cota del nivell freàtic es troba als 90.18 m, amb una desviació estàndard de 27.13 m.

CODI	Cota nivell freàtic (m)	CODI	Cota nivell freàtic (m)
SC0200	91,89	RD0200	79,25
SC0201	103,38	RD0201	77,3
SC0202	89,07	RD0202	83,23
SC0203	90,92	RD0203	sec
SC0204	94,61	RD0204	sec
SC0205	116,75	RD0205	102,42
SC0206	118,21	RD0206	81,59
SC0207	152,17	RD0207	82,98
SC0208	120,67	RD0208	81,1
SC0209	109,94	RD0209	81,22
SC0210	110,04	RD0210	82,24
SC0211	107,45	RD0211	82,26
SC0212	104,14	RD0212	76,48
SC0213	106,1	RD0213	80,73
SC0214	102,3	RD0214	79,07
SC0215	100,57	RD0215	76,88
SC0217	105,18	RD0216	67,95
SC0073	111,82	RD0217	79,61
SC0074	115,09	RD0047	82,3

Taula 2.1. Cotes dels nivells piezomètrics mesurats. Campanya setembre 2009.

Així, a partir de la piezometria, la relació entre el riu i l'aqüífer superficial es pot dividir en tres trams.

El primer tram, correspon al tram alt de la riera, a la zona propera al pou SC0207 on s'observa una relació riu-aqüífer efluent, aquest fet està marcant el granit, ja que el gruix del al·luvial disminueix en aquest tram. Els segon tram, s'ha considerat des d'aquest punt fins al parc de Sant Salvador (veure Annex 1, zona al voltant de SFSS). En aquesta zona, no es tenen dades suficients per determinar el comportament riu-aqüífer degut a la manca de pous. I el tercer tram, que inclou des del parc de Sant Salvador fins al final de la zona d'estudi, on la dinàmica esdevé influent.

Cal considerar que el rec del Molí presenta una cota superior a la de l'aquífer, pel que no s'ha considerat per estudiar la relació riu-aquífer. Aquest funciona principalment com a dren quan el nivell freàtic de l'aquífer superficial sobrepassa la cota del rec.

L'anàlisi del cabal a diferents punts permet saber quina és l'evolució de la riera valorant quina és la influència que poden tenir els efluent, depuradores, captacions (encara que aquestes no sempre influeixen) etc. (Figura 2.1 i Annex 1).

En el primer punt de mesura del cabal, RSC01, aquest és de 0.96 m³/s. Seguidament hi ha una petita resclosa, sota aquesta l'aigua es queda estancada formant una petita bassa, el cabal mesurat en aquest punt (RSC02) és de 2.75 m³/s. Seguidament torna a disminuir als 0.92 m³/s al punt RSC03. Després hi ha una disminució significativa al punt RSC04 (0.19 m³/s). El descens del cabal pot ser degut parcialment al volum d'aigua extret pels dos pous d'abastament de la població de Santa Coloma de Farners. Aquesta reducció es produeix tot i que hi ha l'aportació d'aigua per part de la depuradora de Santa Coloma.

En el punt RSC05, hi ha un augment de cabal de la riera (1.46 m³/s) tot i que piezomètricament l'aquífer superficial indica una relació influent. Això ens indica possibles aportacions d'aigües més profundes en aquest tram de la riera, ja que en aquesta zona no hi ha efluent; ni aportacions de depuradores. L'augment produït és manté fins a arribar a RSC07, on la riera es queda seca. Aquesta disminució sobtada del cabal pot ser deguda a canvis en la dinàmica provocada per l'acció dels pous d'abastament per la població de Riudarenes. Però també pot ser degut a que en el moment del mostreig, a la zona s'estaven fent obres amb motiu de la construcció de la via pels trens d'alta velocitat (TAV), i poden haver afectat a la dinàmica del riu. Després d'aquest punt es dona una recuperació progressiva del cabal (RSC09= 0.95 m³/s i RSC10= 1.78 m³/s), per aportacions d'aigua de l'aquífer i/o, a través de les fractures en el material granític i/o per aportacions del riu Esplet. Ja que aquest augment es produeix tot i que la relació riu-aquífer continua sent influent.

També cal esmentar que el cabal mesurat al RSC04 i RSC08, és el cabal màxim que podria circular en el moment de la mesura, degut a que el velocímetre no marcava la velocitat, perquè el flux d'aigua era molt reduït.

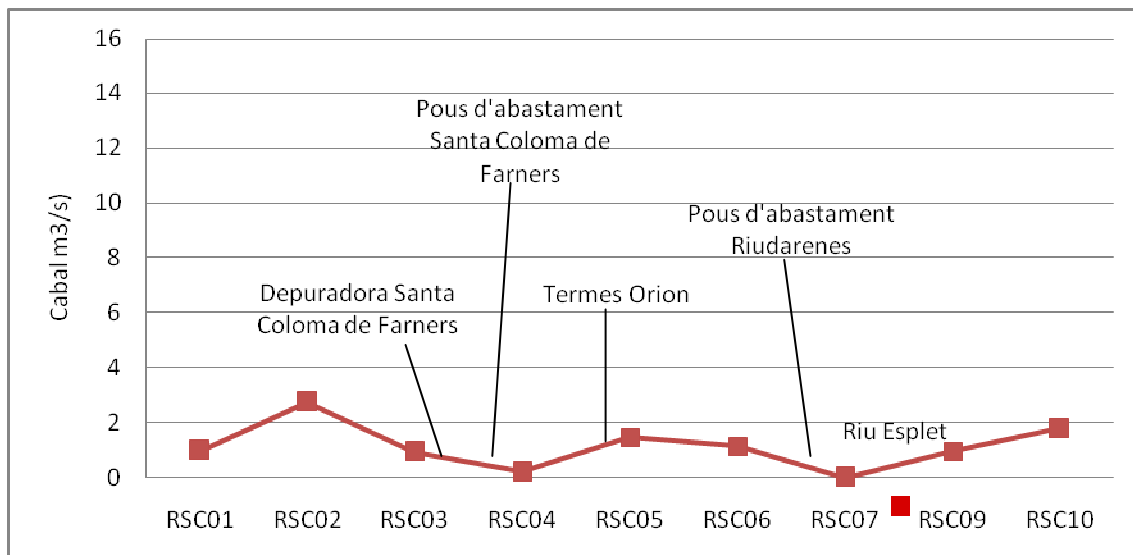


Figura 2.1. Evolució del cabal i principals elements que el poden modificar. Campanya setembre 2009. El punt RSC04 i RSC08 (no inclòs a la riera), representen el cabal màxim que podria haver estat circulant en el moment de mesura, ja que la velocitat era inferior a 0.5 m/s.

▪ SEGONA CAMPANYA

De la mateixa manera que es va procedir per analitzar les dades durant la primera campanya, s'ha fet durant aquesta segona.

A la Taula 2.2 es poden observar els nivells freàtics de cada pou.

Tot i que els nivells hidràulics dels pous han augmentat durant aquesta campanya, la relació riu-aqüífer s'ha mantingut similar s'observa el primer tram, corresponent a la zona del pou SC0207 amb caràcter efluent. Un segon, on la manca de nivells piezomètrics dificulta la seva caracterització, com ja passava a l'anterior campanya. Forma part d'aquest tram la zona que va entre el pou SC0207 i el pou SC0206. I un tercer tram des de el pou SC0206 fins al final de la zona d'estudi on el comportament riu-aqüífer és influent.

Cal comentar que els pous propers al rec del Molí tenen un comportament diferent. Al inici del rec, coincidint amb el pou SC0074 la relació riu-aqüífer és influent i es manté fins arribar al pou SC0214, on esdevé efluent. Aquest comportament es manté fins arribar al pou RD0208 on el rec connecta amb el riu Esplet. Per tant, aquest rec que no acostuma a portar aigua de forma natural, es comporta com un dren de l'aqüífer superficial en el moment que el nivell freàtic de l'aqüífer sobrepassa la cota del rec.

CODI	Cota nivell freàtic (m)	CODI	Cota nivell freàtic (m)
SC0200	92,99	RD0200	81,08
SC0201	103,83	RD0201	79,58
SC0202	90,58	RD0202	84,42
SC0203	91,71	RD0203	sec
SC0204	97,88	RD0204	93,15
SC0205	116,83	RD0205	102,35
SC0206	118,2	RD0206	82,87
SC0207	153,03	RD0207	84,86
SC0208	120,96	RD0208	83,57
SC0209	110,51	RD0209	83,49
SC0210	110,67	RD0210	83,85
SC0211	107,77	RD0211	83,88
SC0212	104,85	RD0212	77,47
SC0213	106,57	RD0213	82,95
SC0214	103,28	RD0214	80,62
SC0215	100,99	RD0215	78,23
SC0216	81,05	RD0216	67,73
SC0217	105,57	RD0217	81,05
SC0073	111,66	RD0047	82,56
SC0074	116,29		

Taula 2.2. Nivells piezomètrics mesurats. Campanya abril 2010.

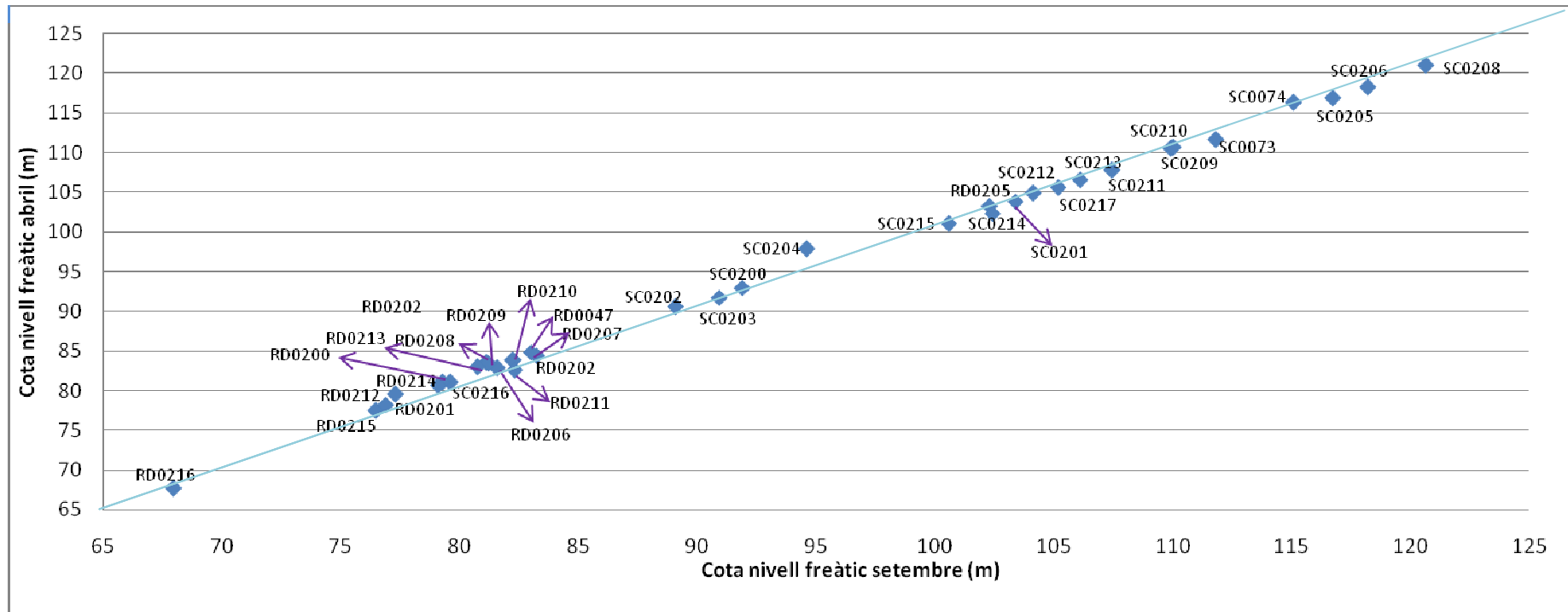


Figura 2.2. Comparació de les cotes dels nivells freàtics entre les dos campanyes. El pou SC0207 no s'ha representat, però estaria situat al punt x=152.15 (setembre) i y= 153.03.

Comparant ara, les cotes dels nivells freàtics d'ambdues campanyes (Figura 2.2), en general s'observa que els pous situats al tram inicial les cotes no han variat gaire entre campanyes, així com els que es troben a la part mig-baixa han augmentat relativament en comparació a l'estiu. Detalladament es pot veure un augment relatiu en les cotes de la campanya d'abril, essent aquest de 0.08 m, pel pou que menys a variat de cota (SC0205), a 3.27 m, el pou que ha variat més positivament (SC0204). Per contra s'observen alguns pous on les cotes han disminuït, aquests són SC0206 (0.16 m), SC0073 (0.01m), RD0205 (0.07 m) i RD0216 (0.22 m). La mitjana de la cota del nivell freàtic és de 93.63 m, amb una desviació estàndard de 22.57 m.

A la figura 2.2, no apareixen els pous RD0203 i RD0204, situats en materials neògens degut a que el pou RD0204 al setembre estava sec. A l'abril, presentava la cota de nivell freàtic als 93.15 m. El pou RD0203, no a presentat aigua a la campanya de setembre ni a la d'abril, tot i els episodis plujosos d'aquest any, aquest pou no s'ha recuperat.

De la mateixa manera, s'ha dut a terme l'anàlisi del cabal a diferents punts per saber l'evolució d'aquest a llarg de la riera (Figura 2.3).

En termes generals els cabals de la campanya d'abril són més grans que els del setembre. Els cabals són un 80-90% inferiors en la primera campanya.

El primer punt de mesura del cabal, RSC01, aquest és de 6.51 m³/s. Seguidament trobem la resclosa, el cabal mesurat en aquest punt, RSC02, és de 13.03 m³/s. A partir d'aquí, el cabal va en augment, fins ha arribat als 15.06 m³/s, al punt RSC07. Encara que en el punt RSC05 disminueix. Aquest cabal màxim esdevé com a resultat de les petites aportacions d'aigua profunda que arriben a la riera a través de petites fractures fins ha arribat a aquest punt i a més, en aquest punt s'uneix la riera amb el riu Esplet (Annex 2). Després el cabal disminueix relativament fins als 11.35 m³/s (RSC10), exclouent el RSC08, per la seva ubicació fora de la riera. El descens que es produeix al cabal ens indica que hi ha infiltració d'aigua per part de la riera cap a l'aquífer, així doncs, es corrobora la relació influent d'aquest tram segons l'evolució del cabal. Esmentar també, que l'augment produït al punt RSC08, és degut a un canvi en la secció, ja que la velocitat del cabal era inferior a 0.5 m/s.

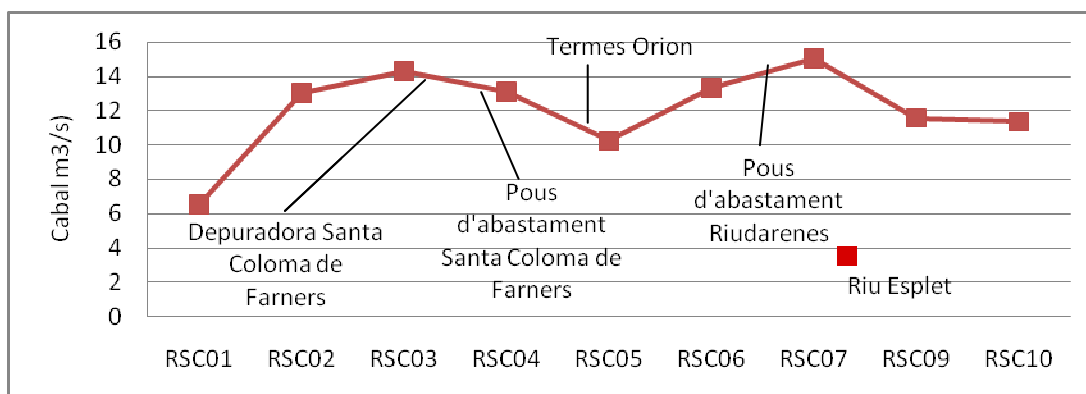


Figura 2.3. Evolució del cabal i principals elements que el poden modificar. Campanya abril 2010. El punt RSC08, representa el cabal màxim que podria haver estat circulant en el moment de mesura, ja que la velocitat era inferior a 0.5 m/s.

ueden reflectides en l'annex 2.

2.2 ANÀLISI HIDROQUÍMICA

Gairebé totes les aigües subterrànies s'originen a partir de l'aigua de pluja o de l'aigua provinent del desglaç que s'infiltra pel sòl fins a arribar a l'aqüífer. Mentre l'aigua va circulant pel sòl, pateix un canvi en el seu quimisme degut als processos geoquímics que s'hi van produint. Cal esmentar que aquesta zona és biològicament activa, fet que afavoreix aquests processos i permet que a les àrees de recàrrega, el sòl pateix una important pèrdua de matèria mineral (Freeze i Cherry, 1979).

Els materials geològics que caracteritzen el terreny de l'àrea d'estudi configuren la capacitat d'emmagatzematge i les propietats de flux de l'aigua que hi circula pel subsòl, així com la composició química i isotòpica per les interaccions que s'estableixen entre l'aigua i la roca. Per això és necessari conèixer les propietats associades al medi. A més, cal tenir present que aquest paràmetres són variables al llarg del temps (Escuder *et al*, 2009).

A partir d'aquesta informació es pot constatar l'efecte de les diferents influències i pressions que tenen lloc a les aigües superficials i subterrànies, havent de considerar tant les variabilitats en el temps i l'espai. En el cas de les aigües superficials, la variabilitat espacial dels paràmetres o espècies químiques aporta informació de les aportacions de càrrega dissolta o de processos de dilució al llarg del curs del riu (Mas-Pla i Menció, 2008).

Els paràmetres més importants per obtenir una bona caracterització hidroquímica són els següents:

- Temperatura
- Conductivitat
- pH
- Sodi
- Calci
- Magnesi
- Bicarbonat
- Clorur
- Sulfat

De cara a dur a terme una caracterització més complerta de les aigües mostrejades, també s'ha analitzat el potassi, el fluor i el brom tal i com s'han fet en els estudis previs (Folch, 2010). A més, a la segona campanya s'ha afegit el silici.

2.2.1 RESULTATS I DISCUSSIÓ

Amb l'anàlisi de les mostres obtingudes en les dues campanyes, s'ha pogut determinar l'origen dels fluxos d'aigua, així com identificar possibles punts contaminats i l'aportació d'altres sistemes de flux.

PRIMERA CAMPANYA

S'ha de tenir present que durant la primera campanya hi ha estacions on no s'ha pogut analitzar l'hidroquímica degut a l'absència d'aigua, com és el cas de RSC07.

Els resultats de les analítiques es mostren a la taula 2.3

Com indicatiu del total de sòlids soluts tenim la conductivitat (Figura 2.4). S'observen valors relativament alts, indicant que les mostres s'han obtingut en un període sec (Mas-Pla i Menció, 2008). La variabilitat de la conductivitat, en línies generals, es manté constant, tant en els pous com en els punts de mostreig, tot i que presenta petites variacions en els pous situats al Neògen (RD0214 i RD0215). La mostra de la Font Picant (SCFP), degut a l'alta concentració de sals que presenta, i el punt de mostreig RSC08, degut a les aportacions de l'EDAR de Riudarenes, també mostren conductivitats més elevades a la resta.

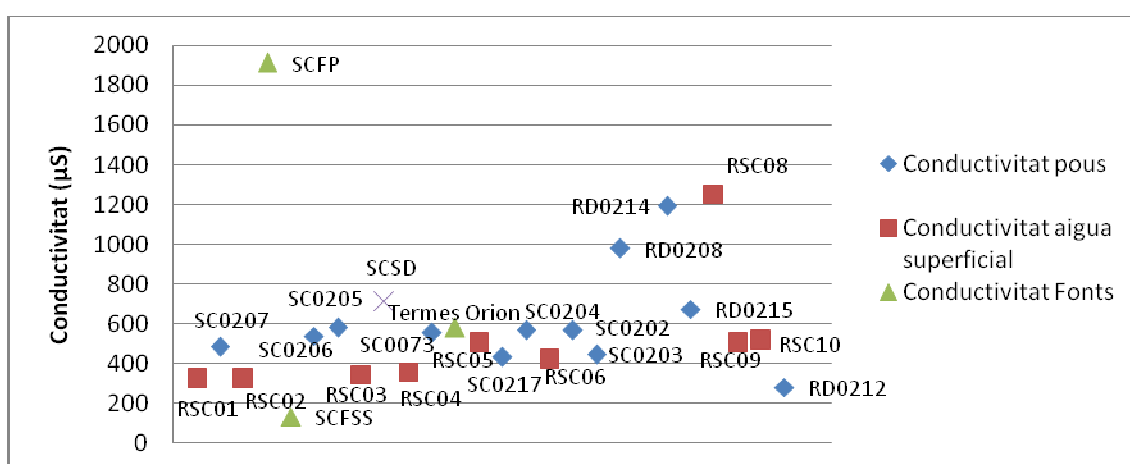


Figura 2.4. Evolució espacial de la conductivitat de les diferents mostres d'aigües superficials i subterrànies en la direcció de flux de la riera de Santa Coloma. Campanya setembre 2009.

CODI	T ^a (°C)	pH	CE (µS)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Br (mg/L)	F (mg/L)	Cl/Br (mg/L)
SC0207	17,80	7,50	567,00	0,03	0,00	27,80	68,10	12,10	2,60	47,00	16,90	0,00	244,00	0,047	0,30	1000,00
SC0206	17,70	7,67	532,00	0,09	0,00	27,49	60,14	10,35	2,32	28,40	54,00	33,90	175,68	0,06	0,34	473,33
SC0073	16,70	7,15	623,00	1,64	3,37	38,34	58,85	13,32	2,10	51,00	47,00	1,00	234,24	0,104	0,29	490,38
SC0204	16,70	6,67	621,00	17,28	0,93	40,00	51,84	11,51	1,11	51,00	77,00	0,00	206,42	0,049	0,20	1040,82
SC0205	18,10	7,32	522,00	0,03	0,00	27,51	60,02	10,31	1,83	27,40	44,00	28,80	190,21	0,064	0,34	428,13
SC0202	21,70	6,84	565,00	33,24	2,07	30,46	44,32	9,22	0,00	43,00	63,00	0,00	219,60	0,045	0,18	955,56
SC0203	22,30	7,14	473,00	0,57	0,68	37,11	40,97	7,92	1,41	40,00	29,40	1,60	141,52	0,177	0,54	225,99
RD0208	23,50	7,46	1095,00	0,10	0,14	113,66	117,03	19,83	9,00	69,00	134,00	83,00	261,08	0,158	0,23	436,71
RD0212	20,30	7,58	363,00	0,02	0,05	26,84	31,00	7,50	0,00	29,50	15,20	0,00	155,45	0,085	0,22	347,06
SC0217	21,20	7,15	422,00	1,00	0,41	27,80	40,40	9,08	0,00	31,20	27,70	0,00	141,52	0,127	0,34	245,67
RD0214	21,08	7,32	1229,00	0,00	0,00	76,82	138,66	14,55	21,00	63,00	76,00	148,00	366,00	0,153	0,10	411,76
RD0215	21,00	7,82	579,00	0,00	0,00	29,59	76,88	6,38	2,46	18,80	45,00	55,00	229,36	0,059	0,22	318,64
SCFP	17,90	7,05	1893,00	1,70	0,32	274,41	148,03	15,78	4,57	66,00	4,60	1,20	1166,32	0,513	2,70	128,65
SCFSS	18,00	6,66	130,40	0,00	0,00	15,96	7,62	1,07	0,00	7,70	3,10	0,60	57,58	0,024	1,20	320,83
SCSD	19,30	7,60	642,00	0,03	0,00	38,29	69,24	12,05	2,85	43,00	63,00	47,00	216,00	0,047	0,25	914,89
Termes Orion	32,10	7,15	611,00	0,00	0,00	119,02	8,88	0,00	3,04	50,00	11,10	0,00	239,12	0,326	7,90	153,37
RSC01	25,00	8,39	384,00	0,00	0,00	19,40	43,70	8,63	1,37	16,00	16,90	9,20	190,32	0,02	0,22	800,00
RSC02	16,50	7,83	392,00	0,00	0,00	20,31	45,70	9,23	1,11	15,70	18,30	10,10	190,32	0,02	0,33	785,00
RSC03	18,50	8,45	404,00	0,00	0,00	22,38	46,70	8,70	1,27	16,60	20,20	9,80	200,08	0,02	0,50	830,00
RSC04	25,00	8,15	458,00	0,00	0,00	25,43	51,94	9,44	1,76	21,20	31,40	16,80	195,20	0,023	0,20	921,74
RSC05	24,60	7,97	851,00	0,08	0,13	99,56	49,97	8,89	12,88	104,00	54,00	18,10	241,56	0,236	1,40	440,68
RSC06	25,00	7,65	736,00	0,03	0,52	80,92	55,06	9,37	5,68	81,00	47,00	6,30	217,16	0,264	0,67	306,82
RSC08	23,10	8,80	1658,00	0,04	0,11	287,96	43,75	10,38	15,60	208,00	50,00	37,40	580,72	0,191	0,50	1089,01
RSC09	19,50	7,53	740,00	0,15	0,33	73,92	64,89	11,35	2,76	95,00	34,70	0,00	248,88	0,138	0,53	688,41
RSC10	25,00	7,49	487,00	0,29	0,07	44,90	42,70	8,70	2,30	22,50	27,20	48,00	209,84	0,088	0,24	255,68

Taula 2.3 Anàlitziques de la campanya de setembre 2009. Les mostres presenten un error < 5%, calculat a partir dels ions majoritaris mitjançant el PHREEQC (AquaChem 5.1)

A la conca de la riera de Santa Coloma, trobem diferents fàcies hidroquímiques segons la seva litologia i la trajectòria del flux. En aquest zona, les fàcies hidroquímiques ens permeten fer una classificació de les aigües segons el seu origen geològic i la seva composició química (Folch, 2010) (Taula 2.4).

Inicialment es pot dir que tenim dos tipus d'aigües, la més freqüent és la de Ca-HCO₃, lligada a fluxos locals, recarregades a la superfície de la conca (Folch, 2010) i/o procedents de les zones més properes dels massissos adjacents (Menció, 2006; Folch, 2010)). Algunes mostres dins d'aquest grup presenten altes concentracions de sulfat, clorur i nitrats, possiblement degudes a aportacions antròpiques (Taula 2.3).

El segon tipus de fàcies que es donen a la zona d'estudi són del tipus Na-HCO₃, indicant fluxos regionals, amb temps de circulació més alts. L'aigua que alimenta aquest tipus de flux prové de les zones més elevades de les Guilleries (Menció, 2006 i Folch, 2010). Aquestes mostres presenten elevades concentracions de fluor, clorur i sodi i baixes de nitrat i sulfat (Taula 2.3). Les mostres que donen aquest tipus de fàcies provenen de materials granítics.

Les fàcies de les aigües superficials més properes a la zona del balneari Termes Orion (RSC05 i RSC06), són les més influenciades pels fluxos regionals. Essent SCFP l'indicativa de l'end-member d'aigua regional. Al punt i RSC08, tot i que no està situat a prop de les fractures del granit, presenta una fàcia Na-HCO₃. Això es degut a la captació dels pous, pel que es produeix una barreja entre aigua provinent de fluxos regionals i fluxos locals més contaminats.

Mostra	Fàcies hidroquímica
SC0073	Ca-HCO ₃
SC0202	Ca-HCO ₃
SC0203	Ca-HCO ₃
SC0204	Ca-HCO ₃
SC0205	Ca-HCO ₃
SC0206	Ca-HCO ₃
SC0207	Ca-HCO ₃
SC0217	Ca-HCO ₃
RD0208	Ca-HCO ₃
RD0212	Ca-HCO ₃
RD0214	Ca-HCO ₃
RD0215	Ca-HCO ₃
RSC01	Ca-HCO ₃
RSC02	Ca-HCO ₃
RSC03	Ca-HCO ₃
RSC04	Ca-HCO ₃
RSC05	Na-HCO ₃
RSC06	Na-HCO ₃
RSC08	Na-HCO ₃
RSC09	Ca-HCO ₃
RSC10	Ca-HCO ₃
SCFP	Na-HCO ₃
SCFSS	Na-HCO ₃
Termes Orion	Na-HCO ₃
SCSD	Na-HCO ₃

Taula 2.4. Fàcies hidroquímiques de les mostres analitzades. Campanya setembre 2009.

En els diferents gràfics utilitzats per estudiar les mostres analitzades, la llegenda utilitzada ha estat la mateixa, i s'ha presentat de forma ordenada espacialment des de la part alta cap a la part baixa de la riera. Les aigües superficials s'han representat amb un triangle i les mostres dels pous amb rodones, diferenciant el tipus de rodona depenent si els pous pertanyien a Santa Coloma de Farners o Riudarenes. Les fonts han estat simbolitzades amb creus, incloent la mostra de Termes Orion. I la mostra de la depuradora s'ha representat com un asterisc.

Al diagrama de Piper (Figura 2.5), s'observa que el component predominant en la majoria de les mostres pel que fa als cations és el calci i que a mesura que s'avança en l'espai estudiat aquests cations tendeixen a una barreja entre el sodi i potassi. En quant als anions el component majoritari en les mostres és el bicarbonat.

També s'observa que les fàcies Ca-HCO₃ contenen majors concentracions de clor i sulfat i les de Na-HCO₃ presenten concentracions elevades amb el sodi (Annex 5, diagrames de Stiff).

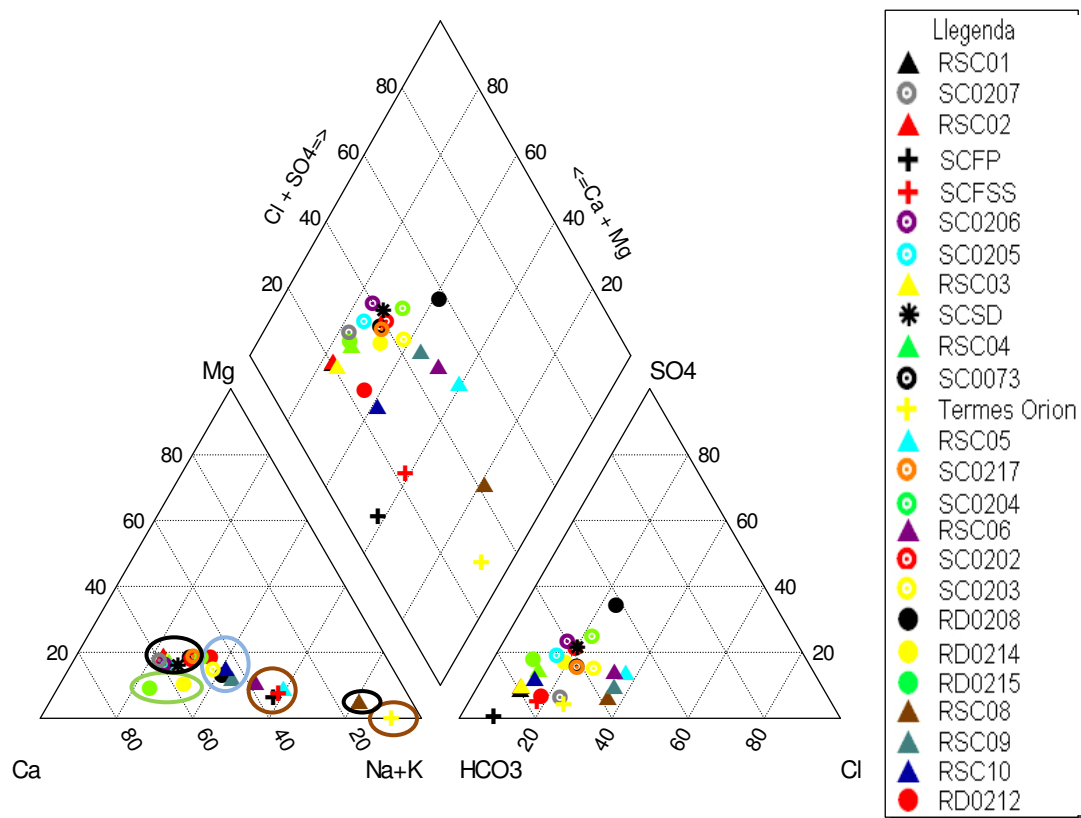


Figura 2.5. Diagrama de Piper. Campanya setembre 2009. El cercle blau senyala les aigües amb composició intermèdia, el cercle marró les aigües de fluxos profunds, el negre la mostra les aigües locals i el verd els pous situats en sediments del neògen.

A partir del diagrama de Piper es pot fer una primera aproximació sobre l'origen de l'aigua. Com a representants d'aigües més regionals i/o relacionades amb la recàrrega de les Guilleries, trobem la Font Picant la de San Salvador i Termes Orion, indicant una possible aportació

profunda de l'aqüífer o infiltració d'aigua de la riera més sòdica, també ho són els punts RSC05 i RSC06, tot i això, es dona una dinàmica influent amb l'aqüífer superficial.

Per les aigües intermèdies, que indiquen un temps de trànsit més elevat que a les mostres locals, observem els punts RSC09 i RSC10 i els pous SC0202, SC0203, SC204 i RD0208. Els punts RSC09 i RSC10, de caràcter influent segons la piezometria, però amb un augment de cabal, indiquen aportacions d'aigua subterrània, ja que el quimisme es veu alterat atès a les fractures del material granític. El punt RSC08, també és un aigua de barreja, però d'origen diferent a la resta, aquesta barreja està formada per fluxos regionals i fluxos locals més contaminats.

Per últim trobem les aigües de caràcter local on s'inclouen els punts RSC01, RSC02, RSC03 i RSC04, la sortida de la depuradora i els pous SC0073, SC0205, SC0206, SC0207, SC0217 i RD0212 (Taula 2.5)

Els pous RD0214 i RD0215 presenten fàcies lleugerament diferents, amb majors concentracions de clorur, que a la resta dels pous. Això és degut a que es troben situats en materials neògens, fet que provoca que l'hidroquimisme difereixi relativament dels pous situats al quaternari.

Aigües regionals	Aigües locals	Aigües intermèdies	Aigües en dipòsits neògens
SCFP	RSC01	RSC09	RD0214
SCFSS	RSC02	RSC10	RD0215
Termes Orion	RSC03	SC0202	
RSC05	RSC04	SC0203	
RSC06	RSC07	SC0204	
	SCSD	RD0208	
	SC0073	RSC08*	
	SC0205		
	SC0206		
	SC0207		
	SC0217		
	RD0212		

Taula 2.5. Classificació de l'aigua mostrejada. Campanya setembre 2009. * Aigua intermèdia d'origen diferent a la resta (Flux regional i flux local contaminat).

▪ SEGONA CAMPANYA

Els resultats de les analítiques es mostren a la taula 2.6

Les conductivitats (Figura 2.6) obtingudes en aquesta segona campanya, generalment mostren valors relativament més baixos a la de la primera campanya, indicant que les mostres s'han obtingut en un període més humit que l'anterior i que s'han produït processos de dilució (Menció, 2006).

CODI	Tª (°C)	pH	Oxigen dissolt (%)	CE (µS)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Si (mg/L)	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	NO3 (mg/L)	HCO3 (mg/l)	Br (mg/L)	F (mg/l)	Cl/Br (mg/l)
SC0207	14,90	7,09	-	484,00	0,00	0,00	24,00	57,00	12,00	1,90	11,00	20,10	27,20	36,00	190,32	0,24	0,28	82,04
SC0206	14,00	7,34	-	538,00	0,00	0,00	30,00	63,00	11,00	2,32	9,00	23,20	45,00	34,40	190,32	0,07	0,29	322,22
SC0073	15,70	6,89	-	555,00	0,73	3,50	35,00	60,00	13,00	5,10	5,10	33,90	64,00	3,30	173,24	0,12	0,18	269,05
SC0204	18,00	7,04	-	569,00	1,60	0,43	44,00	54,00	13,00	1,30	7,50	51,00	77,00	49,00	161,64	0,137	0,18	372,26
SC0205	18,00	6,49	-	581,00	0,00	0,00	32,00	67,00	12,00	1,30	9,70	33,30	45,00	25,50	187,88	0,08	0,27	382,76
SC0202	18,00	7,56	-	569,00	34,00	2,10	35,00	49,00	11,00	1,80	12,00	41,00	59,00	0,00	184,00	0,09	0,18	436,17
SC0203	18,00	7,61	-	447,00	0,08	0,50	39,00	40,00	8,40	1,10	9,80	38,80	25,40	1,90	143,50	0,23	0,45	164,41
RD0208	15,90	7,92	-	978,00	0,00	0,00	93,00	93,00	18,00	2,90	9,90	61,00	125,00	71,00	209,84	0,24	0,23	247,97
RD0212	13,80	8,28	-	281,00	0,05	0,00	22,00	26,00	6,60	8,20	11,00	19,20	15,50	1,00	121,02	0,053	0,37	362,26
SC0217	18,30	7,52	-	434,00	0,05	0,26	32,00	43,00	9,90	2,10	6,80	30,70	27,80	0,50	200,08	0,18	0,26	165,05
RD0214	19,50	7,65	-	1191,00	0,00	0,00	84,00	139,00	16,00	0,00	14,00	49,00	65,00	128,00	409,92	0,18	0,15	264,86
RD0215	17,00	7,65	-	674,00	0,00	0,00	35,00	91,00	9,20	30,00	15,00	26,80	62,00	68,00	229,36	0,12	0,19	225,21
SCFP	17,00	6,90	-	1911,00	1,70	0,32	274,41	148,03	15,78	4,60	24,00	66,00	4,60	1,20	1210,24	0,57	2,20	115,79
SCFSS	14,90	6,92	-	133,00	0,02	0,00	19,00	8,70	1,30	1,10	24,00	7,2	3,10	0,60	78,18	0,047	0,98	1404,26
SCSD	21,30	7,22	-	710,00	0,04	0,00	47,00	75,00	13,00	3,60	8,70	53,00	67,00	42,00	209,84	0,11	0,21	486,24
Termes Orion	31,50	8,17	-	581,00	0,00	0,00	118,00	9,10	0,00	2,90	32,00	43,00	11,00	0,60	253,76	0,44	6,80	97,95
RSC01	15,00	8,15	75,00	324,00	0,08	0,00	16,72	39,42	7,46	1,16	9,70	9,50	11,30	4,60	168,36	0,031	0,39	306,45
RSC02	13,70	8,00	71,90	325,00	0,07	0,00	17,32	40,74	7,77	1,15	9,90	15,10	13,30	6,00	184,00	0,031	0,38	487,10
RSC03	13,40	7,92	69,50	345,00	0,02	0,00	19,92	44,06	8,51	1,25	10,00	13,30	14,00	6,00	166,41	0,04	0,36	341,03
RSC04	17,00	7,68	83,00	360,00	0,02	0,00	22,03	47,10	8,92	1,51	10,00	16,50	20,20	8,60	173,24	0,04	0,34	375,00
RSC05	15,90	7,67	74,20	504,00	0,03	0,04	40,69	46,95	8,49	4,46	10,00	32,90	26,20	6,90	214,72	0,14	0,47	238,41
RSC06	13,80	7,75	68,10	420,00	0,04	0,02	36,28	45,73	8,38	3,38	10,00	27,60	24,20	7,40	190,32	0,13	0,50	217,32
RSC07	19,30	8,03	88,70	540,00	0,03	0,08	48,75	47,73	8,89	3,06	9,40	38,60	24,90	5,70	192,76	0,16	0,51	242,77
RSC08	22,90	6,99	59,40	1252,00	0,05	0,72	168,29	75,69	15,18	8,42	7,60	152,00	56,00	3,70	160,00	0,41	0,49	368,93
RSC09	16,70	7,89	79,80	505,00	0,04	0,07	44,82	46,90	8,68	2,87	9,40	37,40	26,70	6,30	436,76	0,16	0,51	235,22
RSC10	14,10	7,73	58,30	515,00	0,17	0,16	45,91	48,04	9,07	2,86	9,50	39,80	26,90	6,10	209,84	0,16	0,49	251,90

Taula 2.6 Analítiques de la campanya d'abril 2010. Les mostres presenten un error < 5%, calculat a partir dels ions majoritaris mitjançant el PHREEQC (AquaChem 5.1). Excepte la el punt de mostreig RSC08, que presenta un error major.

Durant el segon mostreig, a la conca de la riera de Santa Coloma, s'han produït canvis en les fàcies hidroquímiques (Taula 2.7). Hi ha una predominança més forta del tipus Ca-HCO₃, lligada a fluxos locals. Degut a que la recàrrega d'aquestes aigües és produïda a la superfície de la conca (Folch, 2010), pel que es denota el caràcter més superficial dels pous en aquesta campanya. Així, s'ha pogut observar que la infiltració en aquesta època és més elevada que a l'anterior i la possible aportació dels fluxos regionals queda diluïda. Aquest fet s'ha pogut apreciar degut al canvi de fàcies produït als punts RSC05 i RSC06, abans amb fàcies del tipus Na-HCO₃ i ara Ca-HCO₃. La font Picant (SCFP), la font de Sant Salvador (SCFSS), Termes Orion i el punt RSC08, presenten fàcies del tipus Na-HCO₃. Aquests punts s'han mantingut invariables durant les dues campanyes, així doncs, ens indica la presència de fluxos regionals, amb temps de circulació més alts. Que el punt RSC08 presenta una fàcia del tipus Na-HCO₃, això pot indicar l'existència d'una certa variabilitat en les aigües que aporta la depuradora de Riudarenes al curs d'aigua superficial.

La distribució espacial dels punts ens marca que les aigües estan molt lligades als fluxos locals, indicant que en proporció, hi ha una menor influència dels fluxos regionals, exceptuant Termes Orion, la font Picant i la de San Salvador amb aigües d'origen més profund.

Mostra	Fàcies hidroquímica
SC0073	Ca-HCO ₃
SC0202	Ca-HCO ₃
SC0203	Ca-HCO ₃
SC0204	Ca-HCO ₃
SC0205	Ca-HCO ₃
SC0206	Ca-HCO ₃
SC0207	Ca-HCO ₃
SC0217	Ca-HCO ₃
RD0208	Ca-HCO ₃
RD0212	Ca-HCO ₃
RD0214	Ca-HCO ₃
RD0215	Ca-HCO ₃
RSC01	Ca-HCO ₃
RSC02	Ca-HCO ₃
RSC03	Ca-HCO ₃
RSC04	Ca-HCO ₃
RSC05	Ca-HCO ₃
RSC06	Ca-HCO ₃
RSC08	Na-HCO ₃
RSC09	Ca-HCO ₃
RSC10	Ca-HCO ₃
SCFP	Na-HCO ₃
SCFSS	Na-HCO ₃
Termes Orion	Na-HCO ₃
SCSD	Ca-HCO ₃

Taula 2.7. Fàcies hidroquímiques de les mostres analitzades. Campanya abril 2010.

El diagrama de Piper (Figura 2.7) ens indica una distribució similar a la primera campanya, amb petites variacions en les concentracions (Taula 2.8), fet que fa que totes les mostres estiguin més agrupades. El comportament en línies generals, pel que fa als anions i cations és gairebé el mateix als dos períodes estudiats, predominant l'ió bicarbonat i l'ió clorur respectivament.

Encara que les aigües superficials tendeixen a presentar una menor proporció de clorur essent aquestes més bicarbonatades (Annex 6, diagrames de Stiff).

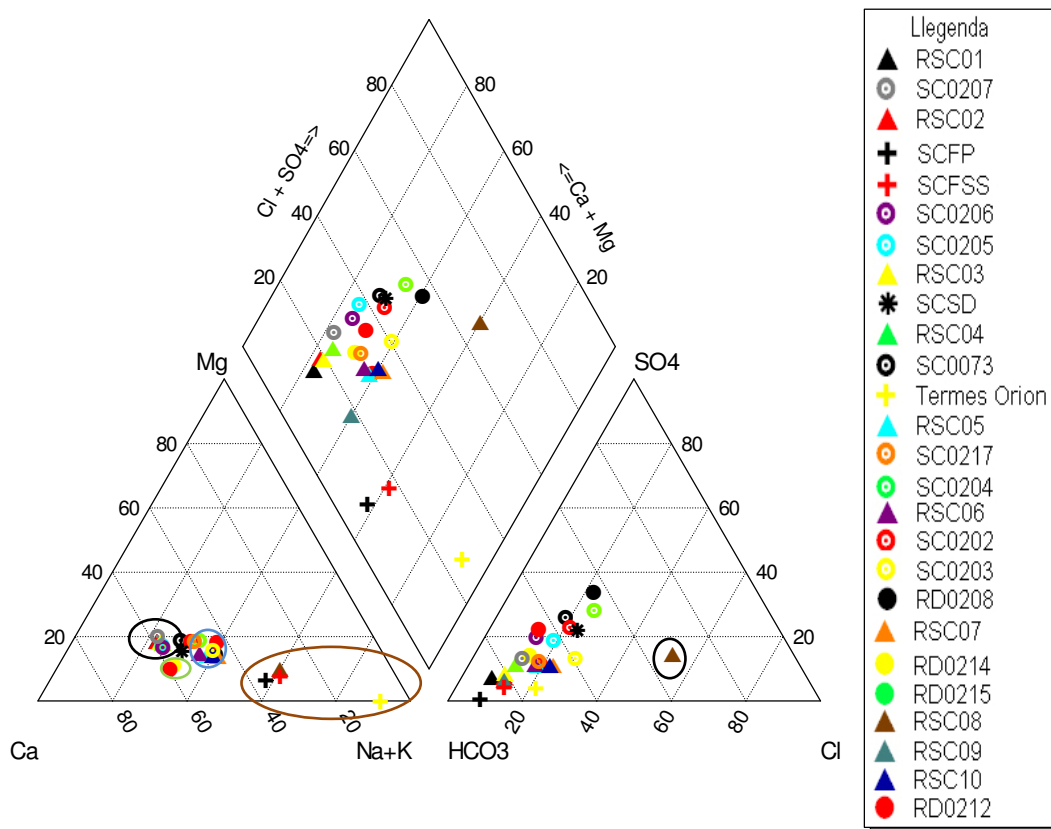


Figura 2.7. Diagrama de Piper. Campanya abril 2010. El cercle blau senyala les aigües amb composició intermèdia, el cercle marró les aigües de fluxos regionals, el negre la mostra les aigües locals i el verd els pous situats en sediments del neògen. El pou RD0212, queda inclòs en el grup d'aigües locals.

El punt RSC07, que a la campanya de setembre no portava aigua i en aquesta segona si, s'inclou dins del grup d'aigües locals (Taula 2.8).

Atès les característiques de les aigües mostrejades, els resultats obtinguts són coherents amb la piezometria (Annex 1 i 2). El comportament majoritari del riu és influent, això fa que les aigües superficials no es vegin afectades per la composició química del flux profund, exceptuant aquelles situades a prop de les zones de fractura (RSC05, RSC06 i en menor grau RSC09 i RSC10), la mateixa situació es dona amb els pous propers a les zones de fractura dels materials granítics.

Aigües regionals	Aigües locals	Aigües intermèdies	Aigües en dipòsits neògen
SCFP	RSC01	RSC09	RD0214
SCFSS	RSC02	RSC10	RD0215
Termes Orion	RSC03	SC0202	
RSC05	RSC04	SC0203	
RSC06	RSC07	SC0204	
	SCSD	RD0208	
	SC0073	RSC08*	
	SC0205		
	SC0206		
	SC0207		
	SC0217		
	RD0212		

Taula 2.8. Classificació de l'aigua mostrejada. Campanya abril 2010. * Aigua intermèdia d'origen diferent a la resta (Flux regional i flux local contaminat).

Traçadors per definir processos de barreja en aigües subterrànies: F i NO₃

Als estudis previs, s'ha utilitzat el fluor i el nitrat com a traçadors per establir l'origen de les aigües subterrànies en aquesta mateixa conca (Folch, 2010).

Segons Prat, una concentració de nitrats per sobre els 10 mg/l ens indiquen contaminació d'origen antròpic per l'ús de fertilitzants als camps o substàncies similars. Així mateix, les aigües amb aquestes concentracions poden presentar símptomes d'eutrofització (Prat *et al*, 2002).

El fluor és un indicador d'aigües profundes. Aquest, normalment augmenta amb el temps de trànsit i amb el contacte amb materials granítics. Produint també un canvi de fàcies degut a la interacció aigua-roca (Folch, 2010).

La presència de fluor o nitrat a les aigües ens permet diferenciar el seu origen, ja que aquest dependrà del traçador que presenti i de la seva concentració. Quan trobem els dos traçadors en una mateixa aigua, ens indiquen processos de barreja .

Una concentració de fluor a partir dels 0.3mg/l ens senyalen que l'aigua es veu influenciada per la interacció amb els granits presents a la zona, donant lloc a aigües més profundes i/o més antigues (Folch, 2010). Aquest fet es manté a la zona d'estudi. Veient així que la presència de fluor es limita a certes zones properes a la falla i als materials granítics, indicant l'eficiència d'aquestes fractures en la recàrrega superficial.

▪ PRIMERA CAMPANYA

L'anàlisi del fluor i el nitrat ens permet caracteritzar els tipus d'aigua i els processos de barreja que es porten a terme a la zona d'estudi. Els punts mostrejats classificats com a end-members, indiquen que són els punts extrems, on la composició química d'aquests és màxima en referència a una característica de tota la sèrie de mostres. Aleshores, si una mostra presenta grans concentracions de nitrats, serà indicativa de contaminació. Si la mostra presenta nivells

elevats de fluor ens està indicant que hi ha una recàrrega d'aigua provinent d'aigües subterrànies de fluxos regionals i amb temps de trànsit grans: amb una direcció del flux vertical a conseqüència de la falla de Santa Coloma (Folch i Mas-Pla, 2008). L'origen d'aquest fluor es troba en els minerals rics en aquest element que es troben al massís del Montseny-Guilleries (Pique, *et al*, 2008).

Exceptuant uns pocs punts, en general, els punts analitzats mostren baixes concentracions de fluor i nitrat (Taula 2.5 i Figura 2.8). Tot i que en la majoria dels casos el nitrat es troba per sota del límit de potabilitat (50mg/l) (DMA, 2006/60/CE), aquest acostuma a estar per sobre dels 10 mg/l.

D'altre banda, trobem la mostra RD0214, amb un alt contingut de nitrat (148mg/l) en comparació amb la resta de mostres i gairebé sense fluor (0.10 mg/l). Aquesta mostra, és un clar exemple de contaminació. Possiblement aquests nitrats siguin el resultat d'una contaminació puntual deguda a la infiltració dels llixiviats de l'aigua de pluja dels camps de conreu que envolten aquest pou i/o de les granges de vaques existents a la zona propera al pou.

Esmentar també, que la mostra RD0208 també presenta una elevada concentració de nitrats (83 mg/l). Fet pel que es podria considerar contaminada per nitrats, però també presenta una concentració relativament elevada de fluor (0.23 mg/l), aleshores es considera que aquesta aigua és el resultat de la barreja entre aigües contaminades i regionals.

Les mostres que presenten elevades concentracions de fluor (SCFP, SCFSS i Termes Orion), són indicatives de fluxos regionals. Les que tenen un baix contingut de fluor i nitrat, són aigües infiltrades a la superfície, sense estar contaminades. I les mostres amb alt fluor i nitrat, són el resultat de les aigües de barreja. És el cas de la mostra RSC05 atès a les altes concentracions que presenta de fluor i nitrats i donada la seva relació Cl/Br.

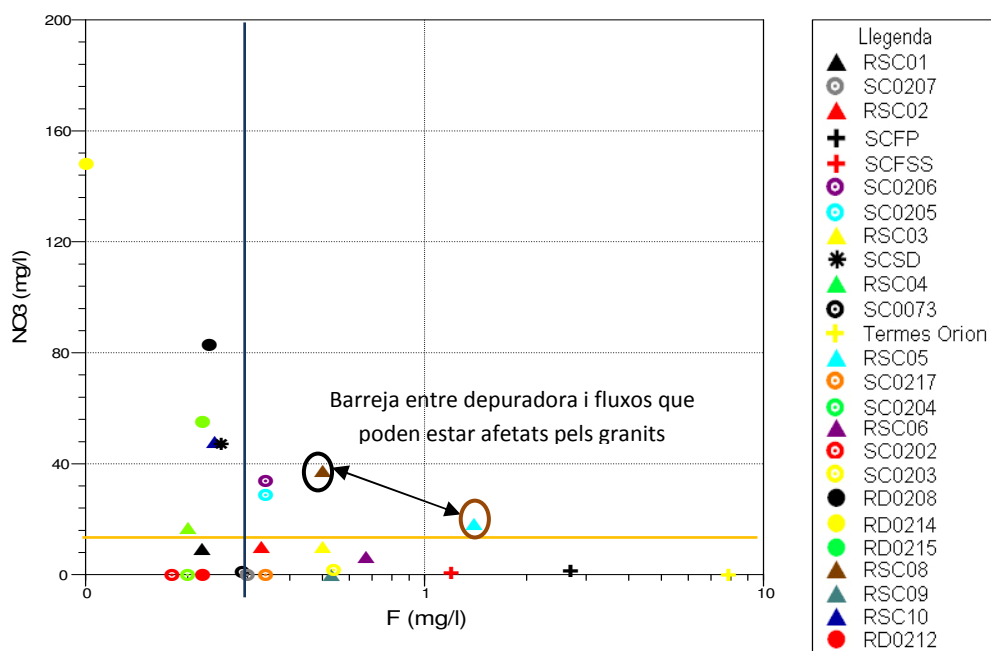


Figura 2.8. Relació NO₃ – F. Campaña setembre 2009. La línia groga marca la concentració màxima (10 mg/l) que pot presentar l'aigua sense que es vegi afectada per contaminació d'origen antròpic i la blava la concentració de fluor (0.3mg/l) que separa les aigües locals dels fluxos que poden estar afectats pels granits.

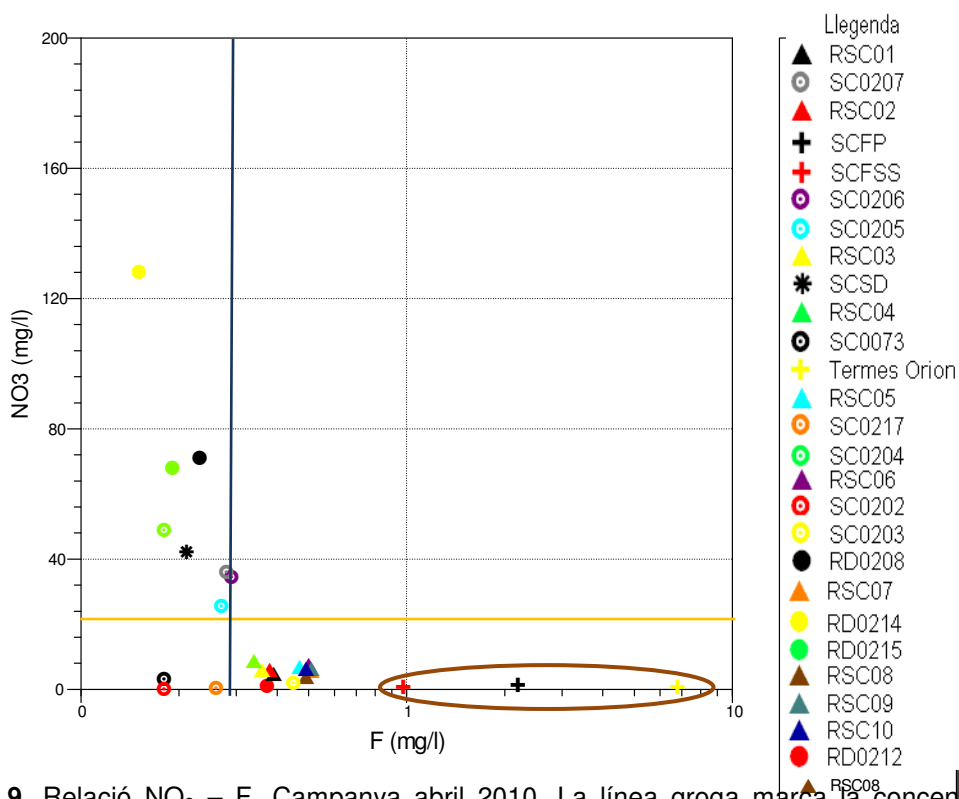
▪ **SEGONA CAMPANYA**

En comparació amb la primera campanya s'observa, en general, un descens en els nivells dels nitrats (Taula 2.6 i figura 2.9) en totes les mostres, degut a la dilució. Pel que fa al fluor, les concentracions també han disminuït, però en menor grau, tot i que puntualment hi ha mostres que han augmentat en comparació a la primera campanya (Termes Orion i RSC09 pels nitrats i RD0214 i RSC04 pel fluor).

El que cal destacar d'aquesta campanya, és que cap dels punts situats al riu presenta nivells de nitrats superiors als 10 mg/l, això vol dir que cap punt es veu afectat per l'eutrofització (Prat, *et al*, 2002). L'efecte de les pluges a afavorit al descens dels nitrats en el punt RSC08, de tal manera que ja no es pot considerar contaminat per nitrats com passava en el primer mostreig.

Els pous que presenten concentracions més elevades de nitrats, són els situats en materials neògens, o molt propers d'aquests.

Es pot veure, com ja s'ha comentat inicialment, que les concentracions de fluor també han disminuït. Fent que les possibles aportacions subterrànies més profundes i/o regionals quedin diluïdes. En aquest sentit, el cabal en els punts amb més fluor (RSC05 i RSC06) és unes deu vegades superior a l'anterior campanya, amb el que les possibles aportacions de fluxos més profunds, també han quedat diluïts. Això també es veu reflectit en el canvi de fàcies entre ambdues campanyes per aquestes mostres.



Traçadors per definir l'origen de les aigües subterrànies: Cl/Br i F

Complementàriament, s'ha triat estudiar la relació Cl/Br, ja que s'acostuma a utilitzar com a traçador per determinar l'origen i evolució de l'aigua tant superficial com subterrània i per veure quins processos l'han pogut afectar.

Tant el ió clorur com el bromur, són estables en solució aquosa. No reaccionen normalment amb altres components, tampoc produeixen precipitats, exceptuant a elevades concentracions (centenars de g/l). A més, els sòls acostumen a presentar un baix contingut en aquests ions. Per aquests motius són considerats traçadors químics. De fet, el comportament del clorur i bromur és molt semblant al de l'aigua dolça. El ió clorur és un component majoritari en les aigües naturals, en canvi el bromur és menys abundant. En concentracions moderades aquests ions sembla ser que no tenen cap efecte nociu (Custodio i Herrera, 2000).

Les aigües continentals tenen orígens de Cl i Br fins a cert punt relacionats. Per això és important utilitzar la relació entre el dos. A l'oceà, on trobem la major reserva d'aigua, el Cl i Br es mantenen uniformes, amb una relació Cl/Br en massa al voltant dels 290 ± 4 . En aquesta zona, coincideix amb el rang de Cl/Br d'aigua de pluja (Alcalá i Custodio, 2008).

Aquesta relació ajuda a identificar els processos (interacció aigua-roca, contaminació, salinització...) i a definir els sistemes de flux (Alcalá i Custodio, 2008).

▪ PRIMERA CAMPANYA

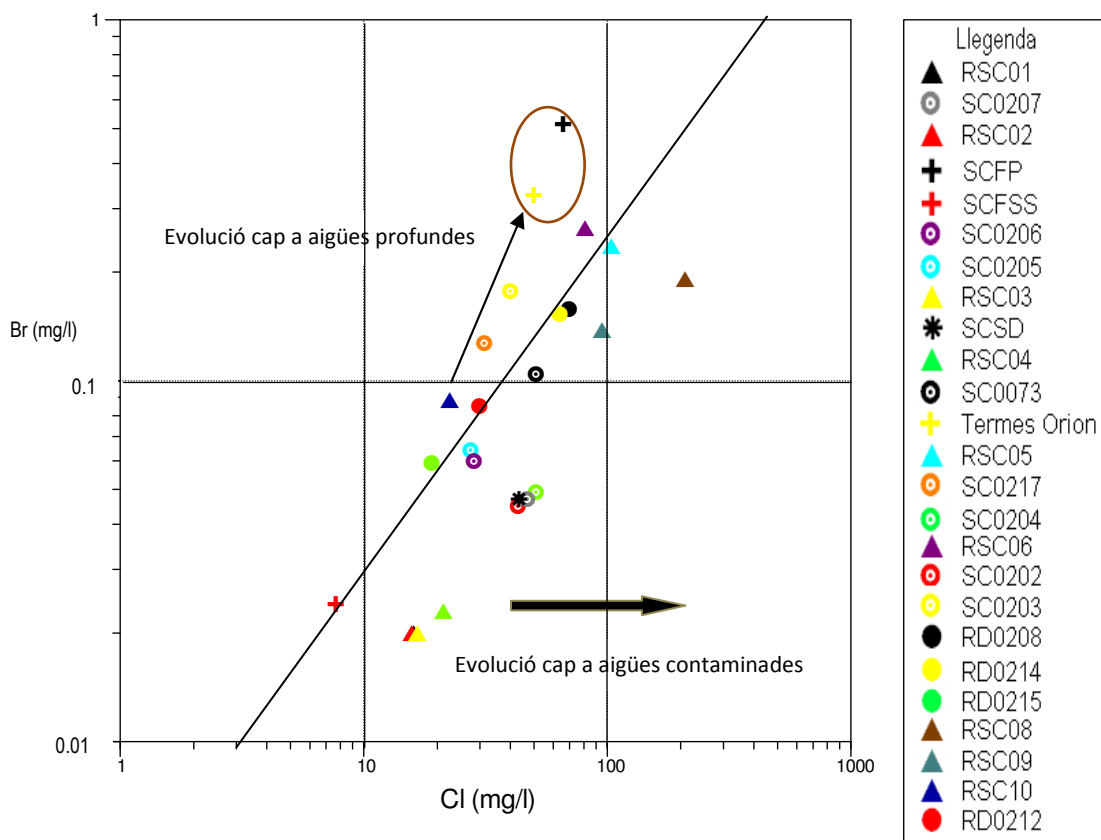


Figura 2.10. Relació Cl-Br. Campaña setembre 2009. La línia negra és de la línia de pluja.

Es pot apreciar (Figura 2.10) que les diferents mostres presenten una relació aproximadament lineal però amb diverses mostres que es desvien de la relació Cl/Br de l'aigua de pluja.

Les mostres amb una relació Cl/Br (Figura 2.11) més alta ens indiquen possibles focus contaminants. Perquè això es compleixi, ha d'haver a més una alta concentració de clorur (Alcalá i Custodio, 2008₁). És el cas del punt de mostreig RSC08, un dels dos end-members considerats com aigua contaminada, que a més de clor, presenta també una alta concentració de nitrats, això també es dona a SCSD. Així doncs, aquests dos punts s'han considerat com a end-members indicatius de contaminació.

Es considera que l'aigua de pluja té una relació Cl/Br en massa entre 220-310 (Folch, 2010). A la zona d'estudi la mostra que es troba amb una relació més propera a la descrita, és SCFSS, per tant, trobem aquí una mostra de l'aigua de pluja. Com a end-member d'aigües locals trobem els pous SC0205 i SC0206,

Els punts SCFP i Termes Orion s'han considerat representants del flux regional degut a la seva relació Cl/Br de 129 i 153 respectivament, ja que són les concentracions més properes als nivells indicats per altres estudis (185-220 Folch, 2010)(100-200 Grigsby, 1983, Nordstrom, *et al*, 1989 i Pauwels, *et al*, 1992). A més els seus nivells de fluor (Figura 2.8) ens indiquen el mateix origen (Folch, 2010). Aquestes aigües tenen un alta interacció amb el granit (Folch, 2010).

Les aigües amb una relació Cl/Br al voltant dels 1245-1654, es troben afectades pels lixiviat dels excrements dels animals de granja (Pano, *et al*, 2006).

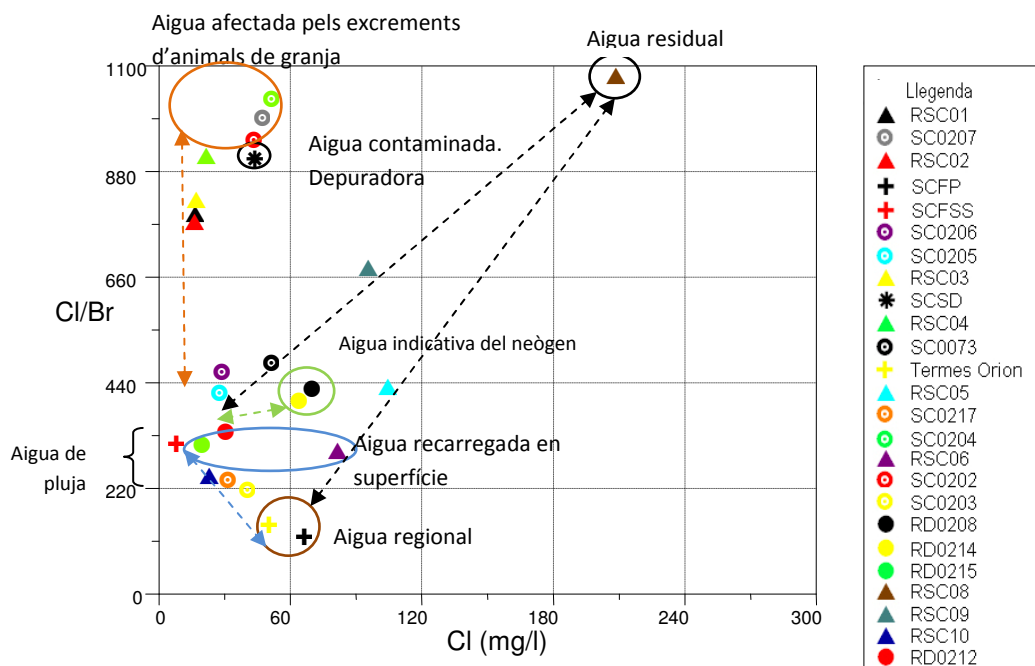


Figura 2.11. Relació Cl/Br (massa) - Cl. Campanya setembre 2009. Les fletxes discontinües representen possibles línies de barreja entre les aigües marcades. Els cercles marquen els diferents end-members. El blau per les aigües pluvials, el marró per les regionals, el verd per les influenciades pel Neògen i el negre per les aigües residuals d'origen urbà.

Així doncs la relació Cl/Br ha permès explicar l'existència de diferents fluxos, amb períodes de temps de residència diferents i una zona de barreja d'aigües amb característiques intermèdies.

Finalment, tots els resultats obtinguts s'han representat en un mapa (Annex 3) per tal de veure l'evolució espacial amb més detall, on també és mostra la temperatura, la concentració de fluor, el cabal i els gràfics de Stiff dels punts de mostrejats.

SEGONA CAMPANYA

Tant el brom com el clor han disminuït relativament, igual que els altres elements, degut a la dilució.

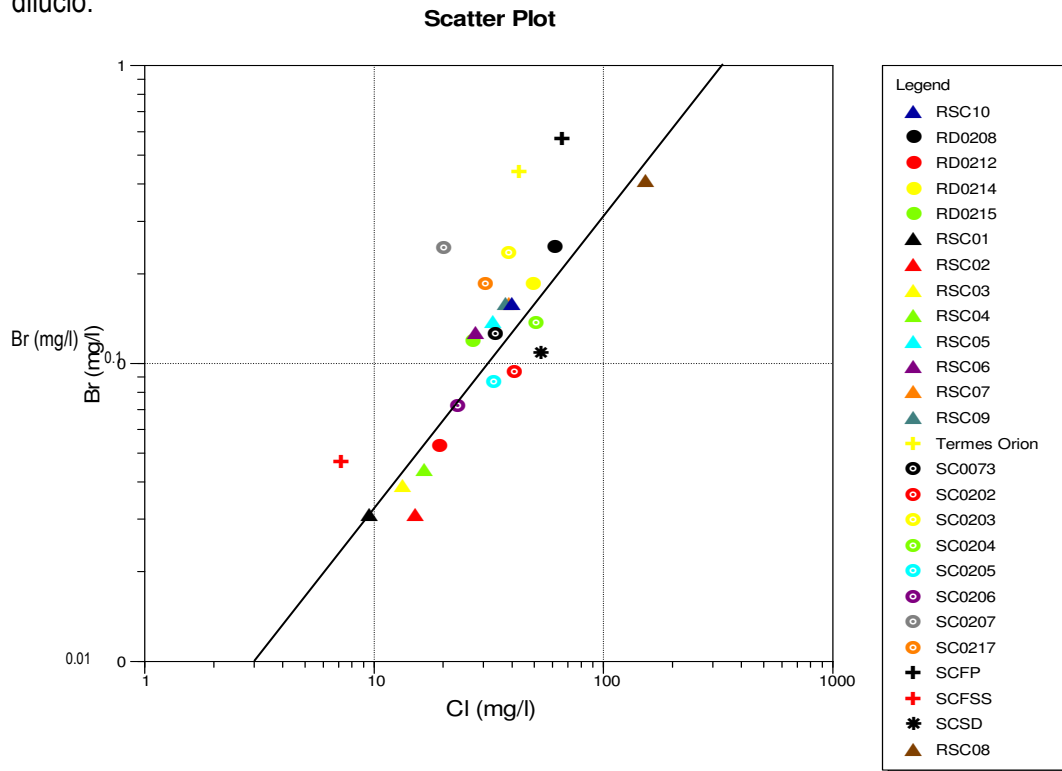


Figura 2.12. Relació Cl-Br. Campanya abril 2010. La línia negra es tracta de la línia de pluja.

La relació Cl/Br és el paràmetre que més ha variat en aquesta campanya (Figura 2.13). S'observa que la majoria de mostres presenten relacions de Cl/Br al voltant dels 100-400 i de clor entre els 10-60 mg/l. Aquests valors ens indiquen que la interacció aigua-roca amb el granit o amb els sediments del Neogen i la contaminació; és més en proporció que a la campanya anterior.

Aquests resultats dificulten la detecció de l'evolució de les aigües de barreja, però de tota manera s'ha pogut dur a terme la caracterització dels end-members. Com a end-member d'aigües regionals, trobem la font Picant. Els pous RD0208 i RD0214 com a indicatius d'aigua en contacte amb materials Neògens, el punt RSC08 com a end-member d'aigües residuals urbanes (Alcalá i Custodio, 2008), juntament amb l'aigua que prové de la depuradora de Santa Coloma de Farners i com a representant de les aigües locals, el punt RSC01, coincidint gairebé amb la capçalera de la riera.

Així doncs, exceptuant les aigües locals, la resta d'end-members és manté en els dos períodes de mostreig.

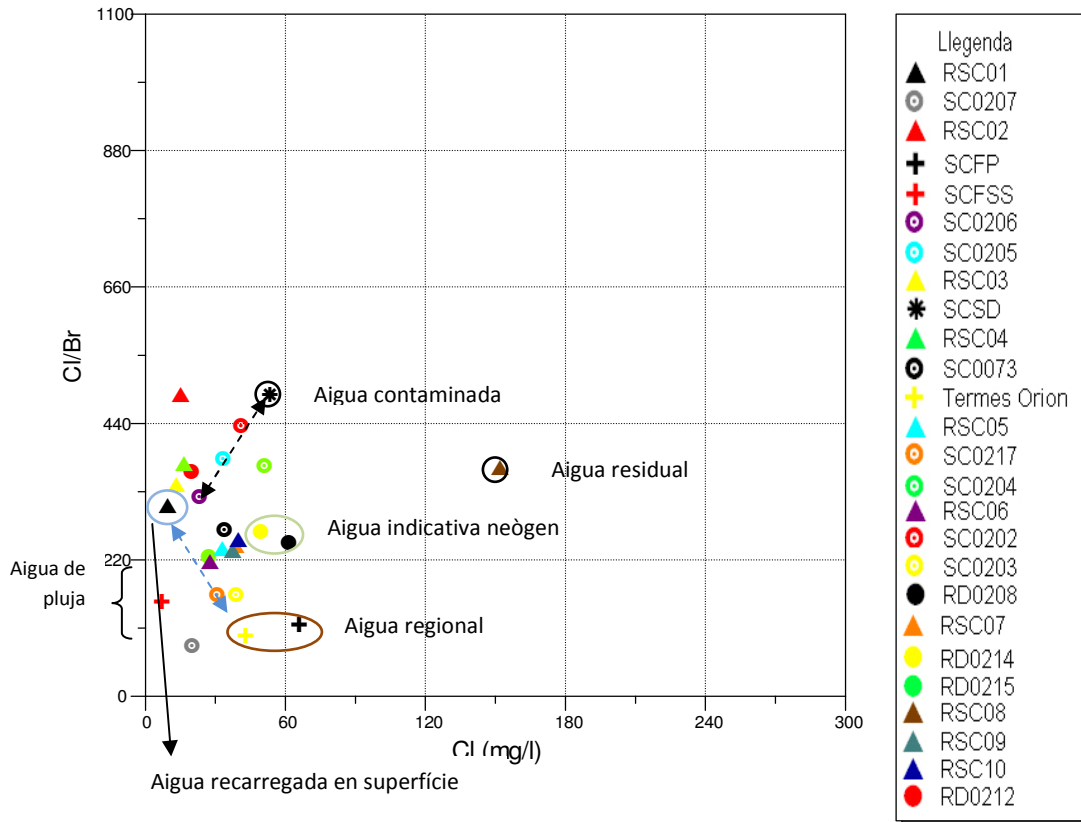


Figura 2.13. Relació Cl/Br (massa) - Cl. Campanya abril 2010. Les fletxes discontinües representen les possibles línies de barreja entre les aigües marcades. Els cercles marquen els diferents end-members. El blau per les aigües pluvials, el marró per les regionals, el verd per les influenciades pel Neògen i el negre per les aigües residuals d'origen urbà.

Comparant les dues campanyes amb més detall, s'observa que durant la campanya d'abril les mostres al tenir concentracions menys elevades de clorur, la relació Cl/Br també és baixa. Una diferència important entre ambdues campanyes és que a la segona no s'aprecien relacions Cl/Br relacionades amb els excrements d'animals de granja, segurament degut a la dilució promoguda per les precipitacions. A més, les mostres de caràcter superficial, a partir del punt RSC05, presenten una composició química molt similar.

De la mateixa manera, que a la campanya anterior, s'ha elaborat un mapa on es representen els gràfics de Stiff, la concentració de fluor, el cabal i la temperatura de cada punt o pou mostrejat, per mostrar la distribució espacial dels diferents processos i característiques explicades.

També s'ha fet un mapa amb la relació riu-aqüífer i les possibles aportacions d'aigua provinents dels fluxos regionals (Annex 7).

2.3 CONCLUSIONS

Conseqüentment als resultats, s'ha pogut concloure que:

- Hi ha una predominança del riu amb l'aqüífer superficial de tipus influent exceptuant el primer tram de la riera que és de caràcter efluent. S'ha pogut detectar trams de la riera amb aportacions del sistema de flux més regional, permetent un cert cabal a la riera durant els mesos d'estiu.
- El rec del Molí, actua com a dren a la segona campanya, ja que a la primera campanya no té cap efecte perquè no té aigua.
- Tres orígens de recàrrega d'aigua: la primera originària de l'aigua provinent de la infiltració de les precipitacions. La segona dels fluxos regionals que arriben a la riera a través del granit per conductivitat hidràulica i/o per la falla de Santa Coloma. I la tercera del flux d'aigua que aboquen les depuradores, amb un cert grau de contaminació.
- Als punts on l'aigua arriba a través del granit i/o per la falla de Santa Coloma, el contingut de clorur augmenta, degut a les característiques de l'aigua que aporta aquest flux regional (RSC05, RSC09 i RS10). També es dona un augment de clorur quan hi ha un alt contingut en nutrients, provinent de les depuradores (SCSD i RSC08). Aquests efectes són més notoris a la primera campanya que a la segona, ja que les precipitacions dilueixen els components de l'aigua i emmascaren aquest efecte.
- Diferents afeccions d'origen antròpic afecten a la riera; disminució de part del cabal a causa de captacions per l'abastament de les poblacions o derivacions i la contaminació produïda pel lixiviat dels nitrats emprats al camp i l'abocament d'aigües residuals per part de les EDAR's.
- En línies generals, el quimisme s'ha mantingut durant les dues campanyes amb menor quantitat de sòlids dissolts a la segona campanya. Tot i aquest comportament, en alguns punts ha disminuït més pronunciadament el clorur.
- En els períodes secs la contaminació és fa més notòria que en els períodes humits degut a l'efecte de la dilució.

3. Estat ecològic

La flora i fauna aquàtica, per poder viure amb total normalitat, requereixen disposar d'un hàbitat adequat, a més d'una bona qualitat de l'aigua. Sovint, en determinats punts amb una bona qualitat fisicoquímica de l'aigua, trobem comunitats biològiques pobres. Això és degut a que les comunitats biològiques no poden desenvolupar-se igual a tot arreu a causa de diferències en l'hàbitat. Sorres, còdols, vegetació submergida, aigües lentes o aigües ràpides, per exemple, comporten la presència de diferents organismes, ja que cadascun tindrà un requeriment ecològic diferent, pel que fa a l'hàbitat físic (Diputació de Barcelona, 2010).

Durant l'últim segle la degradació ambiental del sistemes fluvials ha estat molt forta, fent variar notablement els paràmetres característics d'aquests sistemes, afectant així a les comunitats biològiques. El descensos dels cabals (provocat per les extraccions i els llargs períodes de sequera dels últims anys), els canvis en la geomorfologia fluvial (deguts a la construcció de canals, terrasses i presses) i els abocaments incontrolats que es produïen als rius, han estat els elements que han afectat més negativament als ecosistemes fluvials.

Segons la directiva Marc de l'aigua (DMA) (2000/60/EC), els estats membres han d'assegurar un bon estat ecològic dels seus ecosistemes fluvials i promoure un ús sostenible de l'aigua. Segons aquesta directiva, s'entén per estat ecològic la mesura de la qualitat, funcionalitat i estructura de l'ecosistema aquàtic. Per això, es considera que un bon estat ecològic és aquell on les comunitats biològiques siguin les més semblants possible a les que es trobarien sota condicions naturals, un ecosistema inalterat. Degut als canvis del paràgraf anterior, sovint no s'aconsegueixen aquestes condicions adequades i cal restablir-les.

Per dur a terme el compliment d'aquesta directiva, diversos països han elaborat sistemes de diagnosi i índex de qualitat per poder identificar i quantificar els impactes que reben els rius així com l'eficàcia de les mesures correctores que s'apliquen per mirar de minimitzar-ne els efectes (Jubany, 2008). Dins els índexs que s'utilitzen, uns dels més estesos són els índexs biològics, que donen una idea de l'estat de salut de l'ecosistema, tot i que no informen de la causa. Per aquest motiu, sovint s'utilitzen conjuntament amb l'anàlisi fisicoquímica de les aigües i amb índexs que determinen la diversitat d'hàbitats, els quals permeten identificar els possibles problemes de qualitat. En aquest sentit, un riu amb hàbitats molt diversos comportarà la presència d'una diversitat d'organismes també més gran, i, en conseqüència, els índexs biològics basats en la biodiversitat seran també més alts que en llocs amb menys tipus d'hàbitats. La mesura de l'hàbitat, doncs també és clau per interpretar les dades biològiques.

Així, en aquest estudi, a més de l'anàlisi fisicoquímica de les aigües, s'ha determinat la diversitat d'hàbitats i la qualitat biològica dels rius a través de l'IHF, el QBR, BMWPC i l'ECOSTRIMED. S'han utilitzat aquests índexs atès que són de fàcil aplicació i no impliquen tenir un alt coneixement específic pel que fa a la geomorfologia, fauna i flora aquàtica.

3.1 RESULTATS I DISCUSSIÓ

En general, els diferents índexs han presentat nivells baixos durant la primera campanya i han millorat a la segona, exceptuant el QBR que gairebé no ha variat.

Comentar també, que els baixos valors poden ser influïts per petits errors en la realització dels mostreigs.

3.1.1 IHF

▪ PRIMERA CAMPANYA

El càlcul d'aquest índex ha permès conèixer l'estat de l'hàbitat fluvial a cadascun dels punts estudiats.

Els punts que presenten valors d'aquest índex més baixos són el RSC07 i RSC08 (Taula 3.1). La causa del descens del nivell de qualitat es troba en que són punts alterats de manera antròpica (Annex.8). El primer es tracta del punt per on passa la maquinaria per a la construcció de la línia de tren d'alta velocitat (TAV) i el segon és un canal que està alterat de forma antropogènica, ja que no presenta una morfologia natural. Degut a tot això en aquests punts arriben menys sediments i el percentatge d'ombra a la llera es veu modificat (Annex.8). La resta de punts, presenta un hàbitat amb alguna limitació, en aquest cas degut als efectes estacionals (Figura 3.4), ja que afecta al comportament dels ràpids, a l'aparició de basses, a la velocitat i profunditat de l'aigua circulant i a la cobertura de vegetació aquàtica (Annex.8). El punt RSC06, és l'únic que presenta un hàbitat adequat. Cal tenir present que en tots els casos, els efectes naturals (composició del substrat) són decisius a l'hora de valorar l'hàbitat i que depenen de la pròpia geomorfologia del llit de la riera.

Punts	Valor index	Nivell de qualitat
RSC01	56	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC02	57	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC03	60	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC04	44	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC05	55	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC06	65	Hàbitat adequat
RSC07	18	Hàbitat que pot limitar la presència de certes espècies
RSC08	26	Hàbitat que pot limitar la presència de certes espècies
RSC09	35	Hàbitat que pot limitar la presència de certes espècies
RSC10	49	Hàbitat amb algunes limitacions

Taula 3.1. Resultats obtinguts del càlcul de l'IHF. Campanya de setembre 2009.

▪ SEGONA CAMPANYA

En tots els punts el valor de l'índex ha augmentat notablement en comparació a la primera campanya (Taula 3.2). Els punts han millorat el nivell de qualitat degut a les variacions produïdes a nivell estacional, ja que a l'augmentar el cabal la presència de ràpids ha augmentat, juntament amb l'aparició de basses. Potencialment, aquestes ja hi eren durant la campanya de setembre

però que no es podien considerar per la falta d'aigua. Un altre dels motius de la millora de la qualitat es troba en l'augment de la cobertura vegetal aquàtica (Annex 8).

Punts	Valor index	Nivell de qualitat
RSC01	64	Hàbitat adequat
RSC02	70	Hàbitat adequat
RSC03	65	Hàbitat adequat
RSC04	50	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC05	61	Hàbitat adequat
RSC06	72	Hàbitat adequat
RSC07	48	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC08	43	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC09	54	Hàbitat amb algunes limitacions
RSC10	62	Hàbitat adequat

Taula 3.2. Resultats obtinguts del càlcul de l'IHF. Campanya d'abril 2010.

L'estacionalitat (Figura 3.1), té un efecte poc notori en aquells punts on durant al setembre hi circulava aigua, encara que s'observa una millora relativa, deguda a un descens en l' inclusió dels materials entre altres causes (Taula 3.8). Aquest efecte, és més obvi per les estacions de mostreig que al setembre el cabal era nul o molt baix, es tracta dels punts RSC07 i RSC08.

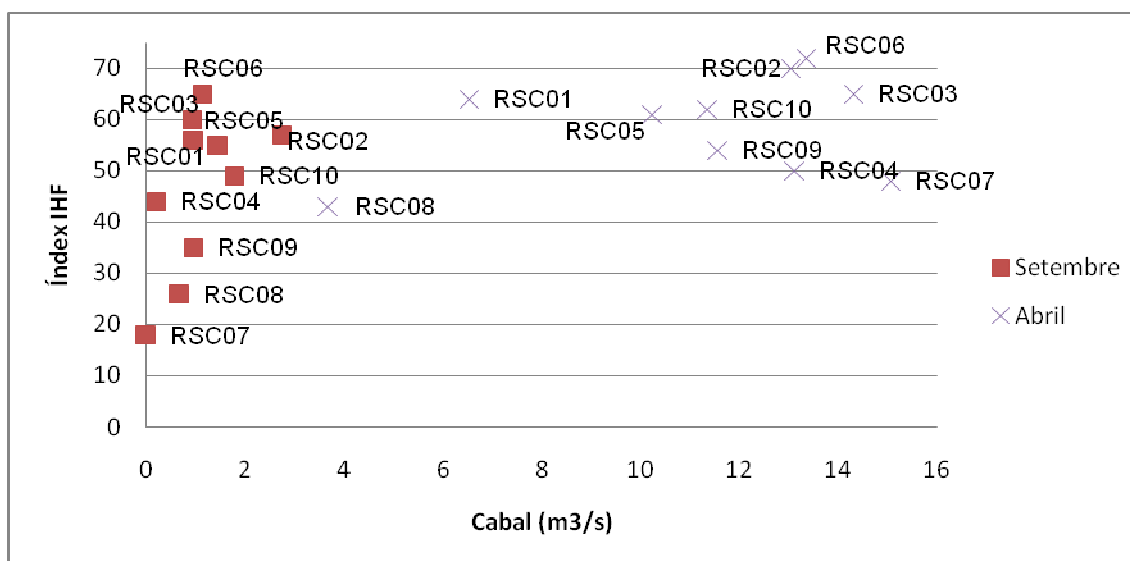


Figura 3.1 Relació entre l'índex IHF i el cabal a les dues campanyes.

3.1.2 QBR

PRIMERA CAMPANYA

L'obtenció d'aquest índex ha estat útil per caracteritzar la vegetació del bosc de ribera i conèixer les possibles afectacions de cada punt (Taula 3.3).

En general els índex obtinguts són baixos. Tan sols dos punts, RSC03 i RSC05, tenen nivells de qualitats bons. Els punts RSC01, RSC06, RSC09 i RSC10 tenen qualitats mediocres. El descens

és produït per una disminució del grau de cobertura vegetal i de la qualitat de la cobertura, que depèn del tipus geomorfològic de la ribera (Annex 8). A més, en el punt RSC01, l'alta abundància de plataners fa disminuir la qualitat de l'índex, ja que no es pròpia de zones de ribera, això també influeix en baix nivell del punt RSC02. En els punts RSC02 i RSC04, a més d'aquests factors que alteren la qualitat del bosc de ribera, s'ha d'afegir que la distribució dels arbres és lineal, fent disminuir encara més l'índex (Annex 8). Finalment, tenim els punts RSC07 i RSC08 on la qualitat és dolenta. Els motius pels que donen uns nivells tan baixos és perquè en aquests punts el bosc de ribera és nul en un dels marges (RSC07), o en ambdós (RSC08), a més de presentar alteracions en quant al grau de naturalitat a la riba (Annex 8). En el cas del punt RSC07, la desaparició del bosc de ribera en un dels marges és deguda a les obres per la construcció de la línia de tren d'alta velocitat (TAV).

Punts	Valor índex	Nivell de qualitat
RSC01	70	Inici alteració important, qualitat mediocre
RSC02	50	Alteració forta, qualitat deficient
RSC03	80	Bosc lleugerament pertorbat, qualitat bona
RSC04	30	Alteració forta, qualitat deficient
RSC05	80	Bosc lleugerament pertorbat, qualitat bona
RSC06	55	Inici alteració important, qualitat mediocre
RSC07	25	Degradació extrema, qualitat dolenta
RSC08	20	Degradació extrema, qualitat dolenta
RSC09	70	Inici alteració important, qualitat mediocre
RSC10	70	Inici alteració important, qualitat mediocre

Taula 3.3. Resultats obtinguts del càlcul del QBR. Campanya setembre 2009.

▪ SEGONA CAMPANYA

En termes generals l'ecosistema del bosc de ribera s'ha mantingut, ja que en mig any, que és el període passat entre campanyes, no es produeixen grans canvis en un bosc de forma natural. Els canvis més notoris entre ambdues campanyes en quant a la connectivitat amb l'ecosistema adjacent són degudes majoritàriament a la tala dels canyissars, aquest efecte és més acusat al punt RSC05.

Així doncs, s'observa (Taula 3.4) que els punts que presenten millor qualitat són el RSC03, RSC05 i RSC09. Aquest últim punt a la primera campanya presentava una qualitat més baixa, i l'augment observat és degut a un canvi en la qualitat de la cobertura promogut pels canvis produïts en el tipus geomorfològic de la zona ripària (Annex 7). A continuació s'observen els punts RSC01, RSC02, RSC06 i RSC10, amb qualitat mediocre, on l'alteració en aquest punt del bosc comença a ser notable. Els punts RSC04 i RSC06 presenten qualitats deficientes i el RSC07 i RSC08 dolents. Els motius dels descensos de qualitat del bosc de ribera són els mateixos que a la primera campanya; una disminució del grau de cobertura vegetal, de la estructura i de la qualitat de la cobertura. En general, el bosc no es veu afectat pel grau de naturalitat de la riba, perquè exceptuant els punts RSC07 i RSC08, que presenten modificacions, la resta presenta el canal natural (Annex 8).

Al comparar les dues campanyes s'observen petites variacions relacionades amb un augment de la qualitat de l'estructura de la cobertura (Annex 8).

Punts	Valor index	Nivell de qualitat	Observacions
RSC01	70	Inici alteració important, qualitat mediocre	
RSC02	60	Inici alteració important, qualitat mediocre	Capgrossos
RSC03	80	Bosc lleugerament pertorbat, qualitat bona	Peixos i granotes
RSC04	45	Alteració forta, qualitat deficient	
RSC05	85	Bosc lleugerament pertorbat, qualitat bona	
RSC06	60	Inici alteració important, qualitat mediocre	Peixos, Gambaridae i presència d'escuma
RSC07	25	Degradació extrema, qualitat dolenta	Deixalles de gran mida i presència d'una mica d'escuma
RSC08	20	Degradació extrema, qualitat dolenta	
RSC09	80	Bosc lleugerament pertorbat, qualitat bona	
RSC10	75	Inici alteració important, qualitat mediocre	

Taula 3.4. Resultats obtinguts del càlcul del QBR. Campanya abril 2010.

3.1.3 BMWPC

▪ PRIMERA CAMPANYA

En general, els valors obtinguts a través d'aquest índex han estat baixos, seguint la dinàmica descrita en els anteriors índexs.

S'han identificat 24 famílies durant el cens de les 9 estacions de mostreig (Taula 3.5), dominant els ordres Mollusca i Odonata, els quals en presenten un total de 5 cadascun. Pel que fa a les famílies que més apareixen a les estacions mostrejades, trobem els limnèids, físids, i bètids, en un total de 6 estacions; i els èsnids, gèrrids i quironòmids en un total de 5. Les característiques més rellevants en quant hàbitat i valor com a espècie indicadora d'aquests macroinvertebrats es detallen a l'annex 11.

Com es pot observar, en general es tracta de famílies tolerants a la contaminació d'origen antròpic, i espècies comunes a la majoria de rius, essent poc indicadores de bona qualitat fisicoquímica de l'aigua.

També s'observen d'altres famílies, però de forma aïllada, com és el cas de l'ordre Ostracode, en punt RSC02. En aquest punt es forma una mena de bassa, que es el que permet la presència d'aquest taxó atès que és típic d'aigües estancades (Puig, 1999)

Ordre	Família	BMWPC	SETEMBRE 2009									
			RSC01	RSC02	RSC03	RSC04	RSC05	RSC06	RSC07	RSC08	RSC09	RSC10
Nematoda			1							1		
Mollusca	Lymnaeidae	3	1	1	1		1	1				1
	Ancylidae	6			1							
	Hydrobiidae	3			1							
	Physidae	3	1	1	1		1	1			1	
	Planorbidae	3		1	1							
Cladocera		3		1								
Ostracoda		3		1								
Hydracarina		4								1		
Ephemeroptera	Baetidae	5	1	1			1	1			1	1
	Leptophlebiidae	10					1					
Plecoptera	Luetriidae	10					1					
	Chloroperlidae	10					1	1				
Odonata	Aeshnidae	8	1	1	1		1	1				
	Calopterygidae	8			1							
	Cordulegasteridae	8		1	1							
	Gomphidae	8	1									
	Lestidae	8	1	1				1				
Heteroptera	Gerridae	3	1		1		1				1	1
Coleoptera	Elmidae	7			1		1					
	Halipidae	4	1	1								1
Diptera	Chironomidae	2	1				1			1	1	1
	Simuliidae	4			1							
	Tipulidae	4										1
	Total families		10	10	11	0	10	6	0	3	4	6
	Valor index		40	45	56	0	58	34	0	6	10	24
	Observacions					a		b	c		d	e

Taula 3.5. Resultats obtinguts del càlcul de BMWPC. Campanya setembre 2009. Llegendes a) pràcticament sec; b) peix mort; c) sec; d) peixos petits; e) peixos petits i granotes petites.

Seguidament s'ha analitzat la relació entre la qualitat biològica obtinguda a través del BMWPC, amb la resta de paràmetres disponibles. En primer lloc s'ha volgut estudiar si hi ha algun tipus de relació entre la qualitat física del medi, IHF, i la biològica, BMWPC. Així doncs, s'observa (Figura 3.2 i 3.3) l'existència d'aquesta relació de tipus lineal mitjanament forta, atès que a mesura que augmenta la qualitat de l'hàbitat, també ho fa l'índex BMWPC. Aquesta relació a priori ja s'ha considerat, atès que molts organismes que viuen en aquest medi estan íntimament lligats al substrat i a les condicions físiques del medi, i veient-ne els resultats podria ser indicatiu que el factor principal que condiciona la qualitat biològica en aquesta zona és sobretot la disponibilitat d'hàbitats. D'altra banda els punts RSC04 i RSC06, són els que se separen més de la recta perquè presenten una qualitat de l'índex BMWPC més baixa del que els correspondria pel nivell

de qualitat de índex IHF que presenten. I els punts RSC03 i RSC05 també es separen, perquè tenen un índex BMWPC més alt del que els correspondria per la relació amb IHF.

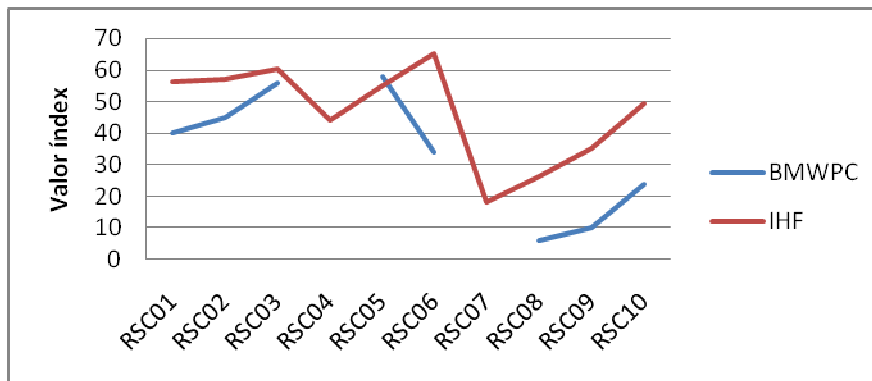


Figura 3.2. Comparació entre l'índex BMWPC i IHF. Campanya setembre 2009.

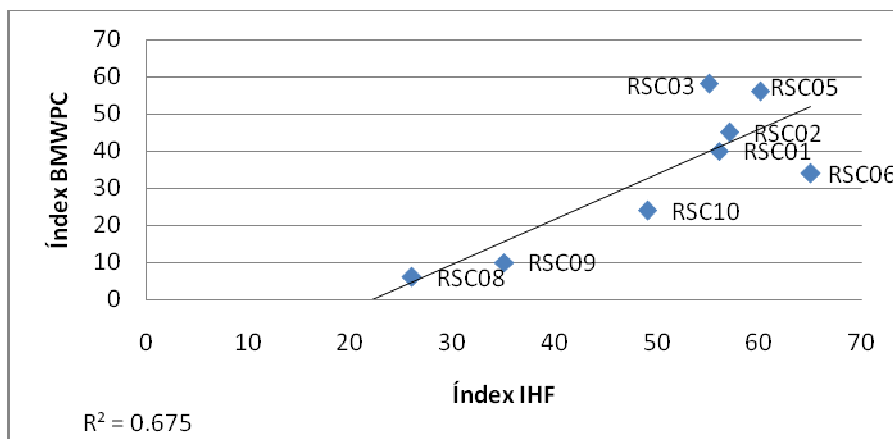


Figura 3.3. Relació entre l'índex BMWPC i IHF. Campanya setembre 2009.

El cabal també condiciona la distribució i existència de diferents hàbitats, ja que pot tenir un paper clau en la qualitat fisicoquímica de les aigües atès que pot permetre la dilució dels abocaments d'aigües de qualitat més baixa. El fet que el cabal pugui intervenir d'una manera més complexa en la qualitat biològica dels rius, degut aquest doble efecte en les característiques físiques del medi i en la qualitat fisicoquímica de l'aigua, fa que no es pugui observar una relació tan clara com en el cas de l'IHF. Tot i això, sembla que pugui haver-hi una certa tendència positiva (Figures 3.4 i 3.5).

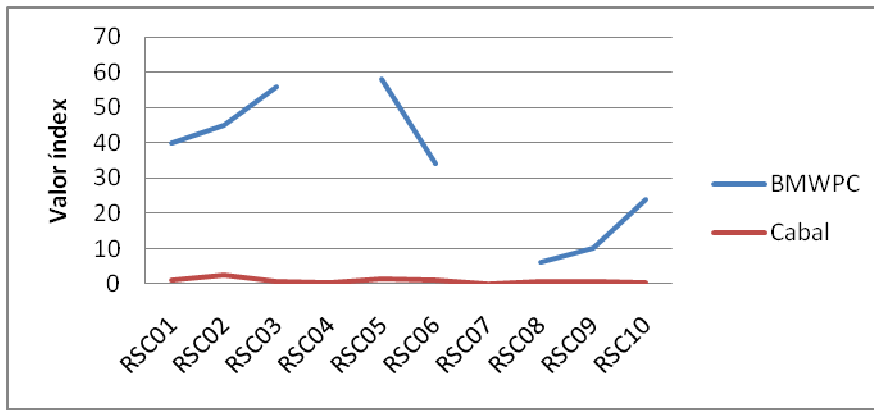


Figura 3.4. Comparació entre l'índex BMWPC i el cabal circulant. Campanya setembre 2009. Al punt RSC07 el gràfic es talla, això es degut a la manca d'informació sobre aquest punt atès que no hi havia aigua en el moment del mostreig.

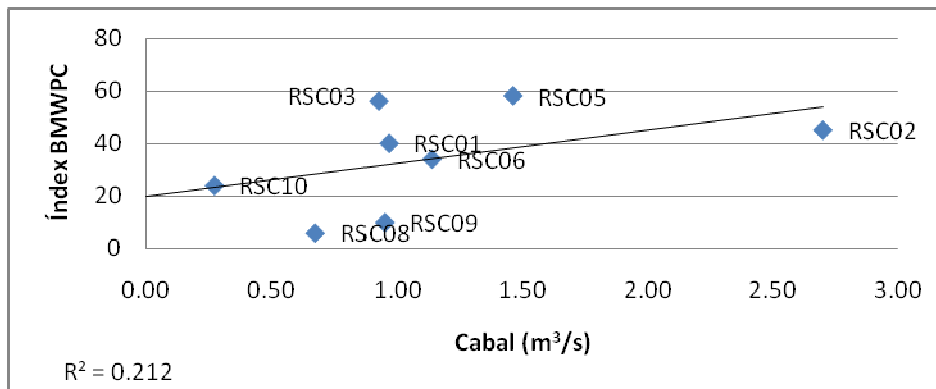


Figura 3.5. Relació entre el cabal i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.

Juntament amb les relacions descrites anteriorment, s'ha analitzat la distribució de la composició taxonòmica de la comunitat de macroinvertebrats (Figura 3.5), agrupant els ordres d'efemeròpters, plecòpters i tricòpters (E-P-T), propis de medis nets i amb alta presència de ràpids, normalment indicatius de trams de capçalera; i els mol·luscs, heteròpters i coleòpters (M-H-C), més típics d'aigües eutròfiques i més lentes, típics de tram mig-baix (Prat i Bonada, 2002 i Puig, 1999).

Com es pot observar (Figura 3.6) predomina el grup de M-H-C, indicant aigües lenítiques i amb una alta concentració en nutrients. Tot i que s'estudia la riera des del seu inici, en aquell punt, RSC01, no s'observa una alta aparició d'individus típics de capçalera.

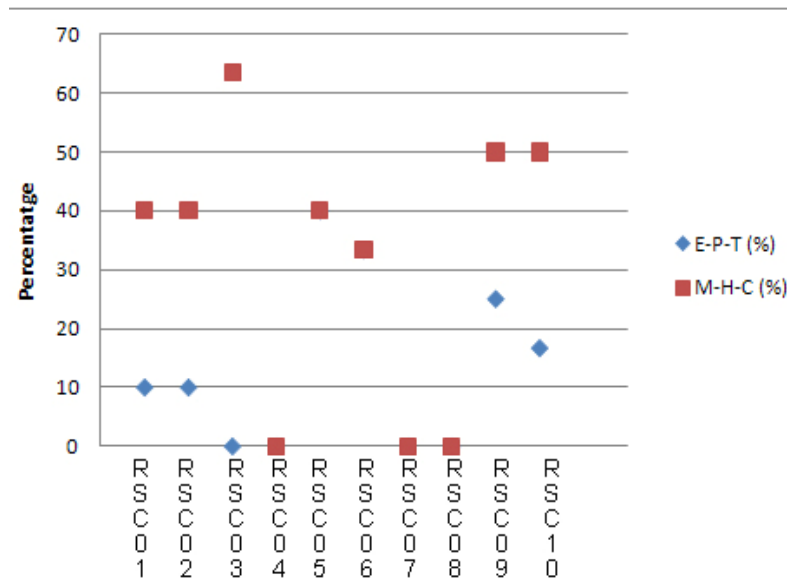


Figura 3.6. Relació entre E-P-T i M-H-C. Campanya setembre 2009. Els punt on no hi apareix el rombe de color blau, és degut a que coincideix amb el percentatge d'individus de M-H-C.

Finalment, s'ha intentat trobar una relació entre l'índex BMWPC (Taula 3.5) i els paràmetres fisicoquímics disponibles (Taula 2.3). S'han considerat nitrats, clorurs i conductivitat, com a indicadors de possibles problemes de contaminació d'origen antròpic, bé sigui per abocaments directes a la llera, o per fonts de contaminació difosa. En el cas dels nitrats, poden provocar l'eutrofització les aigües i en casos molt extrems, poden acabar impossibilitant la vida dels organismes. Pel que respecta als clorurs, són indicadors de problemes de salinització, és a dir, de més mineralització de les aigües o d'alteracions d'origen humà (Jubany, 2005).

A la Figura 3.7 i 3.10 s'observa que a mida que augmenten les concentracions de nitrats, clorurs, i conductivitat el nombre de famílies de macroinvertebrats també augmenta, fins que s'assoleixen uns valors a partir dels quals aquesta relació s'inverteix (Figura 3.8, 3.9 i 3.11.), i a mesura que augmenten les concentracions d'aquests compostos, els valors del BMWPC disminueixen. Això és degut als efectes nocius de la contaminació d'origen antròpic, del que en poden ser indicadors tots tres paràmetres. Aquest fet, es pot observar al punt RSC08, on la concertació de clorur augmenta més significativament, degut a les aportacions de la depuradora de Riudarenes, les quals fan difícil la presència de moltes famílies de macroinvertebrats. Aquest mateix comportament també es pot veure a la conductivitat (Figura 3.11).

En general s'observa que, si bé la relació entre els valors del BMWPC i els paràmetres fisicoquímics no és bona, sí que hi ha una certa tendència negativa, i a alts valors d'aquests paràmetres la qualitat biològica sol ser baixa.

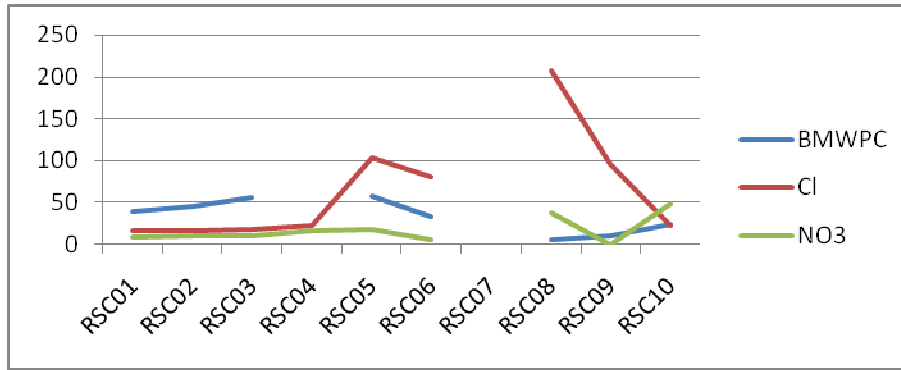


Figura 3.7. Comparació entre l'índex BMWPC i la concentració de clorur i nitrats al medi. Campanya setembre. Al punt RSC07 el gràfic es talla, això es degut a la manca d'informació sobre aquest punt atès que no hi havia aigua en el moment del mostreig.

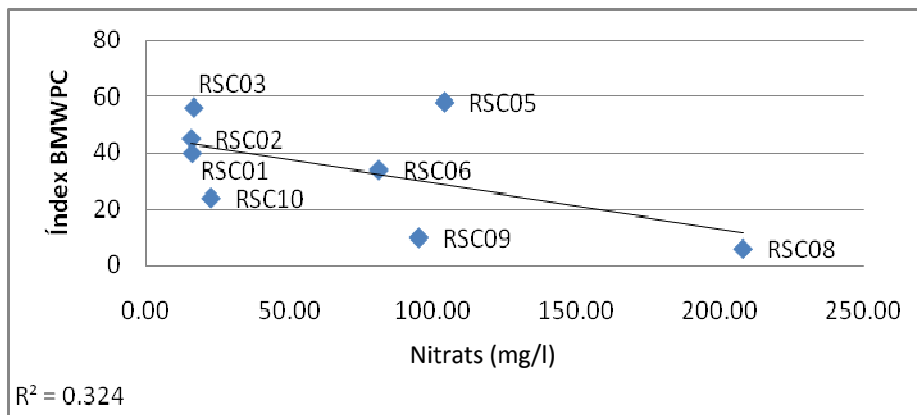


Figura 3.8. Relació entre els clorurs i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.

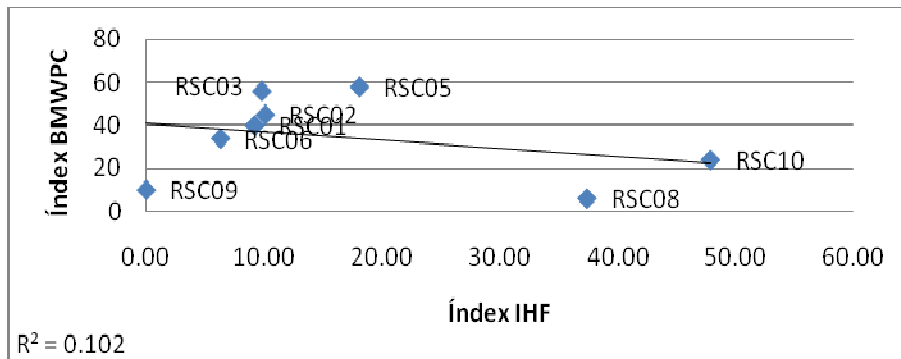


Figura 3.9. Relació entre els nitrats i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.

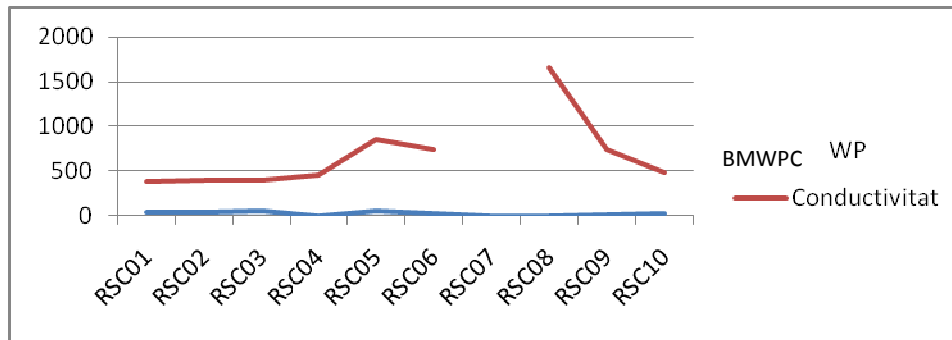


Figura 3.10. Comparació entre l'índex BMWPC i la conductivitat del medi (µS). Campanya setembre 2009. Al punt RSC07 el gràfic es talla, això es degut a la manca d'informació sobre aquest punt atès que no hi havia aigua en el moment del mostreig.

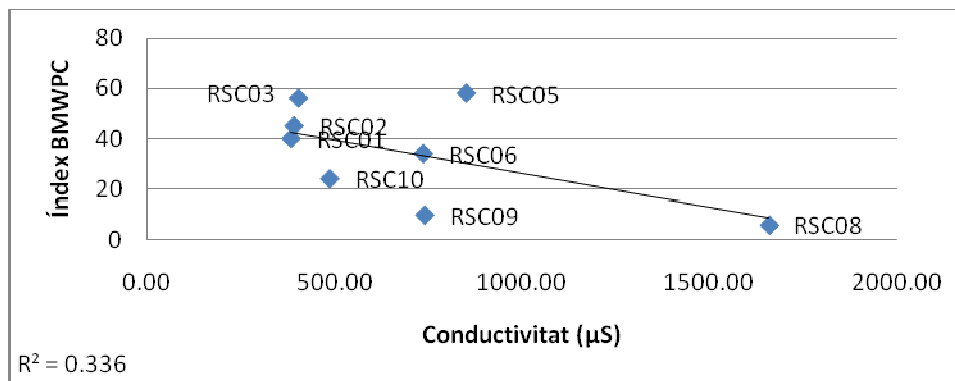


Figura 3.11. Relació entre la conductivitat i l'índex BMWPC. Campanya setembre 2009.

▪ SEGONA CAMPANYA

Durant l'últim període mostrejat l'índex BMWPC ha millorat en tots els punts, excepte en el RSC08 (Taula 3.6). Al punt RSC08, no s'han produït diferències entre campanyes, ja que tan les limitacions físiques del medi, com els problemes de contaminació d'aquest punt no permeten la presència de famílies de macroinvertebrats amb valoracions altes en aquest índex biològic. La meteorologia, més plujosa, ha quedat reflectida en el cabal. Fet que ha afavorit la presència de moltes més famílies que en la primera època de mostreig (Figura 3.12). A més, això també ha fet diluir la contaminació, com ja s'ha comentat a l'anàlisi hidroquímica.

Ordre	Familia	BMWPC	ABRIL 2010									
			RSC01	RSC02	RSC03	RSC04	RSC05	RSC06	RSC07	RSC08	RSC09	RSC10
Nematoda			1							1		1
Mollusca	Lymnaeidae	3	1	1	1	1		1				
	Bithyniidae	3	1			1			1			1
	Physidae	3	1	1	1	1	1	1	1		1	1
Copepode		3				1		1			1	
Ostracoda		3		1								1
Hydracarina		4								1		
Ephemeroptera	Baetidae	5	1	1	1	1	1	1	1		1	1
	Caenidae	5		1	1	1	1	1			1	1
	Heptageniidae	10			1		1					
Plecoptera	Chloroperlidae	10						1				
Odonata	Aeshnidae	8	1	1			1					
	Calopterygidae	8	1		1	1		1				
	Cordulegasteridae	8			1							
	Gomphidae	8	1	1								
	Lestidae	8		1								
	Libellulidae	8							1		1	
	Coenagrionidae	6									1	
Heteroptera	Gerridae	3	1	1	1	1	1	1			1	1
	Notonectidae	3						1			1	
Coleoptera	Elmidae	7			1		1		1			
	Dytiscidae	3		1		1					1	1
	Hydraenidae	7										1
	Hydrophilidae	3									1	1
	Halipiidae	4	1	1								
Diptera	Chironomidae	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Simuliidae	4	1					1				1
	Limoniidae	4			1							
	Tipulidae	4				1		1				1
Tricoptera	Limnephilidae	7	1	1	1	1		1				
	Lepidostomatidae	10							1		1	1
	Total families		13	13	12	12	8	13	7	3	12	14
	Valor index		55	52	55	49	43	60	38	6	54	55
	Observacions			a)				b)				

Taula 3.6. Resultats obtinguts del càlcul de BMWPC. Campanya abril 2010. Llegendes: a) caixes de tricòpters buides; b) Gambaridae.

S'han trobat 31 famílies de macroinvertebrats, els que més apareixen a les estacions mostrejades, són els quironòmids es troben en totes les estacions; els bêtids a totes, exceptuant al punt RSC08; i seguidament, els físids i gèrrids que apareixen en 8 de les 10 estacions. També

cal destacar la presència dels cènids en 7 punts de mostreig. Aquest grup de famílies de macroinvertebrats són bastant comunes de trobar als espais fluvials i no són gaire indicatives de bona qualitat a l'aigua (Annex11).

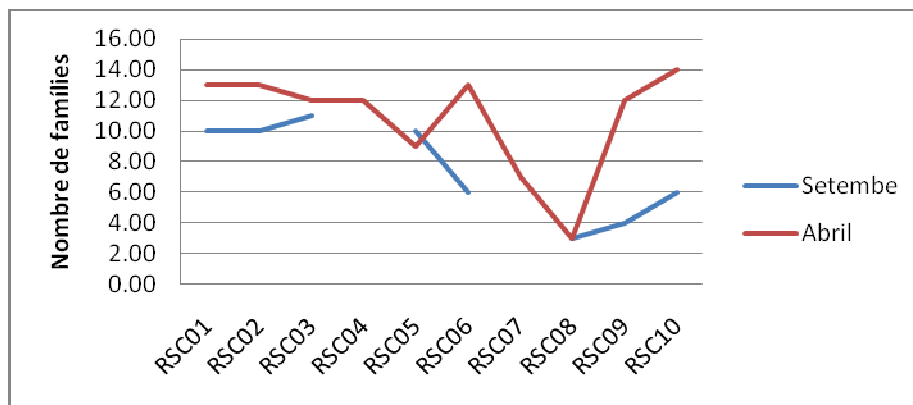


Figura 3.12. Comparació del nombre de famílies trobades a les dues campanyes.

D'altra banda, la presència de famílies menys abundants, trobades en 3-5 estacions de mostreig, com calopterígids, limnefilids i lepidostomàtids amb rangs de BMWPC de 8, 7 i 10 respectivament, fan augmentar els valors de qualitat biològica d'aquests punts en comparació de la primera campanya.

Finalment, continuen observant-se d'altres famílies, però de forma aïllada, com és el cas de hidràcars i les famílies de cloroperlòdids, cordulegastèrids, lèstids, cenàgrids, hidraènids i limònids. A l'annex 11 es poden veure les característiques de cada família.

Al fer la comparativa per veure la relació IHF vs BMWPC (Figura 3.13 i 3.14), s'obtenen els mateixos resultats que al setembre. Així doncs, es corrobora l'existència d'una relació positiva entre la qualitat de l'hàbitat i l'índex BMWPC.

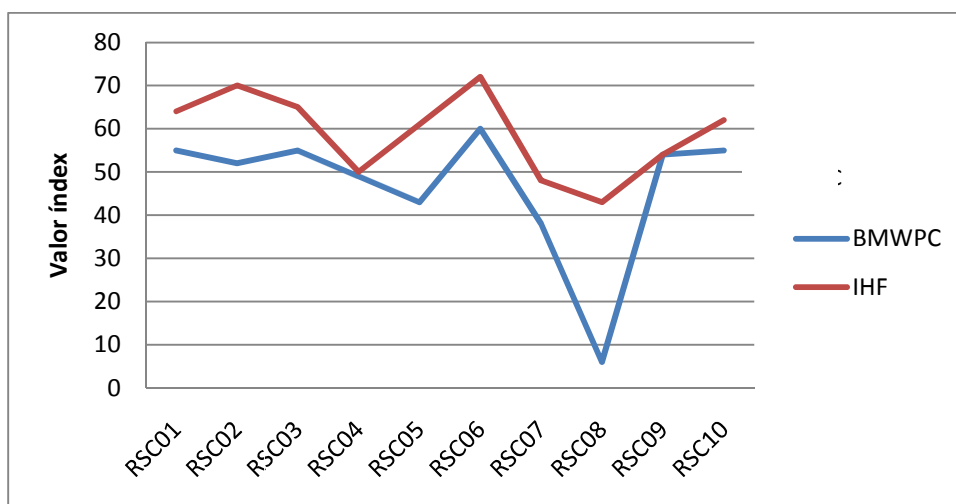


Figura 3.13. Comparació entre l'índex BMWPC i IHF. Campanya abril 2010.

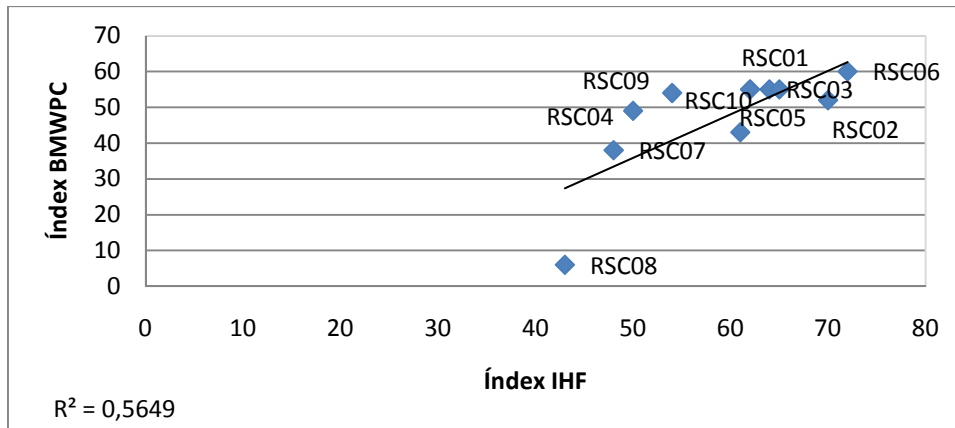


Figura 3.14. Relació entre l'índice BMWPC i IHF. Campanya abril 2010.

En l'estudi de la relació entre l'índice BMWP i el cabal, s'observa (Figura 3.14 i 3.15) que la distribució i existència de les diferents famílies pot estar condicionada, en certa mesura, pel cabal circulat, si bé la relació que existeix, no és gaire forta. Donat que en punts on el cabal augmenta més considerablement, l'índice també ho fa, però més relativament.

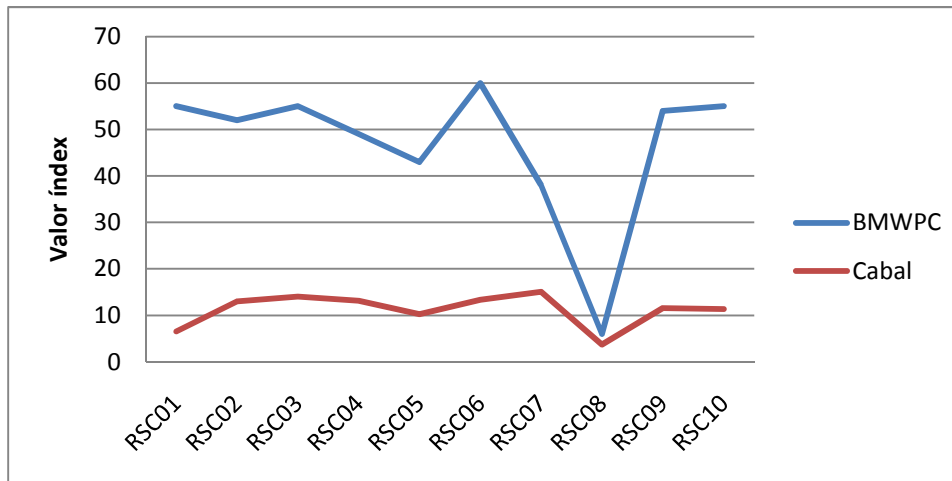


Figura 3.15. Comparació entre l'índice BMWPC i el cabal circulat. Campanya abril 2010.

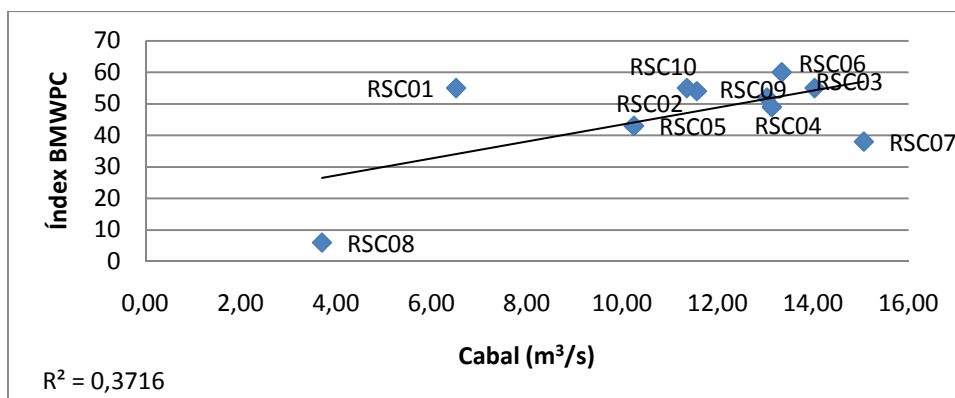


Figura 3.16. Relació entre l'índice BMWPC i el cabal circulat. Campanya abril 2010.

Observant la figura 3.16, es veu que torna a predominar el grup dels M-H-C davant dels E-P-T. Tot i que aquest cop s'observa un major percentatge en ambdós grups, la presència de E-P-T és

més notable que al setembre, això pot ser indicatiu de que les aigües porten menys contaminants associats, però també que la velocitat a la que circula el cabal és més elevada que a l'anterior campanya, permetent així més ràpids i la seva aparició.

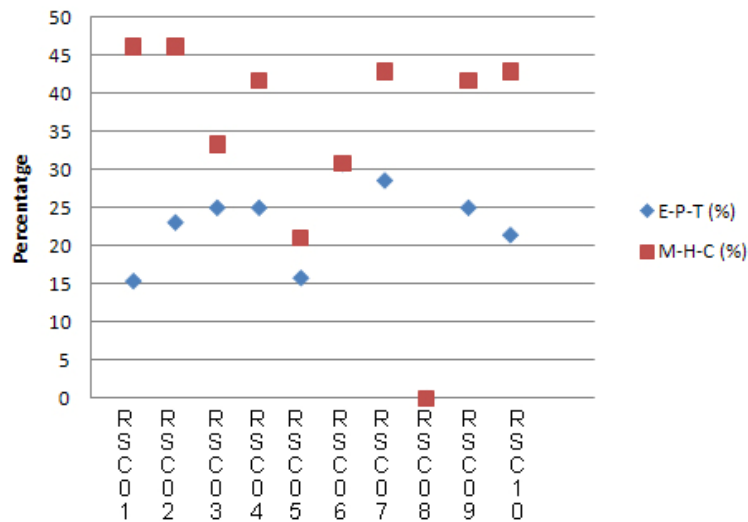


Figura 3.17. Relació entre E-P-T i M-H-C. Campanya Abril 2010. Els punt on no hi apareix el rombe de color blau, és degut a que coincideix amb el percentatge d'individus de M-H-C.

Comparant ara les dades biològiques (Taula 3.6) amb els fisicoquímiques (Taula 2.6), s'observen els mateixos efectes negatius que s'han anat comentant durant la primera campanya, però en menor grau (Figura 3.18), ja que no hi ha una concentració de nitrats a nivells d'eutròfia. El mateix passa amb els clorurs i la conductivitat, que en la major part dels casos han disminuït (Figura 3.19, 3.21 i 3.22). D'altra banda, en el punt RSC08 es continuen donant nivells elevats de clorurs, indicant així la presència d'aigua de depuradora i disminuint la qualitat de punt en general. Destacar que la disminució del contingut de nitrats fa canviar la relació entre els nitrats i l'índex BMWPC, fent que aquesta sigui positiva, quan al setembre, era negativa com en el cas dels altres paràmetres analitzats (Figura 3.20). Aquest fet indica que les concentracions de nitrats en aquesta campanya no són un factor limitant de la qualitat biològica de les aigües.

També destacar la diferència que es produeix en el valor de l'índex al punt RSC05, a la primera campanya és de millor qualitat que a la segona, encara que la disminució és relativament baixa. Aquest fet està associat a l'aigua que aporta la falla de Santa Coloma. Durant la primera campanya l'efecte d'aquesta és més notori, ja que a la segona l'aigua de pluja fa disminuir la seva influència, afavorint així l'aparició de famílies de pèrlids com el cloropèrlids, característics d'aigües netes però amb una certa concentració de clorur, aquest aportat per l'aigua regional provinent de la falla.

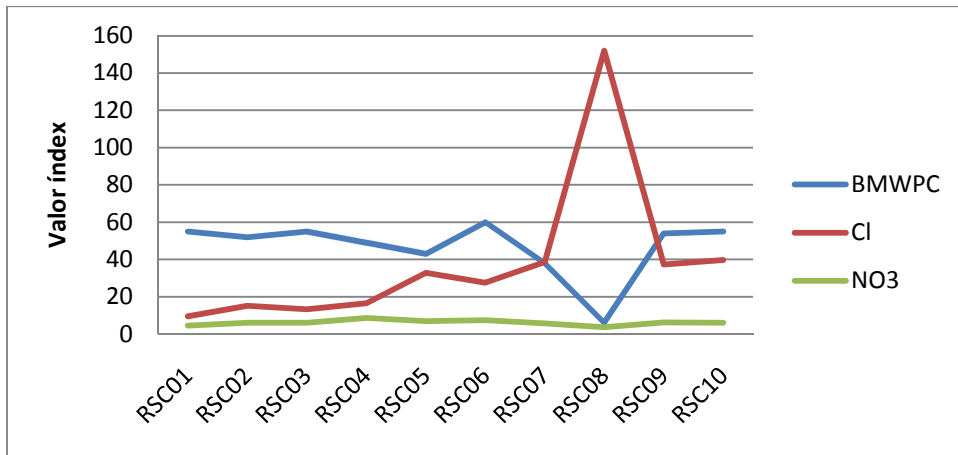


Figura 3.18. Comparació entre l'índex BMWPC i la concentració de clorur i nitrat al medi. Campanya abril 2010.

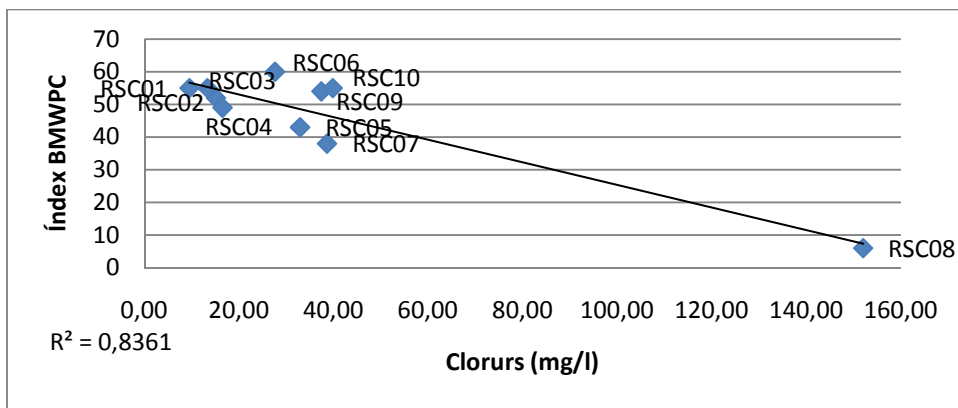


Figura 3.19. Relació entre l'índex BMWPC i els clorurs. Campanya abril 2010.

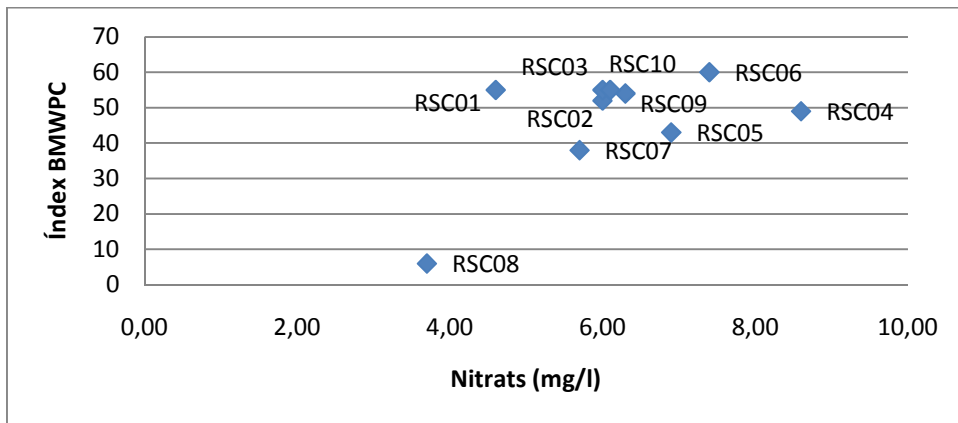


Figura 3.20. Relació entre l'índex BMWPC i els nitrats. Campanya abril 2010.

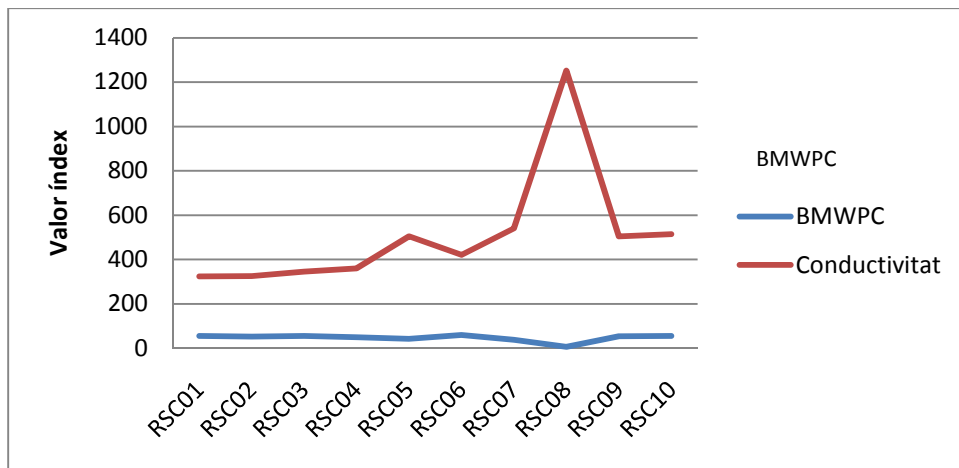


Figura 3.21. Comparació entre l'índex BMWPC i la conductivitat del medi. Campanya abril 2010.

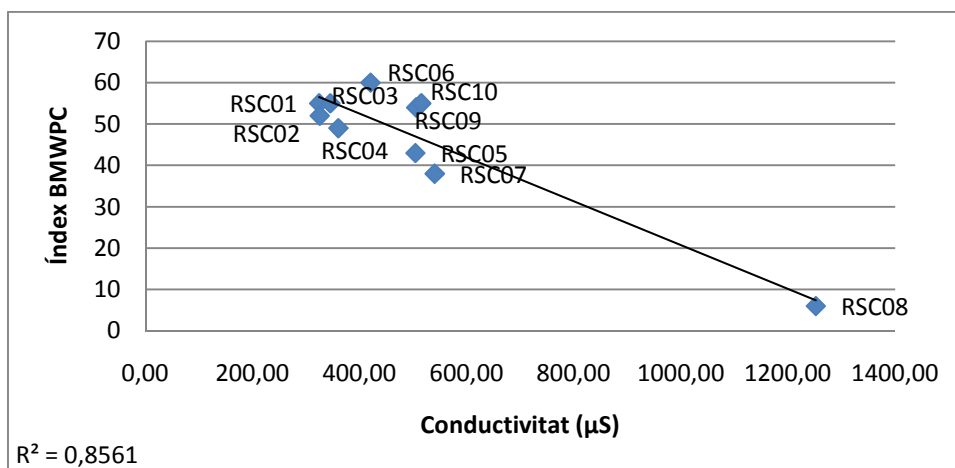


Figura 3.22. Relació entre l'índex BMWPC i la conductivitat. Campanya abril 2010.

A més, com que durant aquesta segona campanya s'ha mesurat l'oxigen dissolt, s'ha pogut comprovar com afecta aquest als macroinvertebrats. Quan es produeix una disminució de la concentració de l'oxigen dissolt acostuma a ser provocat per una alta activitat biològica o per un augment en nutrients a la riera, és a dir, per contaminació (Puig, 1999).

En línies generals, es veu (Figura 3.23) que les variacions entre l'oxigen dissolt i el nombre de famílies està relacionat. A mida que aquest disminueix també ho fa l'índex BMWPC, atès a que la disponibilitat d'oxigen és un factor limitant per a la vida. També es pot veure que els nivells d'oxigen dissolt més adequats a la Riera de Santa Coloma per als macroinvertebrats es troben entre el 68 i 75%, afavorint l'aparició del efemeròpters i tricòpters, que necessiten ambients més airejats, indicant així, un millor estat de l'aigua (CIESE, 2010).

Els punts amb percentatge d'oxigen dissolt més baix, fora del rang òptim trobat per la riera, presenten menor nombre de famílies (RSC04, RSC07 i RSC08), aquesta disminució es deu a que són punts amb més càrrega de matèria orgànica al medi, sobretot el punt RSC08, i per tant, hi ha una elevada taxa d'oxigen consumit per part dels microorganismes descomponedors, fent disminuir l'oxigen disponible.

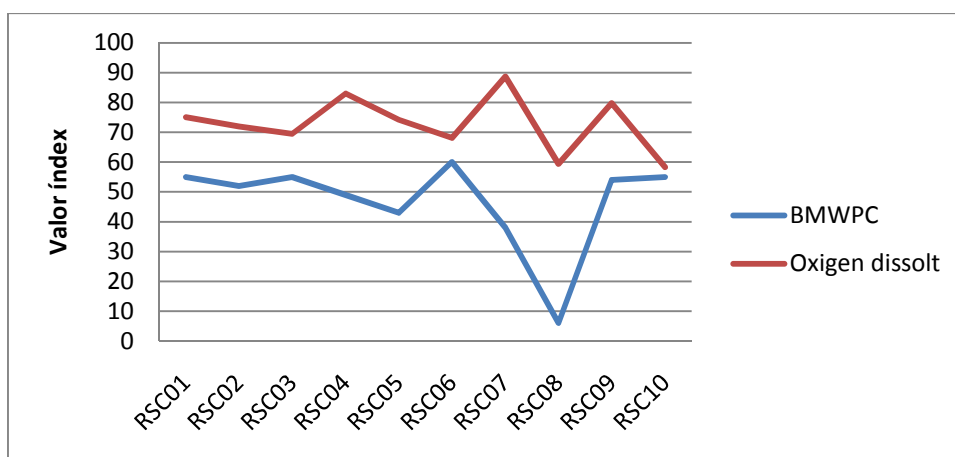


Figura 3.23. Relació entre l'oxigen dissolt (%) i l'índex BMWPC. Campanya Abril 2010.

3.1.4 ECOSTRIMED

▪ PRIMERA CAMPANYA

Els valors de l'índex Ecostimed són baixos, atès que aquest índex és molt exigent i demana alts valors tant de BMWPC com de QBR per obtenir nivells adequats. S'observa (Taula 3.8) que encara que es tinguin nivells alts de QBR si això no passa també amb el BMWPC no es donen qualitats bones. Així doncs, cap dels punts estudiats obté una qualitat bona. El nivell de màxima qualitat que s'obté a la riera és el mediocre, als punts RSC03 i RSC05. El punt RSC01 i RSC02 la presenten dolenta i la resta pèssima.

Punts	BMWPC	QBR	ECOSTRIMED
RSC01	40	70	Dolent
RSC02	45	50	Dolent
RSC03	56	80	Mediocre
RSC04	0	30	Pèssim
RSC05	58	80	Mediocre
RSC06	34	55	Pèssim
RSC07	0	25	Pèssim
RSC08	6	20	Pèssim
RSC09	10	75	Pèssim
RSC10	24	70	Pèssim

Taula 3.7. Resultats obtinguts del càlcul de l'ECOSTRIMED. Campanya setembre 2009.

▪ SEGONA CAMPANYA

Com s'ha comentat amb anterioritat, aquest índex és el resultat del BMWPC i QBR, i com ja s'ha vist la majoria de punts han tingut una evolució positiva sobretot pel BMWPC, ja que el QBR no ha variat tant. S'observa així, (Taula 3.9) una millora dels nivells de l'índex ECOSTRIMED en alguns punts con el RSC04, RSC06, RSC09 i RSC10.

Punts	BMWPC	QBR	ECOSTRIMED
RSC01	55	70	Dolent
RSC02	52	60	Dolent
RSC03	55	80	Mediocre
RSC04	49	45	Dolent
RSC05	43	85	Mediocre
RSC06	60	60	Dolent
RSC07	38	25	Pèssim
RSC08	6	20	Pèssim
RSC09	54	80	Dolent
RSC10	55	75	Dolent

Taula 3.8. Resultats obtinguts del càlcul de l'ECOSTRIMED. Campanya abril.

Tots els resultats obtinguts en quant a índex biològics queden resumits a l'annex 9 (campanya setembre) i annex 10 (campanya abril).

3.2 CONCLUSIONS

Els índex biològics utilitzats en aquest estudi denoten la baixa qualitat ambiental del sistema durant la primera campanya, degut als baixos cabals i als efectes negatius que produeix la contaminació d'origen antròpic de l'aigua, limitant així la presència de moltes famílies de macroinvertebrats; però també l'efecte d'aquest cabal en la limitació en la presència dels hàbitats físics, que s'observa amb una clara relació positiva entre l'índex IHF i el BMWPC.

El punt que presenta millor qualitat en quant a hàbitat fluvial és el RSC06, encara que no ho és per la resta d'índex estudiats. Pel que fa al QBR trobem com a punts amb màxima qualitat el RSC03 i RSC05, i pel que fa al BMWPC el RSC03 ho és a les dues campanyes, mentre que el RSC05, només ho és a la primera. Aquest fet es pot atribuir a l'aportació d'aigua per part de la falla en aquest punt, no tan sols afavorint amb un augment del cabal, sinó produint també una alteració química, en aquest cas favorable per a la presència dels macroinvertebrats. Durant la campanya d'abril, aquest efecte queda pal·liat per les pluges i és el punt RSC06 el que presenta un índex més elevat, juntament al punt RSC03.

Durant la segona campanya s'ha pogut comprovar que la disponibilitat de l'aigua és un factor limitant per als macroinvertebrats, ja que afecta al seu hàbitat en termes de qualitat i quantitat d'aigua.

4. Conclusions

Al fer la comparació entre paràmetres fisicoquímics i biològics, s'observa que:

- La relació riu-aqüífer dominant és influent durant tot l'any. Això fa que no hi hagi aportació subterrània d'aigua de l'aqüífer superficial cap a la riera, fent que la qualitat disminueixi, tant a nivell fisicoquímico com biològic. Aquest fet és més notori a la època seca (setembre). Tot i així, hi ha alguns trams del riu que es recarreguen a través de les aportacions de sistemes de flux més profunds, fent que la qualitat en aquests trams sigui més alta que a les zones que els envolten.
- Els nivells freàtics varien poc entre campanyes i tenen poc efecte a la riera. Per altra banda, els pous d'abastament (Santa Coloma de Farners i Riudarenes) creen un estrès a l'ecosistema fluvial durant els mesos d'estiu. Atès al clima mediterrani que presenta la zona d'estudi, on les precipitacions disminueixen pronunciadament, la riera es veu afectada, perdent un gran volum de cabal, i fins i tot, quedant seca en alguns trams de caràcter influent.
- A nivell fisicoquímico s'han observat diferents fàcies hidroquímiques indicant els diferents orígens de l'aigua i l'evolució d'aquesta. S'ha vist la importància del flux regional en la recàrrega de la riera i/o de la connectivitat hidràulica. En aquest sentit, si bé a la riera no es produeix una entrada d'aigua procedent de l'aqüífer al·luvial, sí que rep aportacions de les fractures situades just a sota.
- La disponibilitat i la qualitat de l'aigua juguen un paper molt important alhora d'establir-se la comunitat dels macroinvertebrats, juntament amb la diversitat d'hàbitats.
- Les obres associades al TAV tenen un efecte negatiu sobre la riera, ja que han fet desaparèixer tota la vegetació de ribera al marge més proper a aquesta al punt RSC07.
- Els punts que presenten millors condicions fisicoquímiques també són els que han obtingut valors més alts dels índex biològics calculats. Així doncs, punts amb un cert grau de contaminació, com el RSC08, presenten nivells dolents en quant a índex biològics. I per contra, s'observa que punts amb qualitat hidroquímica més alta, també presenten índex biològics més alts (és el cas del punt RSC03 o RSC05).
- L'aigua que circula a través de les fractures del granit i que manté el cabal de la riera en determinades estacions de l'any, afavoreix una millora de la qualitat fisicoquímica, permetent així una millora dels índex biològics (RSC05, RSC09 i RS10) a la campanya de setembre respecte els altres trams estudiats.

5. Propostes de millora

Un cop analitzada la zona d'estudi i observats els punts fort i febles, el més important per conservar el bon estat ecològic de la riera és mantenir-ne el cabal. S'hauria d'intentar conservar un règim de cabals naturals durant tot l'any, pal·liant així els efectes de l'assecamment de la riera induït per l'extracció d'aigües subterrànies. D'aquesta manera, les comunitats de macroinvertebrats no es veurien tan afectades per la disminució del cabal. És a dir, cal establir el cabal ecològic per a la riera. Per això aquesta hauria de ser la tasca primordial en la gestió de la riera de Santa Coloma.

Per aconseguir aquest objectiu, caldria un seguiment i/o anàlisi a llarg termini dels paràmetres estudiats en aquest projecte: piezometria, cabal i índex biològics, de forma continua. Per tenir un major coneixement hidrològic a nivell estacional, juntament amb una millora en els estudis per caracteritzar la geologia de la zona.

A més, en aquest estudi només es té en compte la composició biològica, exhaustiva, en quant a macroinvertebrats aquàtics, pel que no es coneix l'estat d'altres organismes com són les diatomees, peixos, amfibis, aus, mamífers i plantes superiors. Per aquest motiu, caldrien estudis previs i alguns cens, centrats en la riera, per caracteritzar l'estat d'aquestes poblacions que segurament, també deuen patir situacions d'estrès degut a l'estacionalitat del cabal i els efectes antropogènics o fins i tot trobar-se en regressió. A més de trobar-se desplaçades pels organismes invasors.

Per intentar disminuir tots aquests efectes nocius, un cop establerts els cabals ecològics també caldria netejar aquelles zones més afectades per abocaments incontrolats puntuals i fins i tot eliminar progressivament les espècies invasores per així afavorir un ecosistema fluvial propi dels rius mediterranis. I poc a poc anar reintroduint totes aquelles espècies pròpies dels medis fluvials, com per exemple el cranc de riu.

Per acabar, s'espera que un cop finalitzades les obres del TAV es prenguin les mesures adequades per recuperar el marge més afectat i millorar així la qualitat i connectivitat fluvial.

6. Bibliografia

Llibres i articles

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (ACA). (2002). Desenvolupament d'un model matemàtic per a la gestió dels aqüífers al·luvials i fluvideltàics de la Tordera. *Generalitat de Catalunya*. Barcelona.

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (ACA). (2004). Informe dels treballs de base per desenvolupa el programa de gestió de l'aqüífer de la riera de Santa Coloma. *Generalitat de Catalunya*. Barcelona.

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (ACA). (2006). Hidrologia i balaç de recursos de l'aqüífer al·luvial de la riera de Santa Coloma: anàlisi d'alternatives i de mesures d'actuació en relació al proviment municipal de Sta Coloma de Farners i Riudarenes (la Selva). *Generalitat de Catalunya*. Barcelona.

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. (2009). Recopilació de dades i treballs de camp per definir el model conceptual dels aqüífers principals del sector nord-est del subistema Tordera. Informe final. *Generalitat de Catalunya*. Bcelona.

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (2010₂). Model numèric del flux d'aigua subterrània associat a la riera de Sana Coloma (CTN0802572). *Generalitat de Catalunya*. Barcelona.

ALBA-TERCEDOR, J.; JÁIMEZ-CUÉLLAR, P.; VIVAS, S.; BONADA, N.; ROBLES, S.; MELLADO, A.; ÁLVAREZ, M.; AVILÉS, J.; CASAS, J.; ORTEGA, M.; PARDO, I.; PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; SÁINZ-CANTERO, C.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A.; SUÁREZ, M. L.; TORO, M.; VIDAL-ABARCA, M. R.; ZAMORA-MUÑOZ, C.;. (2002). Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnética*, 21(3-4): 175-185.

ALCALÁ, F.J.; CUSTODIO, E. (2008). Atmospheric chloride deposition in continental Spain. *Hydrological processes* 22, 3636-3650.

ALCALÁ, F.J.; CUSTODIO, E. (2008₁). Using Cl/Br ratio as a tracer to identify the origin of salinity in aquifers in Spain and Portugal. *Journal of Hydrology* 359, 189-207.

BENITO, G; 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.

CUSTODIO, E.; HERRERA, C. (2000). Utilización de la relación Cl/Br como trazador hidrogeoquímico en hidrología subterránea. *Boletín Geológico y Minero* 111-4, 49-68. Instituto Geológico y Minero de España, Spain.

DOMENICO, P; SCHWARTZ, F. (1997). Physical and Chemical Hydrogeology. *Westford : John Wiley & Sons*. New York.

ESCUDER, R.; FRAILE, J.; SALVADOR, J.; RIBERA, F.; SÁNCHEZ-VILA, X.; VÁZQUEZ-SUÑÉ, E. (2009). Hidrogeología. Conceptos básicos de hidrogeología subterránea. *Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea*. Barcelona.

- FOLCH, A; ROLDÁN, R. (2003). Estudio hidrogeológico de los acuíferos de la riera de Santa Coloma de Farners. *Fundación Centro Internacional de Hidología Subterránea*. Barcelona.
- FOLCH, A. (2010). Geological and human influences on groundwater flow systems in range-and basin areas: the case of the Selva Basin (Catalonia, NE Spain). PhD dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona.
- FOLCH, A; MAS-PLA, J. (2008). Hydrogeological interactions between fault zones and alluvial aquifers in regional flow systems. *Hydrological Processes* 22, 3476-3487.
- FREEZE, R.A; CHERRY, J. (1979). Groundwater. *Prentice Hall*. Toronto.
- GEOSERVEI. (2000). Actualització i catografia hidrogeològica del sistema flúvioi-deltaic del curs mitjà i baix del riu Tordera. Projecte elaborat per a l'Agència Catalana de l'Aigua. Memòria, plànols i annexos. 72p. Inèdit.
- GÓMEZ, A. (2009). Condicions socioecològiques de la riera d'Arbúcies pel entorn de la Llúdriga (*Lutra lutra*). Projecte final de carrera, Ciències Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- GREENBERG, E.; TRUSSEL, R.; CLESCERI, L. (1985). Standard methods for the examination of water and wastewater. *American Public Health Association*. Washington.
- GRIGSBY, C.O. (1983). Personal communication, letter from Los Alamos National Laboratory, New Mexico.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). (1993). Estudio hidrogeológico de la Selva. Síntesi. *Secretaria General de la Energia y Recursos Minerales. Ministerio de Industria y Energia*. Madrid.
- JÁIMEZ-CUÉLLAR, P.; VIVAS, S.; BONADA, N.; ROBLES, S.; MELLADO, A.; ÁLVAREZ, M.; AVILÉS, J.; CASAS, J.; ORTEGA, M.; PARDO, I.; PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; SÁINZ-CANTERO, C.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A.; SUÁREZ, M. L.; TORO, M.; VIDAL-ABARCA, M. R.; ZAMORA-MUÑOZ, C.; ALBA-TERCEDOR, J. (2002). Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnética*, 21(3-4): 187-204.
- JÁIMEZ-CUÉLLAR, P.; MUNNÉ, A.; VIVAS, S.; BONADA, N.; ÁLVAREZ, M.; AVILÉS, J.; CASAS, J.; PARDO, I.; PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; SÁINZ-CANTERO, C.; SÁNCHEZ-MONTOYA, M. M.; SUÁREZ, M. L.; TORO, M.; VIDAL-ABARCA, M. R.; SALINAS, M. J.; ALBA-TERCEDOR. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnética*, 21(3-4): 135-148.
- JÁIMEZ-CUÉLLAR, P.; MUNNÉ, A.; VIVAS, S.; BONADA, N.; ÁLVAREZ, M.; AVILÉS, J.; CASAS, J.; PARDO, I.; PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; SÁINZ-CANTERO, C.; SÁNCHEZ-MONTOYA, M. M.; SUÁREZ, M. L.; TORO, M.; VIDAL-ABARCA, M. R.; ALBA-TERCEDOR.; MORENO, J. L.; MOYÁ, G. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnética*, 21(3-4): 115-133.
- JUBANY, J. (2008). Seguiment de la qualitat biològica de l'aigua de la Tordera mitjançant la comunitat de macroinvertebrats. A: BOADA, M; MAYO, S; MANJA, R. [Cur.]. Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera. *Institució Catalana d'Història Natural*, p. 303-326. Barcelona.

- MARTÍNEZ, P.E.; MARTÍNEZ, P.; CASTAÑO, S. (2005). Fundamentos de Hidrogeología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- MARSIÑACH, A. (2009). Anàlisi de la relació ri-aqüífer al crus mitjà del riu Tordera. Treball de màster en Estudi Ambientals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- MAYO, S; GÓMEZ, F. J; MAS-PLA, J. (2008). Caracterització de la conca de la Tordera. A: BOADA, M; MAYO, S; MANJA, R. [Cur.]. Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera. *Institució Catalana d'Història Natural*, p. 17-40. Barcelona.
- MAS-PLA, J.; MENCIO, A. (2008). Estudi hidrològic de la Tordera: elements per al segiment de la biodiversitat i gestió de l'aigua. A: BOADA, M; MAYO, S; MANJA, R. [Cur.]. Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera. *Institució Catalana d'Història Natural*, p. 245-274.
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; RIERADEVALL, M.; PRAT, N. (1998). Índex QBR. Mètode per a l'avaluació de la qualitat dels ecosistemes de ribera. *Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient*. Barcelona.
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; RIERADEVALL, M.; PRAT, N.; BONADA, N. (2000). ECOSTRIMED. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis. *Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient*. Barcelona .
- MUNNÉ, A.; SOLA, C.; PRAT, N. (2006). Estado ecológico de los ríos en Catalunya. Diagnóstico del riesgo de incumplimiento de los objetivos de la DMA. *Tecnología del Agua*, 273: 30-46.
- MENCIO, A. (2006). Anàlisi multidisciplinària de l'estat de l'aigua a la depressió de la Selva. PhD dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (MOPU). (1985). Plan Hidrológico del Pirineo Oriental. E.E.2 Estudio complementario sobre aguas subterráneas. Zona 5 - La Selva. Síntesis Hidrogeológica. *Dirección General de Obras Hidráulicas*. Madrid.
- NEGRE, C.; MAS-PLA, J.; MENCIO, A. (2004). Valoració de les aportacions naturals i antròpiques al cabal en el curs mig del riu Tordera (CIC) i connotacions ambientals derivades. Congrés Ibèric de Gestió i Planificació de l'Aigua. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- NORDSTROM, D.K., LINDBLOM, S., DONOHOE, R.J. AND BARTON, C.C.(1989). Fluid inclusions in the Stripa granite and their possible influence on the groundwater chemistry. *Geochemica et Cosmochimica Acta* 53, 1741-1755.
- ORTIZ, J.; ORDEIX, M.; BRETXA, E.; SELLARÈS, N.; GILI, S.; MUNNÉ, A.(2009). Espiadimonis, nàiades, sabaters i cuques de caps. Els macroinvertebrats dels rius i zones humides de Catalunya. *Museu Industrial del Ter/ Eumo Editorial*. Vic.
- PAUWELS, H., FOUILLIAC, C., CRIAUD, A. (1992). Water-rock interactions during the experiments within the geothermal hot dry rock borehole GPK 1, Soultz-sous-Forêts, Alsace, France. *Applied Geochemistry* 7, 243-255.
- PRAT, N.; M. RIERADEVALL; A. MUNNÉ, C. SOLÀ.; G. CHACÓN (1996): *La qualitat ecològica del Besòs i el Llobregat. Informe 1994-1995. Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 1)*. Barcelona. 102 pàg. Barcelona.

PRAT, N.; BONADA, N. (2002). Resultados del proyecto GUADALMED sobre el estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica* (Vol Especial), 21 (3-4).

PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; PUÉRTOLAS, L. (2008). Els espais fluvials. Manual de diagnosi ambiental. *Diputació de Barcelona*. Barcelona .

PRAT, N.; RIERADEVAL, M.; FOTUÑO, P.; MORANTE, M.; PIÉ, G.; MIRALLES, M.; MARSINACH, A.; ORDEIX, M.; ORTIZ, J.; BRETXA, E.; SELLARÈS, N.; ACOSTA, R.; CAÑEDO-ARGÜELLES, M.; MURRIA, C.; PUNTÍ, T.; PUÉRTOLAS, L.; RÍOS B.; SÁNCHEZ, N.; VERNAKAİK, I. (2008). *La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix, la Tordera i el Ter. Informe 2007*. *Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient* (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 17).

PANNO, S.V; HACKLEY, K.C; HWANG, H.H; GREENBERG, S.E; KRAPAC, I.G; LANDSBERGER, S; D.J.O'KELLY. (2006). Characterization and Identification of Na-Cl Sources in Ground Water. *Ground water* 44, 176-187.

PIQUÉ, A. (2008). Insights into the geochemistry of F, Ba and Zn-(Pb) hydrothermal systems: examples from northern Iberian Peninsula. PhD dissertation. Universitat de Barcelona.

PUIG, M.A. (1999). El macroinvertebrats del rius catalans. Guia il·lustrada. Generalitat de Catalunya. *Departament de Medi Ambient*. Barcelona.

SÁNCHEZ, S.; PIÉ, G. (2008). Anàlisi de la diversitat i la quantitat de la vegetació de ribera a la Tordera i a la riera d'Arbúcies. A: BOADA, M; MAYO, S; MANJA, R. [Cur.]. Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera. *Institució Catalana d'Història Natural*, p. 345-374. Barcelona.

SMITH, R.L; SMITH, T.M. (2000). Elements of Ecology. 4th edition update. *Adison Wesley Longman, Inc*.

TACHET, H.; RICHOUX P.; BOURNAUD, M.; USSEGLIO-POLATERA, P.; (2002) Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. *CNRS Edition*, Paris.

VEHI, M. (2001). Geologia Ambiental de la Depressió de la Selva. PhD dissertation. Universitat Autònoma de Barcelona.

VILANOVA, E. (2004). Anàlisi dels sistemes de flux a l'àrea Gavarres-Selva-Baix Empordà. Proposta de model hidrodinàmic regional. PhD dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona.

VILANOVA, E; MENCIO, A; MAS-PLA, J. (2008). Determinación de sistemas de flujo regionales y locales en las depresiones tectónicas del Baix Empordà y la Selva (NE de España) en base a datos hidroquímicos e isotópicos. *Boletín Geológico y Minero* 119, 51-62. Instituto Geológico y Minero de España.

Adreces electròniques

AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA. (2010₁): <http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca/>. Diversos dies.

DIPUTACIÓ DE BARCELONA. PROGRAMA DE QUALITAT ECOLÒGICA DELS RIUS. (2010): http://ecobill.diba.cat/index.php?page=met4_ihf. Diversos dies de març 2010.

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA. (2010): www.icc.es. Diversos dies.

THE CENTER FOR INNOVATION AND SCIENCE EDUCATION. Análisis de la Calidad del Agua del Río Chillón Utilizando Macroinvertebrados Acuáticos:
http://www.ciese.org/curriculum/diproj2/04A/reports/Peru_FCS_4B-H2O-Viva.pdf. Diversos dies de maig 2010.

7. Paraules clau

Aqüífer: formació geològica que conté aigua en quantitats apreciables i que permet la seva circulació a través d'ella.

Bosc de ribera: Els boscos de ribera són boscos caducifolis que creixen a banda i banda dels cursos fluvials sobre sòls que, a partir d'una certa profunditat, acostumen a estar amarats d'aigua provinent del riu. Les espècies més habituals en els boscos de ribera a Catalunya són: *Populus alba*, *Fraxinus excelsior* i *Fraxinus angustifolia*, *Salix cinérea*, *Ulmus minor*, *Populus nigra* i els seus híbrids, *Salix alba*, *Salix eleagnos*, *Tamarix* sp i *Alnus glutinosa*.

Cabal: quantitat d'aigua que hi circula per un riu, varia en el temps i espai. S'expressa en m³/s.

Conca hidrogràfica: és l'espai que hi ha entre les capçaleres que formen un riu principal, o la superfície drenada per un únic sistema de drenatge natural. Es troba limitada per la divisòria d'aigües. Només fa referència a aigües superficials.

Depuradora: instal·lació on l'objectiu que es pretén assolir és millorar la qualitat de l'aigua mitjançant diferents processos.

Espècie introduïda: organisme impropï de la zona on es troba, degut a que el seu origen es troba fora de l'àrea on se'l cataloga com a tal.

Eutrofització: fenomen causat per un augment en la concentració de nutrients i/o matèria orgànica en un ecosistema aquàtic.

Indicador biològic: són organismes vegetals o animals que es veuen afectats pels canvis, físics o químics, que ocorren en el seu hàbitat natural.

Materials al·luvials: material de gra fi, propi de zones influenciades per l'aigua (rius, llacs...)

Riu: corrent d'aigua natural que porta associat un cabal.

Zona humida: segons el Conveni Ramsar, s'entén per zona humida "les extensions d'aiguamolls, pantans i torberes, o superfícies cobertes d'aigües, siguin aquestes de règim natural o artificial, permanents o temporals, estancades o corrents, dolces, salobres o salades, incloses les extensions d'aigua marina la profunditat en marea baixa no excedeixi de sis metres". Aquests ecosistemes són els que brinden a la societat un major nombre de béns i serveis, necessaris i imprescindibles pel desenvolupament de la zona i pel manteniment del patrimoni natural .

8. Pressupost

Recursos humans			
Concepte	Hores	Preu (€)/hora	Total (€)
Recerca documental	42	10	420
Treball de camp	103	14	1442
Elaboració mapes, memòria, reunions...	154	13	2002
Total (€)			3864

Taula 8.1. Pressupost dels recursos humans. IVA inclòs.

Sortides de camp				
Concepte	Preu (€)	Unitat/dia	dies	Total (€)
Combustible	0,19€/Km	181 km	18	619,02
Peatge	3,05	2	18	109,8
Dietes	9	1	18	162
Total (€)				890,82

Taula 8.2. Pressupost de les sortides de camp. IVA inclòs.

Analítiques			
Concepte	Unitat	Preu (€)	Total (€)
Cations-Anions	2	760	1520
Brom	2	567,1	1134,2
Fluor	2	340,2	680,4
Alcalinitat	2	270	540
Total (€)			3874,6

Taula 8.3. Pressupost de les analítiques. IVA inclòs.

Material fungible			
Concepte	Unitat	Preu (€)	Total (€)
Amortització dels aparells i reactius	2	40	80
Paquets de fulls	3	4	12
Tinta d'impressió	2	17,5	35
Impressió del treball	4	5	20
Format digital treball (CD)	4	0,3	0,9
Encuadernació	4	2	8
Total (€)			155,9

Taula 8.4. Pressupost del material fungible. IVA inclòs.

Cost total	
Concepte	Preu (€)
Recursos humans	3864
Sortides de camp	890,82
Analítiques	3874,6
Material fungible	155,9
Total (€) 8784,32	

Taula 8.5. Pressupost total. IVA inclòs.

Programació

Tasques realitzades	Plantejament del projecte	Sortida de reconeixement de la zona d'estudi	Preparació campanya de mostreig (materials i aparells)	Campanya de mostreig	Recerca documental	Anàlisi de les mostres	Elaboració de mapes	Elaboració de la memòria	Reunions amb el tutor (correccions, suggeriments...)	Eleboració del resum	Entrega de la memòria	Preparació de la defensa oral	Defensa oral
	Setmana								X				
Juliol 09	1												
	2	X											
	3		X										
	4								X				
Agost 09	1				X								
	2												
	3												
	4												
Setembre 09	1			X						X			
	2			X				X		X			
	3				X			X					
	4				X			X					
Octubre 09	1				X								
	2				X			X					
	3							X			X		
	4							X					
Novembre 09	1				X			X					
	2												
	3												
	4					X							
Desembre 09	1												
	2					X		X			X		
	3												
	4												
Gener 10	1												
	2									X			
	3									X			
	4												
Febrer 10	1												
	2									X	X		
	3												
	4									X			
Març 10	1				X					X	X		
	2												
	3												
	4												
Abril 10	1		X					X		X	X		
	2		X										
	3				X					X			
	4				X					X			
Maig 10	1				X	X					X		
	2						X	X		X			
	3						X	X		X			
	4					X	X	X		X			

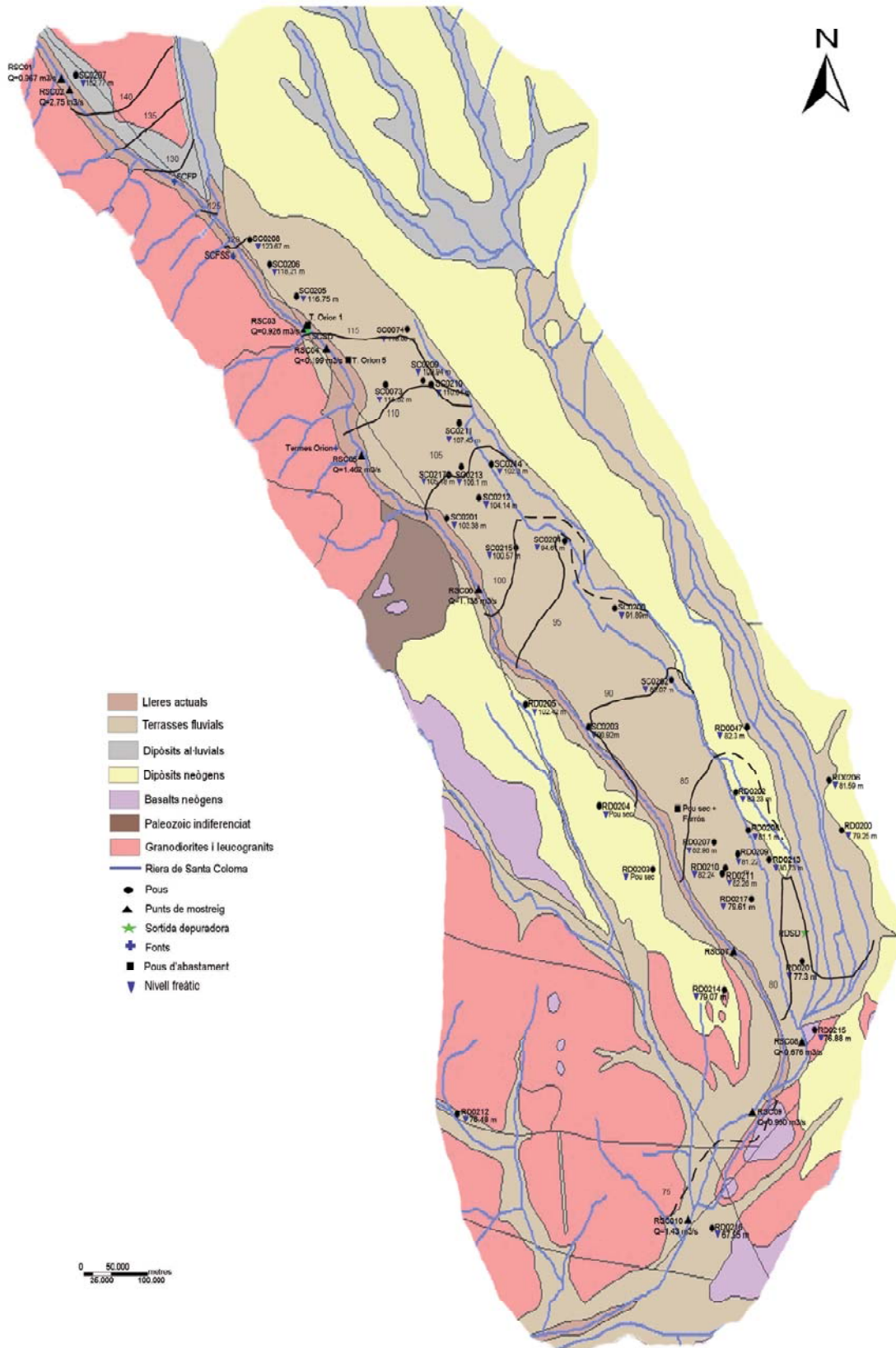
Juny 10	1	X	X			
	2	X		X		
	3	X	X	X		
	4	X	X		X	
Juliol 10	1					X
	2		X			X
	3					
	4					X

Taula 9.1. Programació de les tasques realitzades durant la realització del projecte.

Annexes

ANNEX 1

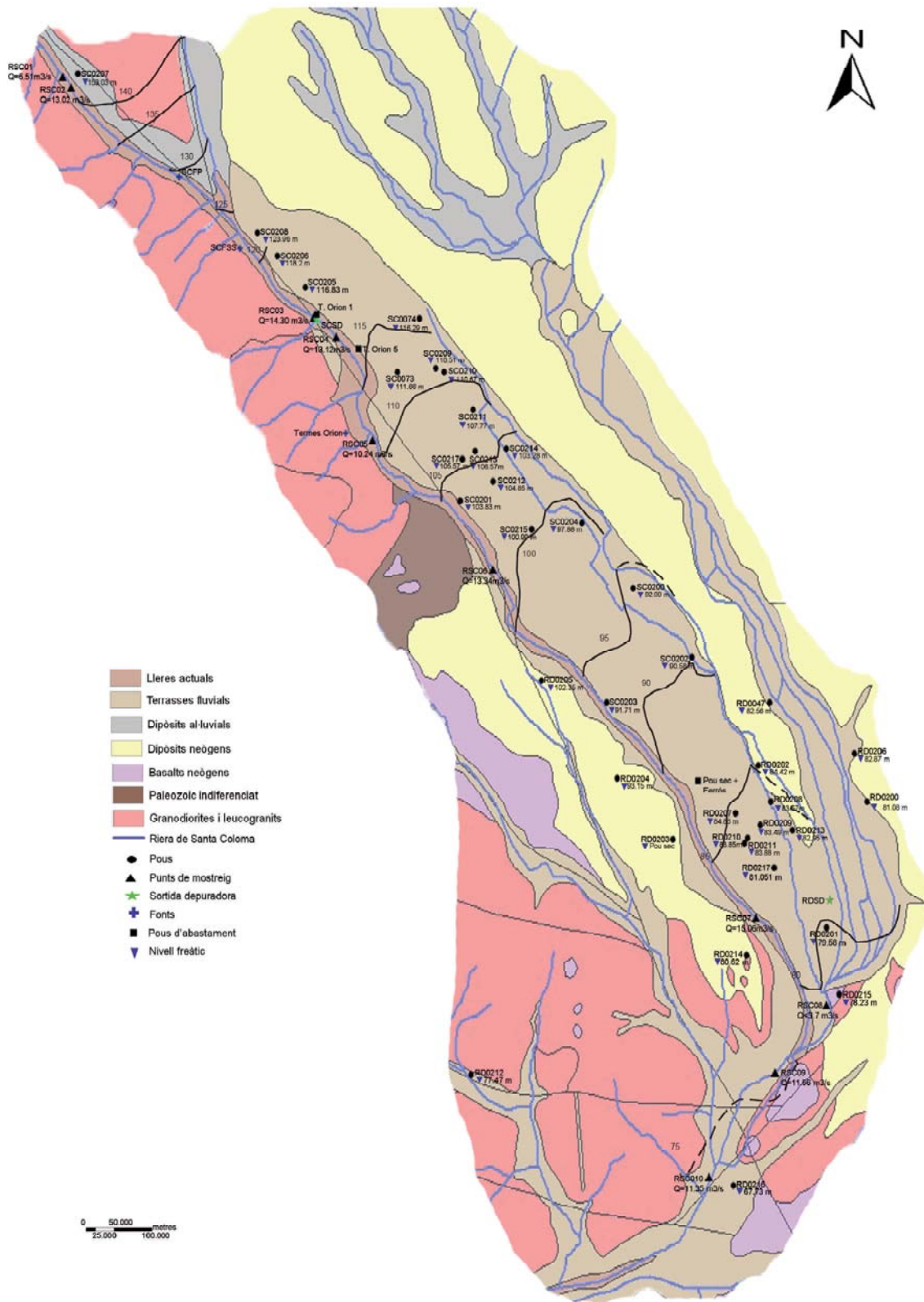
Piezometria Setembre 2009



La línia discontinua marca la cota de nivell freàtic estimada. Atès a la mancaça de pous en les zones on hi apareixen. T.Orion 1, T. Orion 5, Pou sec i Pou ferrós, són els pous d'abastament.


ANNEX 2


Piezometria Abril 2010



La línia discontinua marca la cota de nivell freàtic estimada. Atès a la mancaça de pous en les zones on hi apareixen.

Annex 3

Evaluació de l'Hàbitat Fluvial per a Rius Mediterranis. Índex IHF			
		Estació	
		Data	
		Operador	
Blocs			Puntuació
1. Inclusió ràpids-sedimentació de basses			
Ràpids	Pedres, còdols i graves no fixades per sediments fins. Inclusió 0 - 30%	10	
	Pedres, còdols i graves no fixades per sediments fins. Inclusió 30 - 60%	5	
	Pedres, còdols i graves mitjanament fixades per sediments fins. Inclusió > 60%	0	
Només basses	Sedimentació 0 - 30%	10	
	Sedimentació 30 - 60%	5	
	Sedimentació > 60%	0	
		TOTAL (una categoria)	
2. Freqüència de ràpids			
	Alta freqüència de ràpids. Relació distància entre ràpids / amplada del riu < 7	10	
	Escassa freqüència de ràpids. Relació distància entre ràpids / amplada del riu 7 - 15	8	
	Presència ocasional de ràpids. Relació distància entre ràpids / amplada del riu 15 - 25	6	
	Constància de flux laminar o ràpids somers. Relació distància entre ràpids/amplada del riu >25	4	
	Només basses	2	
		TOTAL (una categoria)	
3. Composició del substrat			
% Blocs i pedres	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Còdols i graves	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Sorra	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Llims i argila	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
		TOTAL (sumar categories)	
4. Règims de velocitat / profunditat			
<i>somer: < 0.5 m</i>	4 categories. Lent-profund, lent-somer, ràpid-profund i ràpid-somer.	10	
<i>lent: < 0.3 m/s</i>	Només 3 de les 4 categories	8	
	Només 2 de les 4	6	
	Només 1 de les 4	4	
		TOTAL (una categoria)	
5. Percentatge d'ombra en la llera			
	Ombrejat amb finestres	10	
	Totalment en ombra	7	
	Grans clarianes	5	
	Exposat	3	
		TOTAL (una categoria)	
6. Elements d'heterogeneïtat			
Fullaraca	> 10% o < 75%	4	
	< 10% o > 75%	2	
	Presència de troncs i branques	2	
	Arrels exposades	2	
	Dics naturals	2	
		TOTAL (sumar categories)	
7. Cobertura de vegetació aquàtica			
% Plàncon + briòfits	10 - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
% Pècton	10 - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
% Fanerògames + Charals	10 - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
		TOTAL (sumar categories)	
		PUNTUACIÓ FINAL (suma de les puntuacions anteriors)	



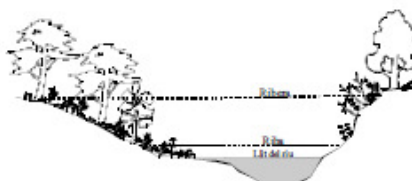
HID98-0323-C05 ; REN2001-3438-C07

La descripció original de l'IHF es realitza en Pardo et al., Limnètica, in press

Full de camp per la determinació de l'índex IHF.

Qualificació de la zona ripària dels ecosistemes fluvials. Índex QBR

- Aquesta qualificació ha d'esser aplicada en la zona ripària dels rius (riba i ribera). Zones inundades periòdicament per les avingudes ordinàries i les màximes.
- Els càlculs es realitzaran sobre l'àrea que presenta una potencialitat de suportar una massa vegetal ripària. No es compten les zones amb substracte dur amb incapacitat per arrelar una massa vegetal permanent.
- En trams d'alta muntanya sense vegetació ripària natural o en zones



La puntuació de cada un dels 4 apartats no pot ser negativa ni excedir de 25

Tram observat a partir del punt d'accés al riu

Estació	
Observador	
Data	
Aigües amunt	
Altres	

Grau de cobertura ripària (només considerarem la ribera)

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació	
25	> 80 % cobertura vegetal de la ribera (les plantes anuals no es comptabilitzen)
10	50-80 % cobertura vegetal de la ribera
5	10-50 % cobertura vegetal de la ribera
0	< 10 % cobertura vegetal de la ribera
+ 10	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és total
+ 5	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és superior al 50%
- 5	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és entre el 25 i 50%
-10	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és inferior al 25%

Estructura de la cobertura (es comptabilitza tota la zona ripària)

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació	
25	cobertura d'arbres superior al 75 %
10	cobertura d'arbres entre el 50 i 75 % o cobertura d'arbres entre el 25 i 50 % i en la resta de cobertura els arbusts superen el 25 %
5	cobertura d'arbres inferior al 50 % i la resta de cobertura amb arbusts entre 10 i 25 %
0	sense arbres i arbusts per sota el 10 %
+ 10	si a la riba la concentració d'helòfits o arbusts és superior al 50 %
+ 5	si a la riba la concentració d'helòfits o arbusts és entre 25 i 50 %
+ 5	si els arbres tenen un sotabosc arbustiu
- 5	si existeix una distribució regular (linealitat) en els peus dels arbres i el sotabosc és > 50 %
- 5	si els arbres i arbusts es distribueixen en taques, sense una continuïtat
- 10	si existeix una distribució regular (linealitat) en els peus dels arbres i el sotabosc és < 50 %

Qualitat de la cobertura (depèn del tipus geomorfològic de la ribera*)

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació		Tipus 1	Tipus 2	Tipus 3
25	nombre d'espècies diferents d'arbres autòctons	> 1	> 2	> 3
10	nombre d'espècies diferents d'arbres autòctons	1	2	3
5	nombre d'espècies diferents d'arbres autòctons	-	1	1 - 2
0	sense arbres autòctons			
+ 10	si la comunitat forma una franja longitudinal continua adjacent al canal fluvial en més del 75% de la longitud del tram			
+ 5	si la comunitat forma una franja longitudinal continua adjacent al canal fluvial entre el 50 i el 75% de la longitud del tram			
+ 5	si les diferents espècies es disposen en bandes paral·leles al riu			
+ 5	si el nombre diferent d'espècies d'arbust és (veure llistat revers)	> 2	>3	>4
- 5	si existeixen estructures construïdes per l'home			
- 5	si existeix alguna sp introduïda (al.lòctona)** aïllada			
- 10	si existeixen spp. al.lòctones** formant comunitats			
- 10	si existeixen deixalles abocades			





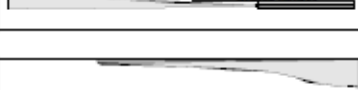

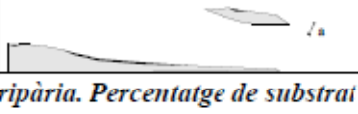
Grau de naturalitat de la riba

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació	
25	el canal del riu no ha estat modificat
10	modificacions de les terrasses adjacents a la llera del riu amb reducció del canal
5	signes d'alteració i estructures rígides intermitents que modifiquen el canal del riu
0	riu canalitzat en la totalitat del tram
- 10	si existeix alguna estructura sòlida dins el llit del riu
- 10	si existeix alguna presa o altra infraestructura transversal en el llit del riu

Puntuació final (suma de les anteriors puntuacions)

* **Determinació del tipus geomorfològic de la zona ripària (apartat 3, Qualitat de la cobertura)**
 Sumeu el tipus de desnivell de la dreta i l'esquerra de la llera, i sumeu o resteu segons els altres dos apartats.

Tipus de desnivell de la zona ripària	Puntuació	
	Esquerra	Dreta
Vertical/còncav (pendent > 75°), amb una alçada no superable per les màximes avingudes		6 6
Igual però amb un petit talús o riba inundable periòdicament (avingudes ordinàries)		5 5
Pendent entre el 45 i 75°, esglaonat o no. La pendent es compta amb l'angle entre l'horitzontal i la recta entre la llera i el darrer punt de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$		3 3
Pendent entre el 20 i 45°, esglaonat o no. $\Sigma a < \Sigma b$		2 2
Pendent < 20°, ribera uniforme i plana.		1 1
Existència d'una illa o illes en el mig del lit del riu		
Amplada conjunta "a" > 5 m.		-2
Amplada conjunta "a" entre 1 i 5 m.		-1
Potencialitat de suportar una massa vegetal ripària. Percentatge de substrat dur amb incapacitat per arrelar una massa vegetal permanent		
> 80 %	No es pot mesurar	
60 - 80 %	+6	
30 - 60 %	+4	
20 - 30 %	+2	
Puntuació total		

Tipus geomorfològic segons la puntuació

> 8	Tipus 1	Riberes tancades, normalment de capçalera, amb baixa potencialitat d'un extens bosc de ribera
entre 5 i 8	Tipus 2	Riberes amb una potencialitat intermija per a suportar una zona vegetada, trams mitjos de rius
< 5	Tipus 3	Riberes extenses, trams baixos dels rius, amb elevada potencialitat per posseir un bosc extens.

**** Espècies freqüents i considerades recentment introduïdes per l'home**

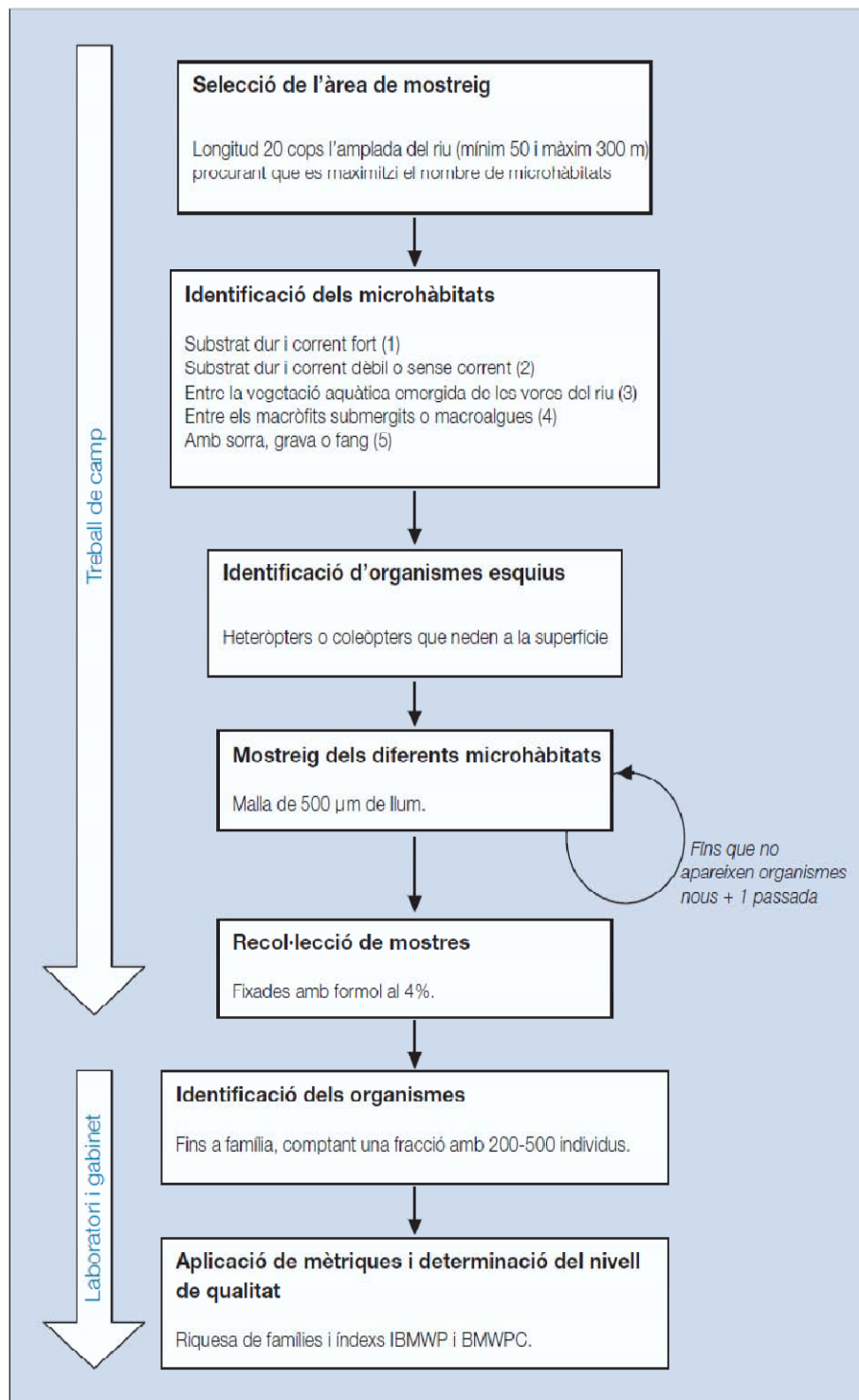
1- ARBRES	2- ARBUSTS
<i>Ailanthus altissima</i> (Ailant)	<i>Nicotina sp.</i>
<i>Platanus x hispanica</i> (Plàtan)	<i>Ricinus communis</i> (Ricí)
<i>Robinia pseudo-acacia</i> (Robinia)	<i>Arundo donax</i> (Canya)
<i>Salix babylonica</i> (Desmai)	<i>Acacia farnesiana</i> (Aromer)
<i>Eleagnus angustifolia</i> (Arbre del paradís)	
<i>Morus sp</i> (Moreres)	

Observacions :

Diagnosi ambiental de la Riera de Santa Coloma

- Comptadors
- Vials petits hermètics per conservar organismes
- Material per etiquetar resistent a l'alcohol
- Alcohol de 70°
- Guies d'identificació adequades a l'àmbit d'estudi

Esquema general



Part 0 - Consideracions prèvies

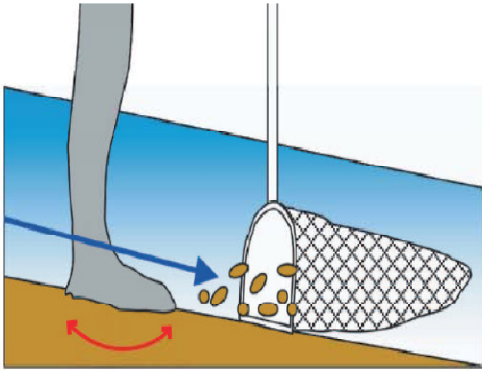
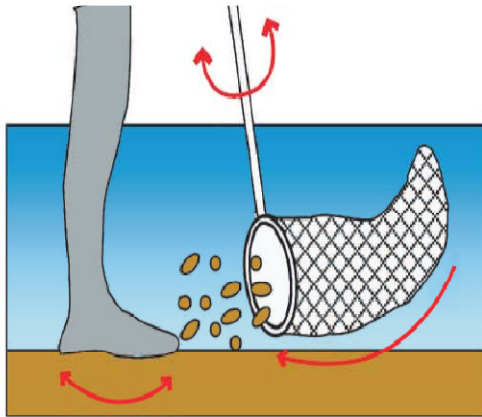
Full de camp i laboratori R-3b

Consideracions	Observacions
<p>Dades generals</p> <p>Ompliu el full de camp amb les dades generals del mostreig. Les caselles en blanc (punt de mostreig, data, hora i operadors) han d'omplir-se sempre, mentre que les caselles marcades en gris (massa d'aigua, riu, conca, UTM's i localització) han d'omplir-se la primera vegada que es visita un punt i no cal omplir-les més.</p>	<p>El full de camp porta el codi R-3b. L'inventari de famílies també pot omplir-se al laboratori.</p>
<p>Selecció de l'època de mostreig</p> <p>Si només es mostra un cop a l'any, feu-ho a la primavera, ja que és el moment en què sol trobar-se el màxim de biodiversitat de macroinvertebrats als rius mediterranis.</p> <p>Si podeu realitzar un segon mostreig, feu-lo a l'estiu, en un moment de baix cabal.</p> <p>En tot cas, la dada útil per a la diagnosi de la qualitat de l'aigua serà presa a la primavera (abril- juny). Les dades preses en altres èpoques de l'any ens ajudaran a la seva interpretació i millor coneixement.</p>	<p>La comunitat de macroinvertebrats canvia durant l'any en funció de l'estacionalitat de les diferents espècies. Per això, és recomanable visitar un mateix punt de mostreig en les diferents estacions. Si això no es pot fer, convé recollir moments hidrològics diferents per tal d'obtenir una visió completa d'aquestes comunitats com a indicadors de qualitat.</p> <p>Convé mostrejar els rius sota climes més càlids a començaments de primavera, i deixar els punts de muntanya per al final.</p> <p>IMPORTANT: No prengueu mostres durant el primer mes després d'unaavinguda o d'un període en què la llera hagi quedat seca.</p>
<p>Selecció del tram de mostreig</p> <p>Seleccioneu un tram de riu d'una longitud 20 cops l'amplada del riu (mínim 50 m i màxim 300) procurant que contingui el màxim nombre de microhàbitats.</p>	<p>Per determinar la longitud del tram tindrem en compte el llit baix o la zona de cabals habituals, no tota la llera del riu on gran part de l'any no hi baixa aigua.</p>

Part 1 - Mostreig qualitatiu

Full de camp i laboratori R-3b

Passos a seguir	Observacions
<p>1. Localització dels microhàbitats</p> <p>Localitzeu els diferents microhàbitats que hi hagi al tram de mostreig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Substrat dur i corrent fort (1) • Substrat dur i corrent dèbil o sense corrent (2) • Entre la vegetació aquàtica emergida de les vores del riu (3) • Entre els macròfits submergits o macroalgues (4) • Amb sorra, grava o fang (5) 	<p>Es recomana prendre les mostres a les zones centrals i les vores de més de 0,2 m de profunditat.</p>
<p>2. Identificació d'organismes esquius</p> <p>Un cop localitzats els diferents microhàbitats i abans de posar-se a l'aigua, identifiqueu els animals esquius que viuen a la superfície de l'aigua (Gerridae, Hydrometridae, Veliidae, Gyrinidae, etc.) per tal de no perdre'ls i tenir-los en compte en el recompte final de tàxons.</p>	

Passos a seguir	Observacions
<p>3. Mostreig</p> <p>Mostregeu els diferents hàbitats localitzats:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Per als hàbitats (1) i (2): Col·loqueu la part inferior de la xarxa sobre el substrat i netegeu a mà les pedres situades aigua amunt; repetiu l'operació en diferents punts, entre 5 i 10 vegades, fins haver netejat una àrea d'uns 2 m². Si les pedres tenen un diàmetre inferior a 10 cm, o bé la profunditat del riu no permet agafar les pedres amb les mans, removeu una superfície similar amb els peus i recolliu el material amb la xarxa a contracorrent. • Per als hàbitats (3) i (4): Passeu la xarxa de baix a dalt entre la vegetació i les arrels submergides. • Per a l'hàbitat (5): Removeu el fons i recolliu amb la xarxa el material que quedi suspès o s'endugui el corrent. <p>Aneu buidant periòdicament el contingut de la xarxa en safates de plàstic blanques, i observeu a ull nu les famílies que hi ha. Quan després de fer una passada ja no apareguin noves famílies, tornarem a fer una altra passada de confirmació, i, si tampoc n'apareixen més, donarem el mostreig per acabat. La passada de confirmació i l'anterior (que no aporten famílies noves respecte les primeres passades) no es recolliran.</p> <p>Renteu bé la xarxa abans de canviar a un altre punt de mostreig.</p>	<p>La xarxa ha de tenir una llum de 500 µm. És preferible que la xarxa sigui rectangular o en forma de D, per tal que una superfície plana pugui posar-se correctament sobre del substrat. Per zones lenítiques i entre la vegetació, també pot usar-se una xarxa circular amb un diàmetre més petit.</p> <p>Comenceu mostrejant les zones més baixes i continueu aigües amunt, per evitar que la pertorbació faci fugir els organismes.</p> <p>Mostreig amb els peus en aigües corrents (1):</p>  <p>Mostreig amb els peus en aigües quietes (2 i 5):</p> 

Passos a seguir	Observacions
<p>4. Recol·lecció de la mostra</p> <p>Poseu la mostra de les safates blanques dins de pots de plàstic, i fixeiu-la amb formol fins obtenir una concentració final vora el 4%.</p> <p>Etiqueteu bé la mostra com a QUALITATIVA, i feu-hi constar, com a mínim, el nom del punt de mostreig, la data i el tipus de fixador utilitzat.</p>	<p>Per tal de fer disminuir el volum de la mostra, traiu les pedres, fulles o altre material groller que hagi quedat atrapat dins la xarxa.</p> <p>Els organismes més fràgils o bé que no es poden conservar correctament (Tricladida, Oligochaeta), poden guardar-se en un vial separat, sense substrat.</p> <p>Si, degut a l'elevada toxicitat del formol, es vol fixar la mostra amb alcohol al 70%, la mostra no podrà ser conservada durant molt temps.</p> <p>Les mostres preses en diferents hàbitats poden guardar-se en pots diferents, tot fent-ho constar sempre a l'etiqueta.</p>

Part 2 - Treball de laboratori

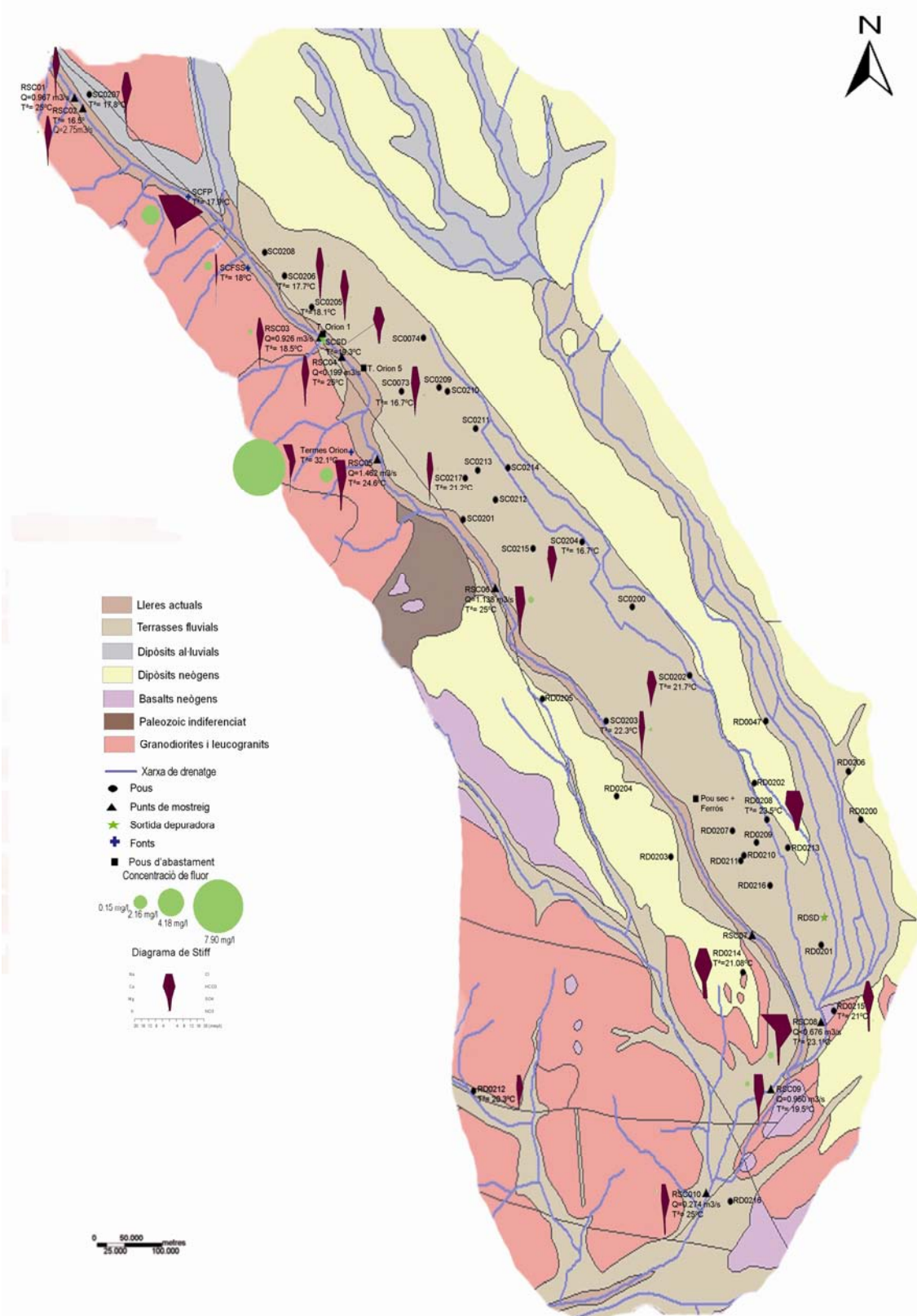
Full de camp i laboratori R-3b

Passos a seguir	Observacions
<p>5. Rentat de la mostra</p> <p>Passeu la mostra per un tamís de 500 µm i recolliu en un pot el formol.</p> <p>Renteu bé la mostra amb aigua per eliminar el sediment fi i les restes de fixador. Renteu i retireu aquell material més groller (fulles, algues, etc.) tot comprovant que no hi queden organismes adherits. Removeu bé la mostra amb les mans per homogeneïtzar-la.</p>	<p>Degut a la toxicitat del formol, convé fer aquesta operació sota una campana extractora, o bé en un lloc ben ventilat i utilitzant màscares adequades.</p>
<p>6. Separació dels organismes grossos</p> <p>Escampeu la mostra homogeneïtzada en una safata blanca.</p> <p>Agafeu els organismes grossos (grans coleòpters, odonats, etc.) i poc abundants, i separeu-los per a la seva identificació i recompte.</p>	<p>Prèviament a la identificació dels organismes sota la lupa binocular, convé retirar aquells organismes més grossos i poc abundants tant per evitar que es trenquin com per assegurar que els recol·lectem en cas d'havor de fraccionar la mostra.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>7. Fraccionament de la mostra (submostreig)</p> <p>Escampeu la mostra homogeneïtzada i sense els organismes grossos en una safata que tingui una graella dibuixada. Agafeu una fracció coneguda de la mostra que contingui, aproximadament, entre 200 i 500 individus. Si en agafar la primera fracció encara no s'arriba a aquest número, cal seguir agafant fraccions. Si, per contra, a la primera fracció es superen de llarg els 500 individus, cal escampar aquesta fracció altre cop sobre una graella i extreure'n una nova fracció (fracció de la fracció).</p> <p>Seguiu aquest procediment fins obtenir una fracció (submostra) amb 200-500 individus, i anoteu sempre la fracció finalment agafada.</p>	<p>Per tal d'obtenir la riquesa total de la mostra n'hi ha prou en identificar entre 200 i 500 individus. Per això, en cas que la mostra tingui molts més organismes, es pot primer fraccionar.</p>
<p>8. Identificació i recompte dels organismes</p> <p>Es seguirà un o altre procediment segons l'objectiu de l'estudi, i les mètriques que es vulguin aplicar.</p> <p>8.1. Obtenció de dades qualitatives</p> <p>Sota una lupa binocular, identifiqueu tots els organismes que es troben a la fracció separada.</p> <p>Identifiqueu també els organismes grossos prèviament separats.</p> <p>Ajunteu aquestes dades amb aquelles famílies esquivades al camp i no recollides a les mostres (punt 2). S'obté així un llistat taxonòmic complet de la riquesa de famílies del punt de mostreig.</p>	<p>Per a dades qualitatives (aplicació d'índexs biològics, etc.), passeu al punt 8.1. Per a dades semi-quantitatives (índexs de diversitat, composició, etc.) passeu al 8.2.</p> <p>La resolució taxonòmica mínima a la qual cal arribar és família (per cnidaris, triclàdids, hirudinis, mol·luscs, crustacis i insectes). Porífers, Briozoa, Oligochaeta, Ostracoda i Hydracarina es deixaran identificats en aquest nivell superior. Algunes mètriques requereixen la identificació de Cladocera i Copepoda, i també identificar a família els porífers i els oligoquets.</p> <p>Alternativament, i només per punts amb baixa diversitat d'organismes, la mostra pot identificar-se directament al camp: Un cop la mostra sigui dins de la safata, identifiqueu les famílies de macroinvertebrats presents a ull nu o amb l'ajut d'una lupa de mà. Aquells tàxons dubtosos poden fixar-se amb alcohol de 70° i identificar-se després al laboratori. La resta, es tornaran al riu.</p>

ANNEX 5

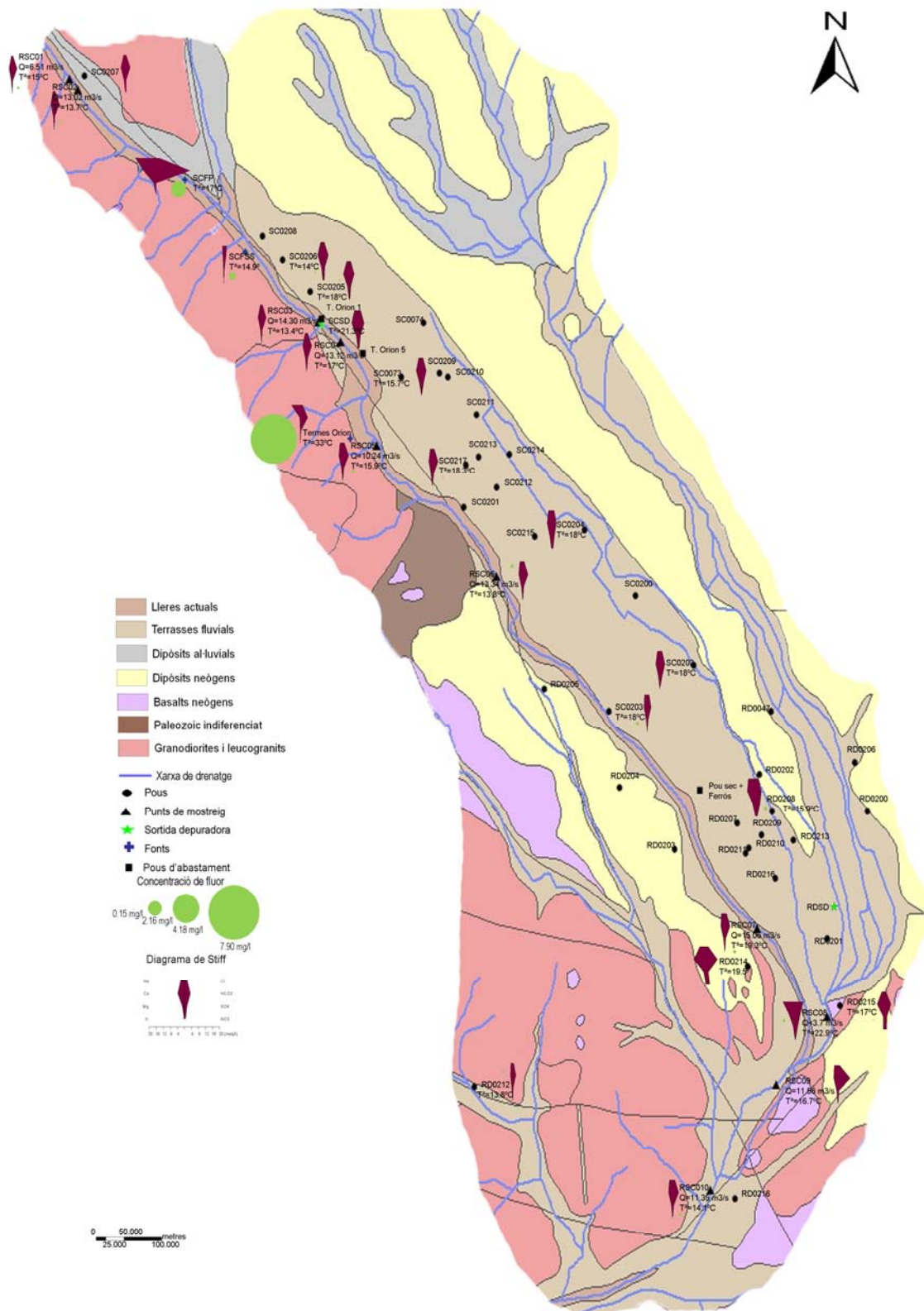
Hidroquimisme Setembre 2009



T.Orion 1, T. Orion 5, Pou sec i Pou ferrós, són els pous d'abastament.

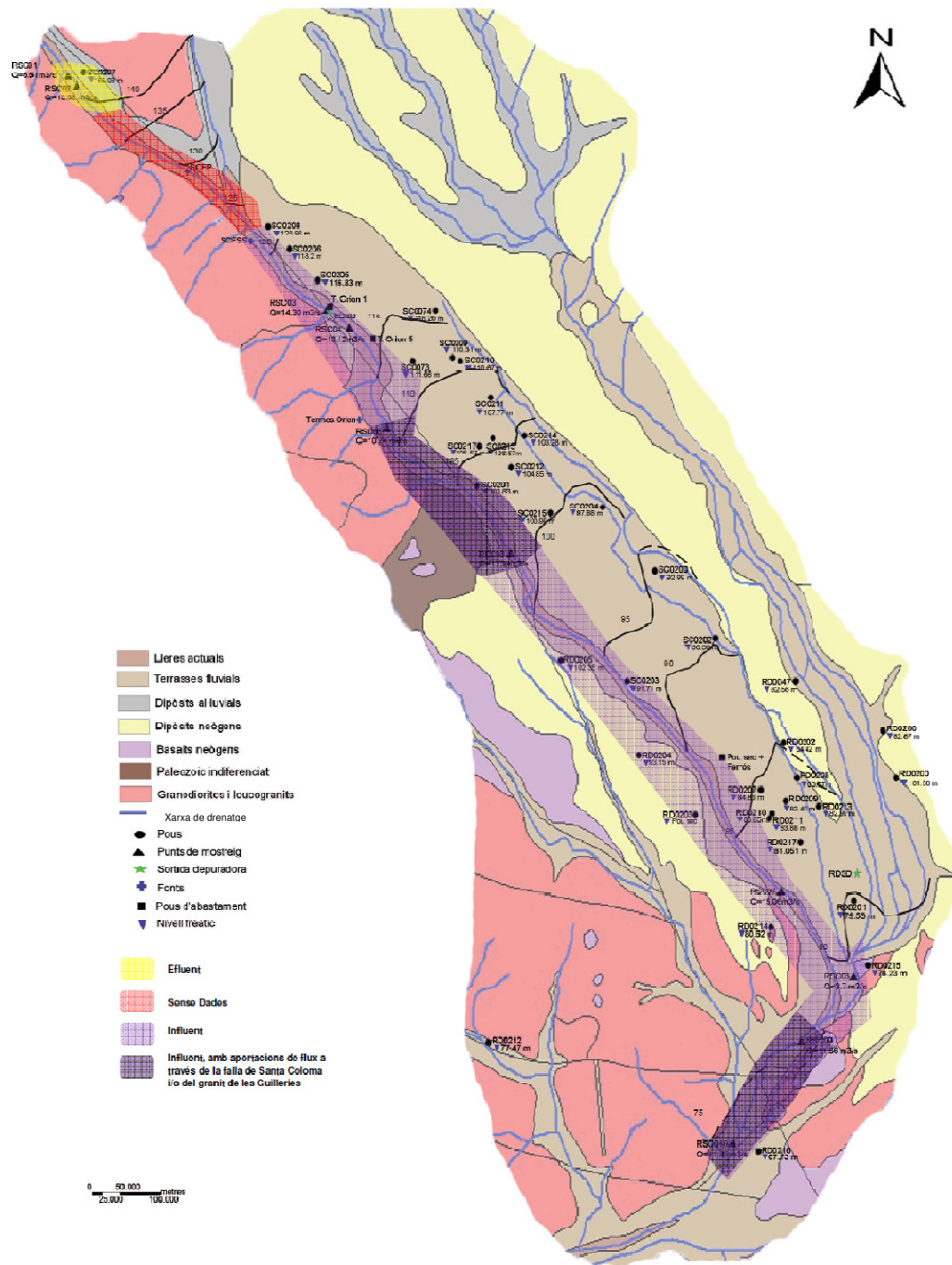
ANNEX 6

Hidroquimisme Abril 2010



T.Orion 1, T. Orion 5, Pou sec i Pou ferrós, són els pous d'abastament.

ANNEX 7 Relació riu- aqüífer



La piezometria de base pertany a la campanya d'abril.

Annex 8

		RSC01	RSC02	RSC03	RSC04	RSC05	RSC06	RSC07	RSC08	RSC09	RSC10									
		S	A	S	A	S	A	S	A	S	A									
1. Inclusió ràpids-sedimentació de basses																				
Ràpids	Pedres sòcols i graves no fixades per sediments fins. Inclusió 0-30%		X		x		x	x		x				x			x			
	Pedres sòcols i graves no fixades per sediments fins. Inclusió30-60%	X		X		x								x			x			
	Pedres sòcols i graves no fixades per sediments fins. Inclusió > 60%							x						x	x					
Només basses	Sedimentació 0-30%									x										
	Sedimentació 30-60%		X	X	x		x										x			
	Sedimentació >60%																			
2. Freqüència de ràpids																				
Alta freqüència de ràpids. Relació distancia entre ràpid/amplada del riu<7																	x			
Escassa freqüència de ràpids. Relació entre ràpids/amplada riu 7-15		X		x	x	x				x								x		
Presència ocasional de ràpids. Relació distancia entre ràpids/amplada riu 15-25								x	x								x	x		
Constància de flux laminar o ràpids somers. Relació distancia entre ràpids/amplada riu>25			X			x											x	x		
Només bases																				
3. Composició del substrat																				
% Blocs i pedres	1-10%		X	x	x		x	x	x								x	x		
	>10%	X				x				x	x	x								
% Còdols i gaves	1-10%	X	X		x		x	x		x							x	x		
	>10%			x		x			x	x							x	x		
% Sorra	1-10%									x	x						x			
	>10%	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x		
% Llims i argila	1-10%	X		x	x		x	x	x								x	x		
	>10%		X				x										x	x		
4. Règims de velocitat/profunditat																				
4 categories. Lent-profund, lent -somer, ràpid-profund i ràpid-somer																				
Només 3 de les 4 categories																				
Només 2 de les 4 categories		X	X	x	x	x				x							x	x		
Només 1 de les 4 categories								x		x	x	x						x		
5. Percentatge d'ombra en la llera																				
Ombrejat amb finestres		X	X	x	x	x	x			x	x							x	x	
Totalment en ombra																				
Crans clarians								x										x	x	
Exposat																				
6. Elements d'heterogeneïtat																				
Fullaraca	>10% o <75%	X	X	x	x	x				x	x							x	x	
	<10% o >75%																		x	
Presència de troncs i branques		X	X	x	x	x	x			x	x	x	x	x					x	x
Arrels exposades			X		x		x												x	
Dics naturals		X	X	x	x		x													
7. Cobertura de vegetació aquàtica																				
% Plòcon + briòfits	10-50%		X		x	x													x	
	<10% o >50%	X		x			x												x	
% Pècton	10-50%																			
	<10% o >50%																		x	
% Fanerògames + Charals	10-50%																		x	
	<10% o >50%																		x	

Dades obtingudes del càlcul de l'índex IHF a les dues campanyes.

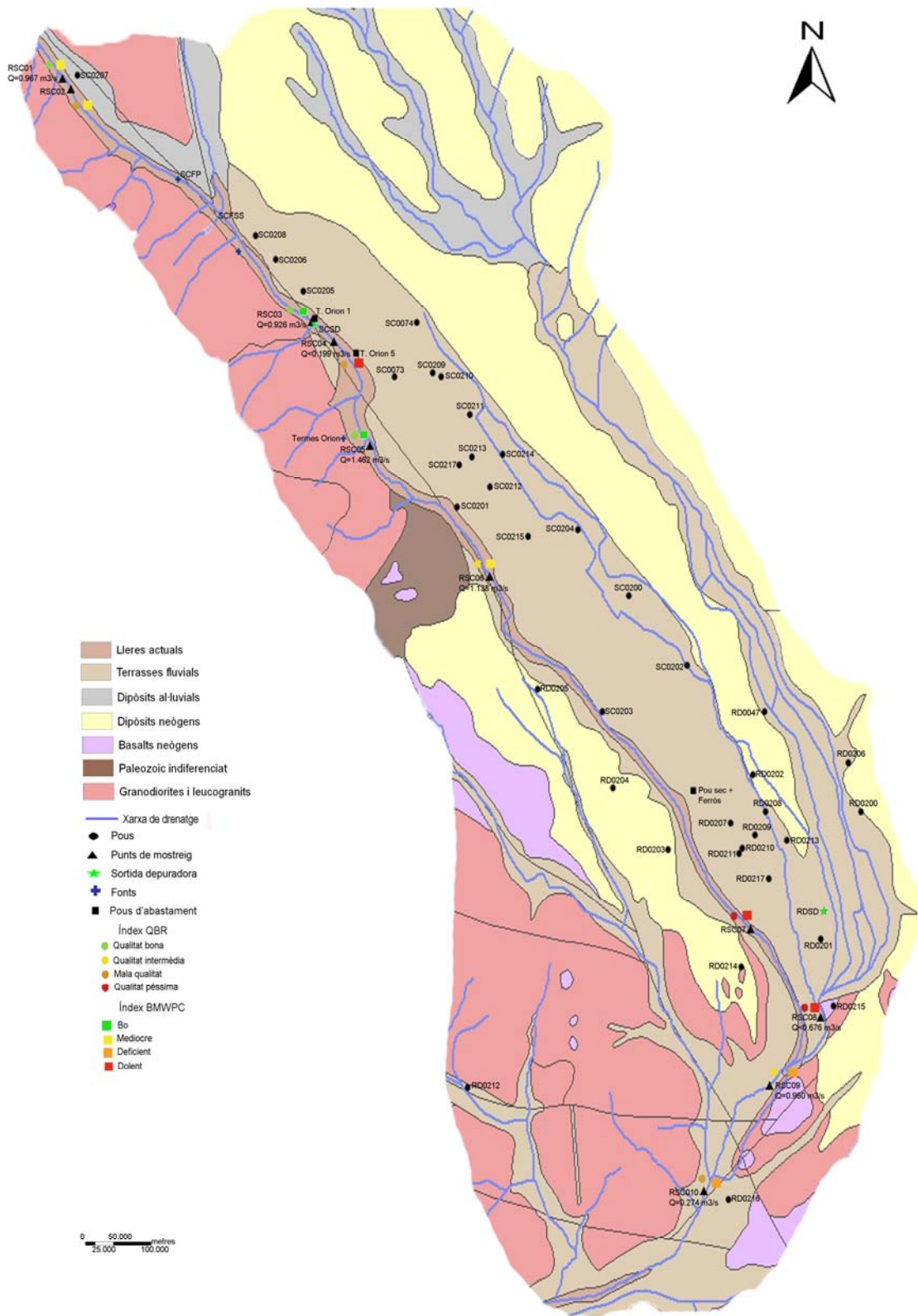
Diagnosi ambiental de la Riera de Santa Coloma

Grau de cobertura ripària	RSC01		RSC02		RSC03		RSC04		RSC05		RSC06		RSC07		RSC08		RSC09		RSC10			
	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A		
>80% cobertura vegetal de la ribera	X	X	X	x	X	X																
50-80% cobertura vegetal de la ribera									X	x	X	X					x	x	X	x		
10-50% cobertura vegetal de ribera							X	X					x	X								
<10% cobertura vegetal de ribera															x	x						
Connectivitat entre bosc de ribera i l'ecosistema adjacent és total									X													
Connectivitat entre bosc de ribera i l'ecosistema adjacent és superior al 50%	X	X	X	X	X					x	X	X					x	x	x	x		
Connectivitat entre bosc de ribera i l'ecosistema adjacent és entre el 25 i 50%							X	X	X								x	X				
Connectivitat entre bosc de ribera i l'ecosistema adjacent és inferior al 25%													x	X	x	X						
Estructura de la cobertura																						
Cobertura d'arbres superior al 75%				X																		
Cobertura d'arbres entre el 50 i 75% o cobertura d'arbres entre el 25 i 50% i en la resta de cobertura els arbusts superiors al 25%	X	X	X		X	X		X	X	x	X	X					x	x	x	X		
Cobertura d'arbres inferior al 50% i la resta de cobertura amb arbust entre 10 i 25%							X						X	x								
Sense arbres i arbust per sota el 10%																						
Ribera amb concentració d'herbífits o arbusts superior al 50%					X			X	X						x	X				X		
Ribera amb concentració d'herbífits o arbusts entre 25 i 50%	X	X	X	X		X	X		X	X	X	x	X				x	X		X		
Arbres amb sotabosc arbustiu	X	X			X	X	X										X	X	x	X		
Distribució regular (lineal) en els peus dels arbres i el sotabosc és >50%			X	X			X	X						x								
Distribució d'arbres i arbust en taques, sense una continuïtat					X					X	X						X	X	x	x		
Distribució regular en els peus dels arbres i sotabosc és <50%	X	X											x									
Qualitat de la cobertura																						
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 1) >1																						
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 2) >2																			x	x		
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 3) >3					X	X																
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 1) 1									x	X												
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 2) 2													x	X								
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 3) 3							X	X			X	X					X		x	x		
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 2) 1																						
Espècies ≠ d'arbres autòctons (Tipus 3) 1-2	X	X	X	X																		
Sense arbres autòctons																						
Comunitat forma una franja longitudinal continua adjacent al canal fluvial en més del 75%	X	X			X				X	X												
Comunitat forma una franja longitudinal continua adjacent al canal fluvial entre el 50 i 75%			X	X		X	X	X			X	X					X	X	x	x	X	
Les diferents espècies es disposen en bandes paral·leles al riu	X	X	X	X	X	X		X	X	X							X	X	x	x		
Si el nombre diferent d'espècies d'arbust és >2																						
Si el nombre diferent d'espècies d'arbust és >3																						
Si el nombre diferent d'espècies d'arbust és >4																						
Existeixen estructures construïdes per l'home																						
Existeixen espècies introduïdes aïllades	X	X			X					X	x	X	x	x			X	X	x	X		
Existeixen espècies introduïdes formant comunitats			X	X			X	X				X										
Existeixen deixalles abocades					X	X	X	X	X	X												
Grau de naturalitat de la riba																						
Canal del riu no modificat	X	x	X	X	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x
Modificació de les terrasses adjacents a la llera del riu amb reducció del canal																	x	x				
Signes d'alteració i estructures rígides intermitents que modifiquen el canal del riu																						
Riu canalitzat en la totalitat del tram																						
Existeix alguna estructura sòlida dins del llit del riu																						
Existeix alguna presa o altra infraestructura transeveral en el llit del riu				X	X																	

Dades obtingudes del càlcul de l'índex QBR a les dues campanyes.

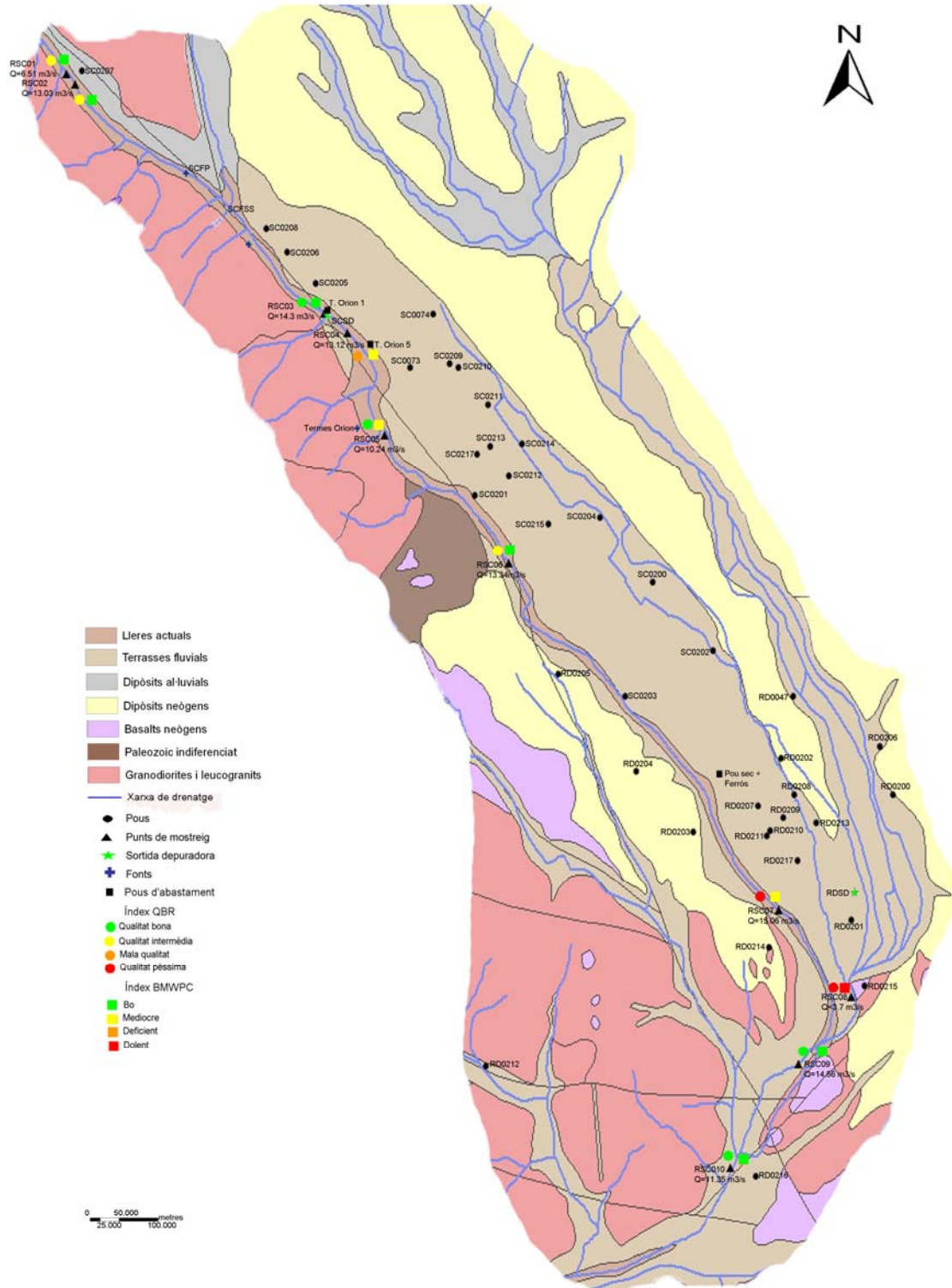
ANNEX 9

Índex biològics Setembre 2009



ANNEX 10

Índex biològics Abril 2010



Annex 11

Família	Característiques
Limnèids	tolerants davant de contaminació d'origen orgànic, d'aquí la seva alta presència.
Físids	poden colonitzar rieres i rius temporals i en conjunt són molt tolerants davant de tota mena de contaminacions d'origen orgànic.
Bètids	es troben gairebé a tots els rius i rierols catalans, sobre qualsevol tipus de substrat i també toleren bé els contaminants orgànics.
Èsnids	són les libèl·lules més comunes als rius catalans. En substrats de graves i còdols amb corrents moderats o baixos. La seva presència és indicadora d'aigües netes si es troben amb altres famílies que indiquen el mateix.
Gèrrids sabaters	o són els heteròpters més comuns i coneguts. Són molt tolerants a contaminants d'origen antròpic.
Quironòmids	viuen en un ampli ventall d'ecosistemes aquàtics continentals.
Ancílids	són els cargols més habituals al rius catalans. Viuen sobre substrats rígids i amb un mínim de contingut de carbonat a les aigües pel desenvolupament de la seva closca.
Planòrbids	Viuen en rierols i rieres amb zones dominades pel substrat de sorres i llims.
Bitinèl·lids	Poden suportar increments de matèria orgànica. Viuen a qualsevol tipus d'aigua, preferint les fredes.
Hidròbids	Viu damunt de còdols amb un bon recobriment algal. Es poden trobar en un ampli ventall de condicions de contaminació.
Cènids	Grup molt comú a les aigües catalanes. Viuen a les zones més arrecerades dels rius. Assenyalen indicis de contaminació.
Heptagènids	Viuen en substrats amb partícules gruixudes. Tenen requeriments elevats d'oxigen dissolt. Per això són indicadors d'aigües netes.
Cloropèrlids	Es pot trobar tant en rieres temporals del sistema litoral gironí com al Pirineu, preferentment, en zones sorrenques.
Calopterígids	Viuen en rius o rierols, en àrees amb vegetació submergida o bé entre les arrels dels arbres dels marges. Indiquen contaminació moderada.
Lèstids	Viuen en sistemes fluvials temporals. Suporten bé les elevades temperatures i cabals minsos.
Gòmfid	Habiten en zones de llit de riu cobertes de graves i sorres. Són indicadors

d'aigües netes.

Libel·lúlids	Viuen sobre substrats de partícules fines i en àrees arrecerades. Es consideren relativament tolerants a la contaminació.
Cenàgrids	Viuen en rius i rierols, són bones indicadores de la qualitat de les aigües i indiquen un bon estat de conservació del seu hàbitat.
Notonèctids	Viuen en els tolls d'aigua de torrents i rieres temporals, també en llacunes i aiguamolls. Són indicadors de pol·lució.
Ditiscids	Són molt comuns. En especial en sistemes lenítics.
Èlmids	És una espècies exclusivament reòfila. Viuen en tot tipus de sistema fluvial. Són indicadors de bona qualitat.
Halíplids	Prefereixen masses d'aigua amb corrents baixos. Resisteixen augments de càrrega orgànica en les aigües.
Hidraènids	Es troben a totes les conques catalanes, enmig de moltes o damunt de còdols. Indiquen bona qualitat, però no òptima.
Hidrofilids	Viuen en llacs i masses d'aigua també en rius i rierols amb corrents lentes.
Limònids	Viuen en zones de corrent, majoritàriament en aigües fredes i netes. Entre les sorres, graves i còdols petits.
Simúlids	Família reòfiles. Viuen tant en hàbitats somers com de corrent. Indicadors de contaminació orgànica.
Tipúlids	Viuen en zones sorrenques i a les vores dels rius. Tolereu bé la contaminació d'origen orgànic.
Limnefilids	Poden viure en un ampli rang d'hàbitats, ja que s'adapten amb facilitat. Indiquen bona qualitat.

Font: Puig, 1999 i Tachet, 2002.

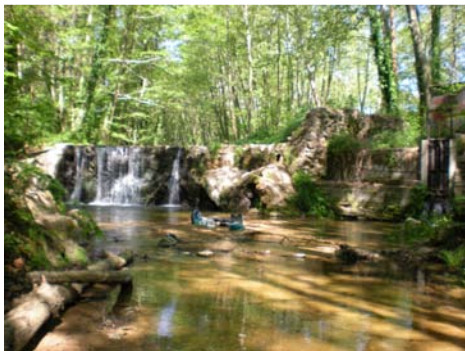
Annex 12



RSC01 aigües amunt



RSC01 aigües avall



RSC02 aigües amunt



RSC02 aigües avall



RSC03 aigües amunt



RSC03 aigües avall



RSC04 aigües amunt



RSC04 aigües avall



RSC05 aigües amunt



RSC05 aigües avall



RSC06 aigües amunt



RSC06 aigües avall



RSC07 aigües amunt



RSC07 aigües avall



RSC08 aigües amunt



RSC08 aigües avall



RSC09 aigües amunt



RSC09 aigües avall



RSC010 aigües amunt



RSC010 aigües avall



SCSD



SCFSS



SCPF



SCFP detail