

Diagnosi ambiental de la riera d'Osor

ImMEDIat: Aina Besalú Mayol

Sara Fernàndez Martínez

Marta Gallardo Grassot

Carla Gómez Castellví

Ramón Torras Fibla



Universitat de Girona, 2009 - 2010

Tutora tècnica: Helena Guasch Padró

Tutor docent: Emili Mató Palos



Són tantes les persones que ens han ajudat a l'elaboració d'aquest projecte, que no sabem com agrair-ho, per la seva paciència, suport, coneixement i solidaritat que han influenciat de manera molt positiva en aquest treball, per tots/es vosaltres, moltes gràcies!

A en **Giovani Pardini**, per apropar-nos a les mines d'Osor, i presentar-nos gent relacionada en l'àmbit miner. Per la seva gran ajuda, totalment desinteressada i pròxima.

Berta Bonet, que ha demostrat una solidaritat admirable i ha fet que aquest sigui un millor treball.

Al **poble d'Osor**, especialment a les persones enquestades que ens van oferir els seus records i unes estones d'experiència que han donat un parèntesi humà i divertit de gran ajut a aquest projecte. Gràcies a la gent del bar per entendre i donar suport a la nostra feina.

Mireia Besalú, Carles Barceló, Dani Boix, Xavier Quintana pel seu gran coneixement i disposició per ajudar-nos.

A en **Mariano, Josep Lluís Montoto, Emili Rams** i treballadors de l'ajuntament d'Osor i Anglès per endinsar-nos i motivar-nos en les familiaritats més interessants de la mina.

Natalia Corcoll, Rocio López i Ester Pérez per la seva paciència i suport.

Vicenç Acuña pel seu bon humor.

David Soler, per la seva gran col·laboració i també al Departament de Geologia i Cartografia Ambiental pel material que ens han deixat.

Als **companys de laboratori** del Departament d'Ecologia Aquàtica, pels aclariments prestats.

Al nostre tutor docent **Emili Mató** per confiar en el projecte i per aportar en aquest nous punts de vista.

A l'**Helena Guasch** tutora tècnica, per voler que es puguin desenvolupar projectes de recerca, per ser constant al nostre treball i crítica, era necessària per sentir-nos satisfets del resultat. Gràcies pels darrers dies tant intensius d'aquest projecte.

A les nostres **famílies, parelles i amics** més propers perquè sense ells el projecte no s'hagués realitzat i per acceptar la "postpositat" de totes aquelles activitats que no s'han fet i que esperem amb il·lusió, poder-les fer.

Moltes gràcies a tots vosaltres. Esperem que us agradi el resultat d'aquest projecte i que la vida ens torni a ajuntar tard o d'hora.

1. Presentació	1
1.1 Escales d'estudi.....	2
1.1.1. Macroinvertebrats.....	2
1.1.2. Biofilm	4
1.1.3. Bosc de Ribera.....	5
1.1.4. Àmbit social.....	5
1.2 Justificació	6
1.3 Objectius	7
1.3.1. Objectius generals.....	7
1.3.2. Objectius específics	7
1.4 Hipòtesis.....	8
2. Antecedents	9
2.1 Legislació estatal i catalana en relació a les activitats extractives..	9
2.2 Normativa en matèria de gestió i qualitat de l'aigua	10
2.3 Estudis realitzats a la zona.....	10
2.4 Estudis de caràcter general.....	11
3.Descripció de l'àmbit d'estudi.....	13
3.1 Context geogràfic de les mines d'Osor.....	13
3.2 Context històric de les mines d'Osor.....	14
3.2.1. Les primeres societats (1898-1932).....	15
3.2.2. Minerales y Productos químicos de exportación S.A.....	16

3.2.3. Minersa (1942-1980)	16
3.3 Context geològic del jaciment.....	17
3.3.1. Estratigrafia.....	18
3.3.1.1. El Càmbric-Ordovícic inferior: formacions d'Osor i Susqueda	18
3.3.1.2. Els gneis de les Guilleries	19
3.3.2. Tectònica	19
3.3.2.1. La deformació de les zones d'alt grau.....	19
3.3.2.2. Les deformacions fràgils posterior.....	20
3.3.3. Roques Ígnies.....	21
3.4 Descripció geològica de la zona pròxima a les mines d'Osor....	23
3.4.1. El filó	23
3.4.2. La xarxa de facturació	24
3.5 Descripció de les mines.....	25
3.5.1. Disposició de les galeries	26
3.5.2. Mineralogia del jaciment.....	27
3.6 Context Socioeconòmic.....	28
3.6.1. Municipi d'Anglès	28
3.6.2 Municipi d'Osor	29
4 Metodologia.....	31
4.1 Estudi de camp.....	31
4.1.1. Disseny de la diagnosi	31

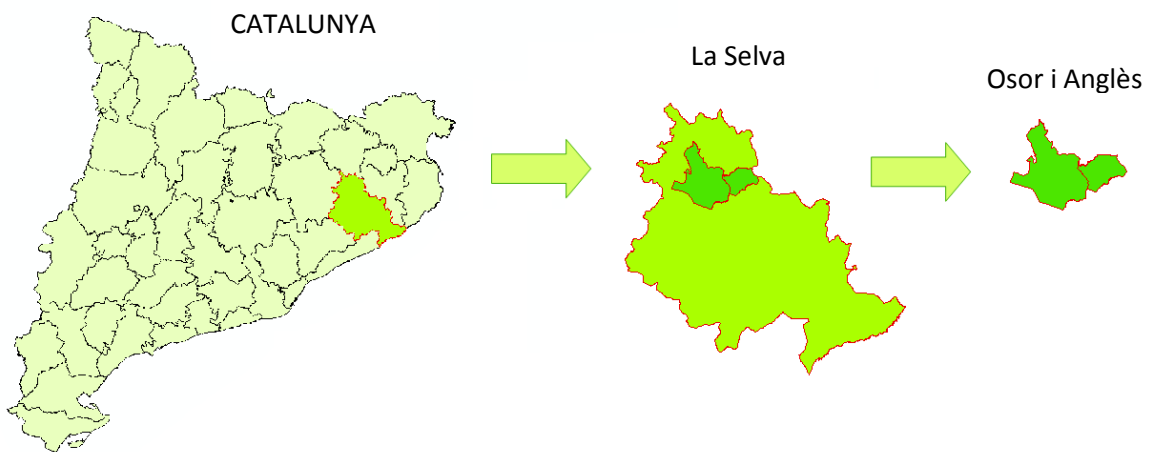
4.1.1.1. Disseny del mostreig.....	31
4.1.1.2. Anàlisi de mostres.....	33
4.1.1.3. Estudi hidrogeològic.....	38
4.2 Percepció social	42
4.2.1. Justificació del model escollit.....	42
4.2.2. Estructura de les enquestes.....	43
5. Resultats i Interpretació.....	44
5.1 Química de l'aigua.....	44
5.2 Origen dels fluxos d'aigua amb metalls pesants a la riera	45
5.2.1. Influència de la geologia de la zona de la colònia de les Mines d'Osor.....	50
5.2.1.1 Influència de l'esquistositat dels materials de la zona estudiada	50
5.2.1.2 Influència de les diàclasis o fractures en la zona estudiada	52
5.2.1.3 Conclusions de l'estudi geològic de la zona	53
5.2.2. Aport d'un flux d'aigua contaminada de la galeria 4.....	55
5.2.3 Pla de la Illeta	56
5.2.4 <i>Cumulative Criterion Unit</i> (CCU)	59
5.3 Diagnosi ambiental.....	60
5.3.1. Resultats de diatomees	60

5.3.2. Resultats de macroinvertebrats	63
5.3.3. Qualitat del bosc de ribera	72
5.4 Resultats enquestes	83
5.4.1. Persones enquestades.....	83
5.4.2. Percepció de la població sobre l'estat de la riera d'Osor	83
5.4.3. Percepció de la gestió de les mines d'Osor.....	85
6. Discussió general.....	88
7. Propostes.....	94
8. Bibliografia.....	97
9. Annexes	104

PRESENTACIÓ

La riera d'Osor, situada entre els termes municipals d'Osor i Anglès a la comarca de la Selva, s'hi troben les antigues instal·lacions ara abandonades, de les Mines d'Osor. Al llarg de tots els anys d'explotació van abocar-se quantitats enormes de residus contaminats amb metalls pesants. Fa 30 anys del seu tancament i encara s'hi troben emplaçades les tones de residus generades del darrer any d'explotació, de manera que segueixen drenant cap a la riera d'Osor concentracions importants de contaminants.

Figura 1 : Situació de la zona d'estudi



Font: Institut Cartogràfic de Catalunya

Elaboració: pròpia

Des de l'empresa imMEDiat s.l.l. s'ha realitzat la diagnosi ambiental d'aquest entorn natural per conèixer el grau d'impacte de les mines d'Osor sobre la fauna i flora de la zona.

1.1 Escales d'estudi

S'ha treballat la vessant **hidrogeològica**, tant en l'anàlisi dels paràmetres fisico-químics de l'aigua com l'estudi geològic de la zona per tal d'entendre l'estructura i com aquesta condiciona les infiltracions de metalls pesants que arriben a la riera.

Els organismes són reculls d'informació vius, capaços d'emmagatzemar les condicions de l'entorn on viuen i per tant, ens proporcionen coneixement dels canvis que hagin tingut lloc en aquests. Per aquest motiu s'han estudiat els **macroinvertebrats**, els **biofilms** fluvials i l'estat de conservació del **bosc de ribera**.

I per últim, s'ha integrat la percepció social que té la població d'Osor respecte la riera i les antigues Mines d'Osor.

1.1.1 Macroinvertebrats

La definició d'estat ecològic d'un ecosistema, a més de tenir en compte la naturalesa fisicoquímica de l'aigua, els sediments i les característiques del flux de l'aigua, es centra en les condicions dels elements biològics de l'ecosistema. El concepte de bioindicador o indicador biològic s'ha generalitzat i el seu ús és cada vegada més comú per la valoració de l'estat ecològic, associat a la gestió de les masses d'aigua.

El bon estat ecològic serà aquell en què les comunitats biològiques siguin iguals o molt properes a les que es trobarien en condicions inalterades (**estat de referència**, en aquesta diagnosi s'ha establert un punt de control amb aquesta finalitat).

Els macroinvertebrats són organismes amb un ampli gradient de tolerància, de manera que és fàcil trobar-los a la major part de masses d'aigua, encara que hagin patit pertorbació. Els requisits ecològics així com els rangs de tolerància de les famílies de macroinvertebrats, permeten atorgar una valoració a cadascuna en funció de si són

sensibles a la pertorbació (alta valoració) o tolerants (baixa valoració), de manera que la mateixa estructura de la comunitat dóna molta informació de les condicions a les que es troben aquests organismes. La presència d'algunes espècies o l'absència d'altres, pondera una valoració final que rebel·la la qualitat de la massa d'aigua on viuen.

Taula 1: Avantatges i inconvenients de la utilització de macroinvertebrats aquàtics en els monitoratges biològics:

Avantatges	Inconvenients
La seva ubiqüitat permet que es trobin afectats per un gran nombre d'alteracions a la majoria d'ecosistemes aquàtics i hàbitats.	La seva distribució i abundància pot estar influenciada per factors diferents a la qualitat de l'aigua.
La seva elevada diversitat ofereix un aspecte ampli de respostes a les alteracions del medi.	La resolució taxonòmica utilitzada per fer els monitoratges encara té detractors.
La mobilitat limitada de molts grups permet una anàlisi espacial efectiva.	El comportament de deriva d'algunes espècies pot induir resultats ambigus.
Els seus cicles vitals relativament llargs permeten un monitoratge continu i anàlisi a llarg termini.	La variabilitat temporal pot complicar les interpretacions i les comparacions.
El mostreig qualitatiu requereix un equipament senzill i econòmic.	El mostreig quantitatiu requereix un gran esforç.
La taxonomia de molts grups és ben coneguda i existeixen diverses claus d'identificació.	Alguns grups són taxonòmicament molt complexos.
Han estat desenvolupats un gran nombre de mètodes d'anàlisi.	La multiplicitat de mètodes existents pot indicar que molts no són satisfactoris.
S'ha establert respostes específiques per a determinats factors d'estrès.	La importància dels tàxons rars encara es troba en discussió.

S'ha desenvolupat mesures bioquímiques i fisiològiques de determinats tàxons a certes pertorbacions.	No són sensibles a algunes pertorbacions, com alguns patògens humans i traces d'alguns contaminants.
Són útils per dur a terme estudis experimentals sobre pertorbacions.	

Font: Modificat de Resh et al. 1996 i Ortiz and Marseburger 2009.

Els índexs biòtics basats en els macroinvertebrats aquàtics es comporten com bons instruments de control dels ecosistemes aquàtics, complementant i millorant la informació dels paràmetres fisicoquímics clàssics. (Ortiz i Ordeix, 2009)

1.1.2. Biofilm

Els microorganismes aquàtics es poden trobar principalment de dues maneres; lliures o adherits en una superfície. El conjunt de microorganismes (bacteris, algues, fongs, protozous i diatomees) diferents o de la mateixa espècie que es troben adherits a una superfície s'anomenen biofilms (Romaní et al. 2001).

L'anàlisi de l'estat d'aquest conjunt de microorganismes ha estat escollit per l'estudi de la diagnosi de la riera d'Osor, ja que tenen una alta capacitat de resposta per detectar els efectes que produeixen substàncies tòxiques, com els metalls pesants (Guash et al. 2002). Els biofilms que es van utilitzar són els que es troben adherits a les pedres (epilíptics).

Dins dels biofilms es troben les **diatomees** que representen el 80% de les algues del riu. S'han estudiat en aquesta diagnosi per la seva sensibilitat, la seva elevada taxa de renovació i els seus esquelets de silici que són sensibles als metalls pesants.

1.1.3 Bosc de ribera

El bosc de ribera s'estén al llarg dels marges del riu i les seves planes d'inundació, on les característiques del sòl, sobretot el nivell freàtic, estan influenciades per la dinàmica fluvial. Es tracta d'una vegetació azonal que correspon a l'ecotó entre l'ecosistema terrestre i aquàtic. La vegetació dominant a aquestes zones acostumen a ser arbres de poca capçada, fulla perenne i creixement lent.

Tenen un efecte directe sobre l'ecologia fluvial, a més de ser un component integral dels rius que ofereix nombrosos serveis ecosistèmics. El bosc proporciona ombra, regulant així la temperatura. També provenen directament d'aquest gran part de les entrades de matèria orgànica particulada al curs, que es troba entre els recursos alimentaris més importants pels organismes lòtics. Té un important efecte de filtre verd, retenint partícules i nutrients que arriben per escorrentia o per via subsuperficial, pel que té un efecte directe sobre la qualitat de l'aigua. Ofereix hàbitats a nombroses espècies que no estan estretament lligades als rius i connecten zones especialment allunyades, pel que podrien constituir importants corredors ecològics per nombrosos organismes forestals (Elosegui et al. 2009).

1.1.1.4. Àmbit social

Per últim, ja que l'activitat humana i la conservació de la natura van íntimament lligades s'ha dedicat una part de la diagnosi a la vessant social. La zona estudiada es troba davant d'un cas especial com és la memòria col·lectiva de les zones mineres que tendeix a valorar la zona pels beneficis econòmics que van aportar als pobles veïns i per suposat pel record dels treballadors, familiars, amics o coneguts. S'ha considerat important integrar aquest punt de vista per conèixer fins a quin punt la consciència dels veïns de la zona dóna més valor social que ambiental, i en qualsevol cas, quin coneixement i preocupació tenen de la problemàtica dels contaminants.

1.2. Justificació

L'any passat (2009) va celebrar-se el 30è aniversari del tancament de les mines d'Osor. Des d'aleshores els coneixements en l'àmbit mediambiental han augmentat i amb ells la sensibilització respecte les problemàtiques ambientals. Mentre la mina va estar en funcionament van abocar-se grans quantitats de metalls pesants i residus d'aquesta directament a la riera d'Osor, i una vegada la instal·lació va ser tancada, no va executar-se cap tasca de reconstrucció de la zona, motiu pel qual encara en l'actualitat tot segueix igual, amb l'impacte ecològic i paisatgístic que això suposa.

A l'hora de valorar aquest impacte s'han fet diversos estudis, sobretot en l'àmbit de la química i la geologia, tractant els nivells de contaminació metàl·lica. Aquests estudis proporcionen una àmplia informació, però es considera que manca una visió multidisciplinària de la problemàtica ambiental; aquest projecte s'ha justificat plantejant la necessitat d'integrar l'afectació de tots els components del sistema natural de la riera d'Osor per tal de conduir objectivament futures actuacions.

1.3 Objectius

1.3.1 Objectius generals

Els objectius que s'han proposat per aquest projecte són els següents:

1. Determinar l'origen de la contaminació per metalls pesants a la riera d'Osor.
2. Diagnosi de l'estat actual de la riera d'Osor respecte la contaminació provocada per metalls pesants.
3. Valorar la percepció social sobre l'estat de la riera.
4. Proporcionar una visió global i integradora amb la qual es puguin preveure situacions futures i conduir les possibles mesures de gestió.

1.3.2 Objectius específics

Especificant els objectius anteriors es desglossen els següents objectius específics:

- 1.1 Determinar les fonts puntual i contínues d'aports de metalls pesants a la riera d'Osor.
- 2.1 Estudi de la química de l'aigua.
- 2.2 Recull dels estudis previs dels efectes dels metalls en les comunitats del riu constituents de la biota.
- 2.3 Estudi de la comunitat de macroinvertebrats com a indicadors biològics de la qualitat de l'aigua.
- 2.4 Estat de l'entorn hidromorfològic i del bosc de ribera.

1.4 Hipòtesis

L'estudi permetrà millorar el coneixement tant dels orígens com els efectes de la contaminació de metalls pesants a la riera d'Osor i integrar la percepció que en té la població del mateix municipi.

ANTECEDENTS

2.1. Legislació estatal i catalana en relació a les activitats extractives:

Les activitats extractives de la Mina d'Osor es van veure afectades per una de les primeres regulacions estatals en matèria de mines. Aquesta era la Ley 22/1973, del 21 de juliol anomenada **Ley de Minas**. El marc general de dita llei eren tots aquells temes relacionats amb la classificació i l'explotació dels recursos naturals, així com les regulacions i permisos propis del tipus d'activitat que es dugués a terme. També hi constava un apartat de protecció del medi ambient on es parla d'estudis i diagnosi que calen fer per concretar l'escala d'afectació dels possibles impactes al medi natural, sense fer esment a les mesures correctores.

La següent regulació estatal que va afectar les activitats extractives de la Mina d'Osor va ser el **Reglament General pel règim de la mineria** que consta del **Reial Decret 2857/1978 del 25 d'agost**. En aquest Reial Decret s'especifica la necessitat de notificar a la Delegació Provincial del **Ministerio de Industria y Energia** totes les activitats mineres relacionades amb l'extracció, tractament o abocament de les aigües per tal de mantenir així una protecció del medi ambient (concretament es fa constar a l'article 97 de dit Reial Decret).

Pel que fa a la legislació catalana referent a la protecció i restauració dels espais afectats per les activitats extractives no va aparèixer fins l'any 1981 amb **la Llei 12/1981**. Aquesta llei fixa les directrius bàsiques per la restauració dels espais afectats per activitats extractives amb la finalitat d'aconseguir que en acabar l'explotació, puguin integrar-se en el conjunt natural en què es troben. És destacable el caràcter globalitzador que el text legal exhibeix en l'estudi i en la valoració dels impactes ambientals. Això s'exemplifica amb la introducció de tres mesures:

- La definició del programa de restauració de l'àrea afectada.
- El dipòsit d'una fiança per part de l'explotador.

- La fixació del període de garantia per assegurar l'efectivitat del compliment del programa de restauració.

No obstant, aquesta legislació va aparèixer dos anys més tard del tancament de la Mina d'Osor, per tant aquesta no va ser aplicada.

Així doncs, pel que fa a la gestió de la restauració dels indrets afectats per les activitats extractives, es poden diferenciar clarament dues etapes; abans i després de l'aprovació de la *Llei 12/1981*. Abans d'aquesta llei les explotacions no estaven obligades a restaurar l'entorn afectat per l'activitat extractiva més enllà dels requeriments d'alguns capítols de la Llei de mines i del Reglament que estableixien. Això feia que l'explotació s'abandonés una vegada havia perdut el seu valor econòmic.

2.2. Normativa en matèria de gestió i qualitat de l'aigua.

Pel que fa referència a la normativa relacionada amb la gestió i qualitat de l'aigua, l'entrada en vigor de la **Directiva Marc de l'Aigua** de la Comunitat Europea, aprovada pel Parlament Europeu i el Consell el 23 d'octubre del 2000, i publicada al DOCE el 22 de desembre de 2000 (2000/60/CE) aporta un marc normatiu integrat en l'ús de l'aigua. Aquesta normativa origina i condiona un canvi important en el concepte de gestió, protecció i planificació de l'ús de l'aigua i els espais associats a aquest medi.

2.3. Estudis realitzats a la zona:

S'han trobat antecedents d'estudis realitzats al mateix emplaçament de la riera d'Osor i els quals han ajudat en l'elaboració de la present diagnosi ambiental, aportant altres línies de coneixement i més informació a tenir en consideració.

Un primer document que ha ajudat, ha estat el llibre de les Mines d'Osor, és un repàs de la història d'aquestes mines, mostrant amb deteniment la descripció del tipus d'activitat que s'hi va dur a terme. (Bruguera, 2004).

Un altre estudi tracta sobre l'ús de la fitoremediació per donar resposta als problemes de l'acumulació dels metalls pesants en sòls agrícoles propers a les Mines d'Osor. Es van buscar les espècies vegetals que presentaven una major capacitat d'absorció dels metalls pesants, especialment centrant-se en el cadmi i el plom, degut als seus efectes perjudicials sobre la biota (Dávalos et al, 2009).

D'altra banda es va elaborar un estudi sobre l'afectació de l'aigua de la riera d'Osor com a conseqüència de les activitats mineres. Els paràmetres més significatius en aquests estudi són la conductivitat elèctrica, els sulfats i el fluor (Bonmatí, 1991).

2.4. Estudis de caràcter general.

També s'ha tingut present un conjunt de treballs i estudis de caràcter general, però que han donat eines alhora de treballar en els diferents paràmetres tractats en aquesta diagnòsi ambiental.

D'una banda l'estudi de metalls pesants realitzats a la conca catalana del riu Ebre, ha servit com a base de coneixements de la influència dels metalls pesants dins d'un sistema fluvial i les seves possibles afectacions (Ferré, 2007).

D'altra banda l'estudi realitzat a la riera de Rafamans que té com a objectius qüestionar els plantejaments dels valors de l'ecosistema fluvial i alhora, la seva valorització integrada de la biocenosi del bosc. Es té en compte els aspectes, tant biòtics com abiòtics, que poden perjudicar a l'ecosistema de la riera. Aquest estudi posa de manifest els paràmetres clau alhora d'estudiar qualsevol tipus de pertorbació dins un sistema fluvial (Grup ecologista de la Facultat de Biologia de Barcelona, 1996).

Finalment, citar dos articles consultats que fan referència a l'estudi dels components biòtics dels sistemes fluvials; aquests es centren en l'afectació a escala espacial i el conjunt de variables ambientals en la capacitat per detectar els efectes dels diferents tipus de contaminació en la biota.

Es va utilitzar l'anàlisi de variàncies i es va avaluar la importància individual d'un conjunt de factors ambientals (eutrofització i contaminació orgànica) en relació als nivells de metalls pesants en l'estructura de les comunitats de diatomees (Guasch et al. 2009).

El segon article que ha ajudat és un estudi sobre la variabilitat hidrològica interanual dels rius mediterranis amb la concentració de metalls (concentració baixa, però crònica) tant en l'aigua com en els sediments. Es van seguir els patrons d'evolució per a certs metalls i es van establir els nivells d'aquests segons les referències ecotoxicològiques i en funció de la preocupació ambiental. Es va demostrar l'afectació dels metalls al biofilm fluvial i com aquesta afectació pot ser acumulativa en períodes repetitius d'exposició a la contaminació (Guasch et al. 2010).

Pel que fa a la vessant de geologia destacar l'estudi de Pallí et al. (1997) El qual va ajudar a veure el sistema de diàclasis de la zona propera a la Mina d'Osor. A partir d'aquí s'han pogut fer estudis propis per corroborar aquestes dades.

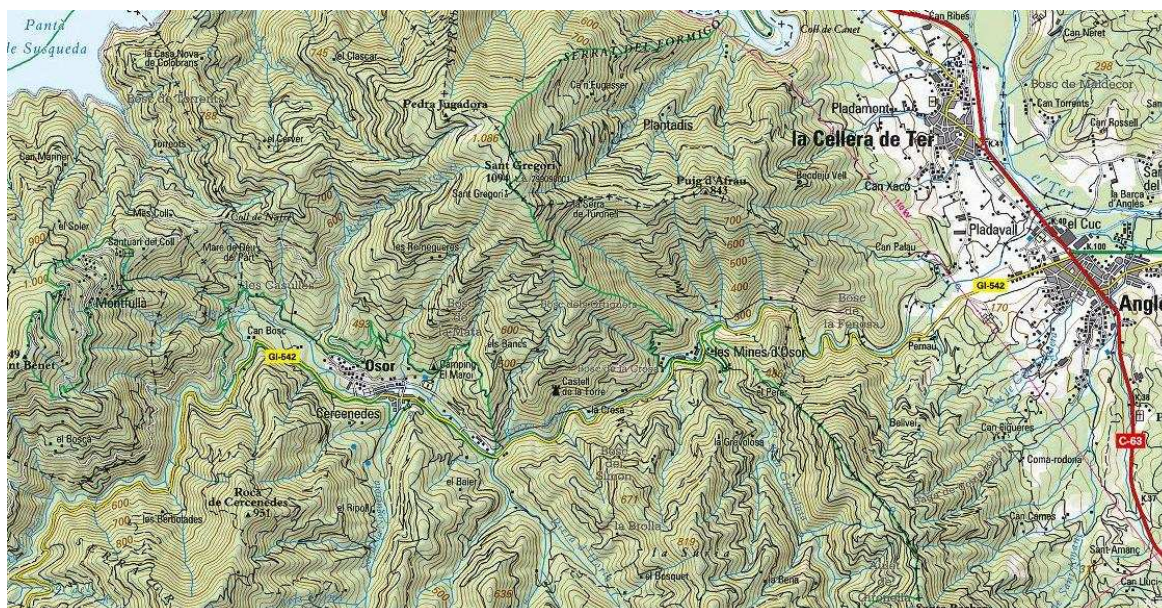
DESCRIPCIÓ

3.1 Context geogràfic de les mines d'Osor

El jaciment de les Mines d'Osor es troba a la comarca de la Selva (Girona), a la serralada Prelitoral Catalana, més concretament al N.E a les Guilleries.

Es troben enclavades al fons d'una vall (la vall d'Osor) entre els municipi d'Osor (a l'oest) i el municipi d'Anglès (a l'est), pertanyents al primer municipi. Estan envoltades per les serres de Porta Barrada, de Sant Benet, del Coll i Sant Gregori, pel massís de Solterra, i encerclada pels punts més alts de les Guilleries; Sant Gregori (1088 m), Sant Benet (1144 m) i Sant Miquel de Solterra o de les Formigueres (1204 m). Malgrat això, el municipi d'Osor és a 340 m d'altitud. S'estén a banda i banda de la riera del mateix nom (riera d'Osor), afluent del Ter Mitjà.

Figura 2: Topografia de l'àrea d'estudi



Font: Institut Cartogràfic de Catalunya

Elaboració: pròpia

El municipi d'Osor **limita** amb Susqueda per la vessant N i NE, amb la Celler de Ter pel N, amb Anglès i Brunyola per l'E, amb Santa Coloma de Farners pel SE i amb Sant Hilari Sacalm pel SO.

Osor pertany al partit judicial de Santa Coloma de Farners, al bisbat de Vic, a la comarca de la Selva i a la sub-comarca natural de les Guilleries.

L'**agricultura** actualment ocupa poca superfície d'aquest territori. Però també hi trobem petites indústries de derivats de la fusta i de bijuteria.

Es pot **accedir** per la carretera que va d'Anglès a Sant Hilari Sacalm o bé per un camí forestal que voreja l'embassament de Susqueda, seguint fins al Coll de Nafre, a la carretera del Santuari del Coll, baixant fins el municipi.

Pel que fa al **règim hídric**, la vall d'Osor és un sistema complex de muntanyes amb altituds i orientacions variades. Les precipitacions anuals estan al voltant dels 1000 L/m² i la neu sol fer acte de presència als cims més elevats i al mateix municipi d'Osor. Tota aquesta aigua crea un sistema de rieres, torrents, rierols i sots que alimenten multitud de fonts a més de la riera principal: la riera d'Osor. Aquesta neix entre els termes municipals d'Espinelves i Sant Hilari Sacalm per la unió de la riera Gran amb aigua del torrent de Muntanyeta, del torrent de la Font Picant i del torrent de la Gobarra.

3.2 Context històric de les mines d'Osor

Les **primeres referències històriques** datades entre el 1200 aC fins al s II dC, diuen que els pobles grec i romà varen extreure minerals, especialment plata, aprofitant filons pròxims a la superfície, que gairebé devien esgotar amb extraccions a cel obert.

Ja en **època contemporània**, les referències documentals dels segles XVIII-XIX, on es documenta l'explotació de **galena i ferro** (a Osor i altres llocs de la zona) amb mitjans artesanals.

Durant el segle XIX la **Revolució Industrial** i el **capitalisme** varen provocar que l'explotació s'industrialitzés i s'internacionalitzés. Hi ha un document datat del 1821 que demostra la voluntat d'explotar industrialment uns filons de material localitzat a prop d'on més endavant es varen localitzar les mines.

Tot plegat, permet deduir que l'interès per l'explotació minera de la zona degué ser cada vegada més significatiu fins que a finals del mateix s. XIX un grup d'estudiants anglesos van descobrir un nou filó de fluorita i galena on més tard es van construir les mines.

3.2.1 Les primeres societats (1898-1932)

Segons Bruguera (2004), cap a l'any 1898 una **empresa anglesa** va constituir una filial a la zona del filó. Dita empresa estava interessada en la **galena**, ja que llavors l'**espat de fluor** no es valorava. No van obtenir els beneficis esperats, de manera que un any més tard es va retirar i al 1900 van llogar l'explotació a una altre societat forastera, la "**Société d'Arts et Études de París**" que es va fer càrrec fins la finalització de la 1^a Guerra Mundial. Aquest va ser el primer període d'explotació important a la zona de les mines (fins al 1907) amb un total de 774 gironins treballant en aquesta.

Cap a l'any 1921, el Sr. Dàmaso Ibàñez va ser nomenat director i a part d'intensificar els treballs d'explotació, va proposar crear una societat catalana per l'aprofitament de les mines. Així va néixer la societat "**Minerales y Productos de Explotación S.A.**". Va tornar a ser una època de gran producció com demostra el fet que sortien grans quantitats de mineral (en aquets moments es comença a explotar la **fluorita** amb els primers intents de flotació del mineral) cap als ports de Palamós i de Sant Feliu de Guíxols des d'on s'enviava als E.E.U.U..

3.2.2 Minerales y Productos químicos de exportación S.A

A l'any 1932 es va ampliar el capital i es va canviar el nom de la societat pel de "Minerales y Productos Químicos de Exportación S.A."

Es van fer moltes millores tècniques i es va arribar als 84 m de profunditat amb quatre plantes (però l'última restava verge), malgrat això és l'època en què es tenen constància dels primers accidents greus amb víctimes a la mina, entre d'altres coses perquè havia augmentat molt el nombre de treballadors.

3.2.3 Minersa (1942-1980)

El Sr. Ibàñez i quatre germans amb molt bona visió empresarial, els germans Lipperheide Henke, van decidir crear una nova societat ja que creien que encara quedava molta quantitat de **fluorita** per explotar i van crear l'empresa més popular de la zona, **Minersa**, que va explotar la mina fins al tancament a l'any 1980, amb la col·laboració de **COEIM**: "Comision Ordenadora de Minerales de Interès Militar". Es va vendre la fluorita emmagatzemada a Alemanya, i posteriorment es van acondicionar els pous existents i les galeries per tal de tornar al treball.

Es va construir un nou rentador de mineral, el "*Lavadero*", una nova flotació diferencial amb la qual s'eliminava el residu del material comercial. Van haver-hi però alguns problemes amb la composició del mineral, però que es van solucionar a principis dels 50's gràcies als químics que treballaven intensament al *Lavadero*. Gràcies a aquests tècnics, el *Lavadero* va ser, una flotació model i la mina, una de les millors i més importants del món en quant a producció de **fluorita**, amb la prova que al voltant d'Osor es van atorgar 33 concessions mineres, amb un total de 5.171 ha de terreny.

Tot i les dificultats per trobar mà d'obra, es van produir noves concessions: 1945 - Bilbao n.2900 de 145 ha; 1960 - Elgueta n.2846 de 282 ha i Guipuzcua n.2910 de 298

ha; 1962 - Vizcaya n.3072 de 118 ha; 1968 - Astúries 1a fracció de 209 ha, Astúries 2a fracció de 29 ha i Astúries 3a fracció de 76 ha. Totes aquestes concessions es poden veure marcades al plànol general topogràfic de l'explotació a la figura 13 de l'annex.

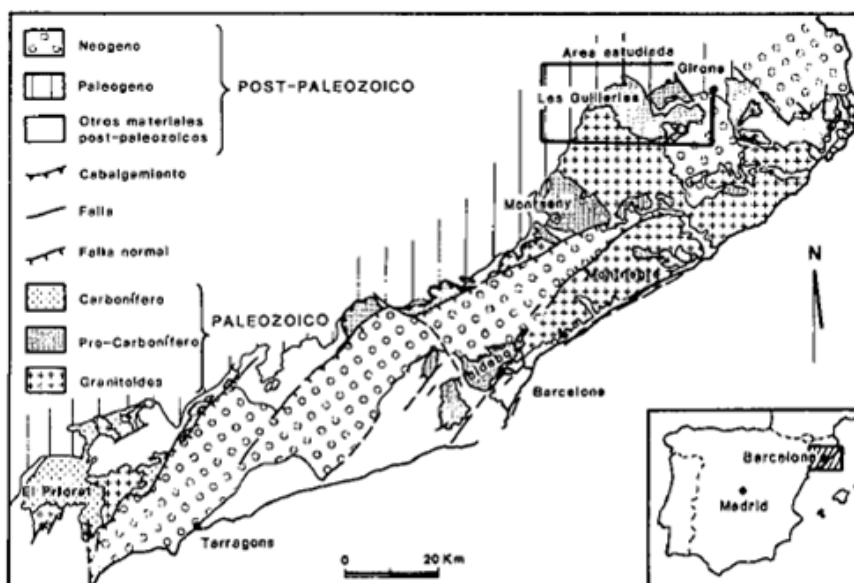
Els últims 30 anys d'explotació (del 1950 al 1980) varen ser de màxima producció. La mina va arribar a tenir fins a 11 plantes que es varen explotar amb diferents tècniques fins que es va arribar al fons del filó al 1978, llavors es va anar extraient el que quedava a les galeries ja fetes ja que després de diverses prospeccions realitzades a diferents zones es va comprovar que no es podia seguir extraient. El 15 d'octubre es va tancar la mina i es va deixar d'extreure mineral i el 15 de gener del 1980 es va tancar el "Lavadero" i la resta d'instal·lacions (després d'acabar de tractar les darreres restes de minerals).

3.3 Context geològic del jaciment

Les Guilleries es troben situades a l'extrem septentrional de la Serralada Prelitoral Catalana. Són limitades al N i al O pels materials del paleogen (de 65 a 22 M anys) de la Serralada Transversal Catalana, i al E, pels materials d'edat neògena (de l'actualitat a 22 M anys) de la depressió de la Selva, i al S limiten amb les granodiorites tardí hercinianes (de 390 a 300 M anys) del Montseny-Guilleries.

A les Guilleries aflora una de les sèries d'edat paleozoica (de 540 M anys fins a 251 M anys) més completes de les Cadenes Costaneres Catalanes i és així mateix una de les escasses àrees en la que afloren materials afectats per un metamorfisme d'alt grau (sobretot a elevades pressions i temperatures, implicant que hi ha molt poc espai entre làmines del bandejat, ex. gneis) (Figura 3).

Figura 3: Esquema geològic de les cadenes litorals catalanes. El quadre indica la situació del massís de Les Guilleries.



Font i elaboració: Durán, 1990

3.3.1 Estratigrafia

3.3.1.1 El Càmbric-Ordovícic inferior: formacions d'Osor i Susqueda

Segons Durán (1990), els materials més antics que afloren a l'àrea es troben afectats per un metamorfisme d'alt grau. En aquesta sèrie es coneix des d'antic la presència de gneis i marbres pel què ha estat tradicionalment considerada d'edat càmbrica o cambro-ordovícica (fa ± 490 M anys).

Els gneis de Les Guilleries no constitueixen la base del substrat, sinó que estan intercalats en la sèrie metasedimentària. Ho demostra el fet que per sobre i per sota d'ells apareguin materials diferents, implicant que els gneis es trobin interestratificats, i permet dividir la sèrie en dos trams, un inferior, que s'ha anomenat formació Osor i un altre superior, denominat **formació de Susqueda**.

La formació d'Osor és essencialment pelítica (roques clàstiques de gra fi), litologia representada per micasquists producte del metamorfisme regional (efecte de la pressió i temperatura durant molt de temps), i presenta en varis nivells intercalacions de poc espessor (màxim d'uns 3m) d'arenisques i roques calcàries, que han donat origen a marbres i d'altres tipus de roques metamòrfiques.

La formació de Susqueda és també bàsicament pelítica, i es caracteritza per contenir molt a prop del contacte amb els gneis (uns 50 m per damunt), un important nivell de marbres (d'uns 20 m d'espessor).

Els nivells més alts d'aquesta formació no afloren degut a l'existència d'una falla de direcció N.E.-S.O., que la posen en contacte amb materials de l'Ordovicià superior.

3.3.1.2 Els gneis de les Guilleries

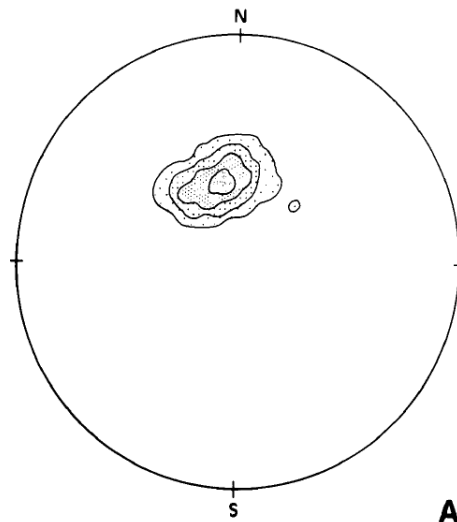
Tal i com apunta Durán (1990), separant les formacions d'Osor i Susqueda es troben interestratificats els gneis de les Guilleries. Aquests gneis presenten contactes nets i notablement paral·lels a l'estratificació. Són de gra fi i completament uniformes.

3.3.2 Tectònica

3.3.2.1 La deformació de les zones d'alt grau

Segons Durán (1990) en les zones d'alt grau de metamorfisme, s'observa un bandejat que presenta cabussaments constants cap al S o el S.E. i es manifesta d'igual formes en totes les litologies (Figura 4).

Figura 4: Esquistos i amfibolites d'Osor, n = 283. Disposició de l'esquistositat regional a les zones d'alt grau de metamorfisme.

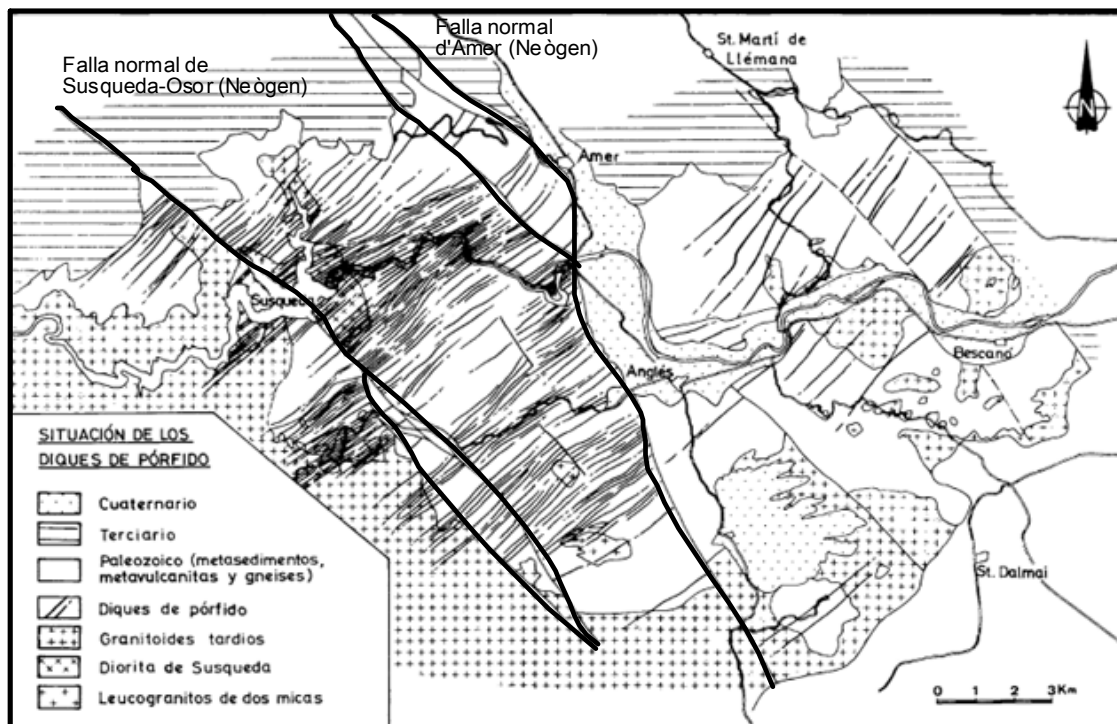


Font i elaboració: Durán, 1990.

3.3.2.2 Les deformacions fràgils posteriors

L'àrea estudiada va ser afectada per un nombre important de fractures. Aquestes es poden agrupar en dues famílies, una primera de direcció N.E.-S.W. d'edat tardi-herciniana (± 390 M anys), i una posterior que talla fins als materials terciaris més moderns. A més, la regió va estar sotmesa a una fase distensiva important, que es manifesta per la existència d'abundants dics de pòfir, molt importants, tant en nombre, com en el volum total de roca injectada. Aquests dics travessen a totes les roques hercinianes de la regió (Figura 5)

Figura 5: Situació dels dics de pòrfir de l'àrea paleozoica de les Guilleries. La cartografia està limitada als dics que tallen els metasediments, metavulcanites i gneis, pel que no s'han representat els dics que tallen exclusivament als granitoides tardans.



Font: Durán 1990.

Elaboració: pròpia

3.3.3 Roques ígnies

En el massís de les Guilleries es pot observar una gran varietat de roques ígnies, tant pel seu origen i composició com per la seva edat. Aquestes roques es poden agrupar en dos grans conjunts, les roques ígnies pre-hercinianes i les granodiorites tardies hercinianes.

Segons H. Durán (1990), les roques ígnies pre-hercinianes són les més antigues de la regió i constitueixen nivells d'amfibolita de gran espessor (varies desenes de metres), que es troben interestratificades en la formació d'Osor. A causa del metamorfisme,

s'han esborrat quasi per complet les textures preexistents. Les amfibolites estan constituïdes essencialment per hornblenda i plagiòclasi.

D'altre banda, tal i com apunta Capellà et al (1997), les roques ígnies tardi hercinianes que afloren a la zona en el mateix ordre que es varen intruir són: les pegmatites, la diorita de Susqueda, pòfirs generalment amb composició granodiorítica, i els dics de composició bàsica. Les pegmatites es presenten en filons d'ordre mètric intruïts en els micasquistos, desenvolupant a vegades foliació. La diorita de Susqueda forma un cos d'extensió quilomètrica emplaçat en el nivell superior de micasquistos. Els pòfirs granodiorítics, molt nombrosos, es presenten en dics d'ordre mètric a decaèdric i amb una longitud que sovint és superior al quilòmetre i disposats gairebé sempre N.E.-S.O.

3.4 Descripció geològica de la zona pròxima a les mines d'Osor

3.4.1 El filó

Segons el “Instituto Geológico y Minero de España” (1983), es tracta d'un filó de direcció E-O i capbussant al N, que es ramifica en profunditat en dos: filó N que continua capbussant al N d' aproximadament 2500 metres de longitud i 290 m de profunditat, i filó S que capbussa fortament cap al S d'uns 400 m de longitud i aproximadament la mateixa profunditat. L'espessor d'ambdós sol estar comprès entre 1 i 4 m, arribant a 10 m.

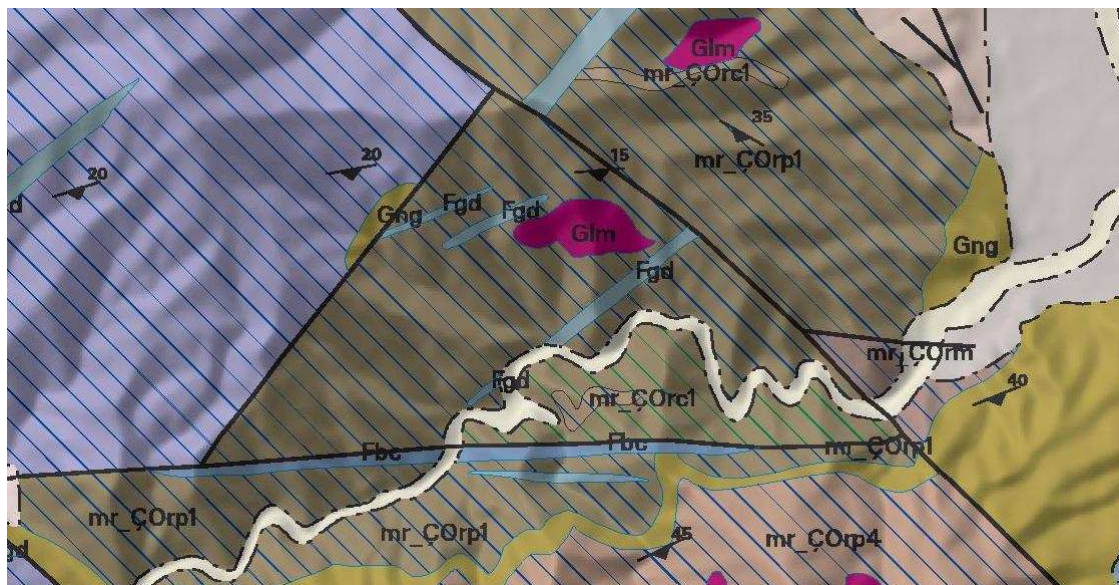
Segons Campa et al. (1974) el jaciment és de tipus meso-hidrotermal, encaixat en una fractura de direcció E-O (figura 6), i envoltat d'esquistes sillimanítics i en dics de pòfirs quarsodiorítics. S'estableixen tres fases mineralitzadores:

El primer té lloc durant la formació de la fractura en l'orogènia herciniana, que és reomplerta a continuació per un filó de quars amb sulfurs metàl·lics (galena i esfalerita).

El segon esdevingué durant l'orogènia alpina (formació dels Pirineus) la fractura és reactiva i es veu sotmesa a processos de compressió - distensió. El filó és triturat i hi ha un nou aport hidrotermal de naturalesa fluorhídrica.

El tercer i últim, l'activitat hidrotermal, ja de baixa temperatura, aporta una solució residual amb sulfur de bari com component majoritari, que en les zones oxidants passa a sulfat (baritina).

Figura 6: Mapa geològic 1:50000 on es pot observar el jaciment (Fbc) encaixat en una fractura E - O



Font i elaboració : Institut Cartogràfic de Catalunya

3.4.2 La xarxa de facturació

Les principals falles són les d'Amer i la de la de Susqueda-Osor (Figures 5 i 6), properes al jaciment. Es tracta de falles normals neògenes. Aquestes fan baixar el bloc superior (costat E) i delimiten els blocs del substrat paleozoic que han tingut un comportament rígid durant l'extensió neògena.

El traçat de la falla d'Amer és sinuós, oscil·lant la seva direcció de N.O.-S.E. a O.O.N.-E.E.S., (Saula et al. 1996) i l'estructura del bloc superior està definida per falles subordinades anticlinals.

Segons Salvador Rodà (1996) hi han dos sistemes de diàclasis predominants en la zona de les Mines d'Osor, el principal de S.E.-N.O. i els secundaris de N.N.E.-S.S.O. i S.S.E.-N.N.O. (Figura 6 de l'anex).

Corroborant les dades aportades per aquest estudi hi ha el de Capellà et al. (1997), en el que es fa una anàlisi geomètrica del diaclasat de les Guillerries. En aquesta anàlisi troba en els sectors 1, 2 i 3 situats al voltant de l'embassament del Pasteral (que està

a una longitud semblant que les mines d'Osor i a poca distància), hi ha una predominança de les famílies amb direcció S.E.-N.O., amb poca inclinació (que passen a tenir direcció N.E.-S.O. en els sectors 5 i 6) (Figura 5 de l'anex).

En el transcurs d'aquest projecte s'ha fet una caracterització geomètrica (projeccions equiaereals) dels grups de diàclasis predominants en la zona de les mines d'Osor i s'han comparat amb els altres estudis realitzats.

3.5 Descripció de les mines

Segons fonts dels arxius de l'ajuntament d'Anglès la mina va arribar a tenir onze plantes que es varen explotar amb tres mètodes diferents: per realçament horitzontal ple, per subnivells i per càmera - magatzem. Les galeries s'estenien en l'horitzontal a través del filó, amb longituds variables d'un nivell als altres, fins arribar a la planta 11 a uns 290 m de profunditat. S'accedia a totes les galeries a través del pou Leonor.

L'explotació es va aturar en la planta 11 per les dificultats que varen trobar les màquines per a aprofundir més. Aleshores es van realitzar un seguit d'operacions però es va veure que el filó feia el que en mineria s'anomena una "quilla de vaixell" per la qual cosa no tenia continuació en profunditat.

Del jaciment es varen extreure durant el període de 1948 al 1979 la quantitat de 1,983 MTn brutes, sense comptabilitzar el mineral extret entre els anys 1942 i 1948. No obstant, sense tenir dades concretes durant els anys anteriors a l'any 1948 es suposa que la producció del mineral brut extret va ser de 2,5 MTn aproximadament.

Els residus que es van produir durant els anys d'explotació previs a la Llei de mines (1976) van ser abocats directament a la riera, i posteriorment a dita llei van ser acumulats en un antic camp de futbol dels miners (Pla de la Illeta), on avui encara resten allà sense cap tipus de tractament i/o confinament.

3.5.1 Disposició de les galeries

La informació referent a la disposició de les galeries es basa en les seccions del plànol del pou Leonor (Figura 12 de l'annex), en el plànol general topogràfic (Figura 13 de l'anex), i les explicacions del Sr Emili Rams (Historiador de l'ajuntament d'Anglès) i al Sr Josep Lluís Montoto ("capatàs" de les mines).

La separació vertical entre galeries era aproximadament d'uns 30 m, sent les cotes segons la secció del pou Leonor (Figura 12 de l'anex): 1a planta = 300 m (en superfície); 2a planta = 276,5 m; 3a planta = 262,2m; 4a planta = 237,2 m; 5a planta = 205,2 m; 6a planta = 178,2 m; 7a planta = 140 m; 8a planta = 110 m; 9a planta = 80m; 10a planta = 50 m; 11a planta = 20 m.

La longitud aproximada estava entre 400 i 500 m, exceptuant la planta 6 d'uns 900 m, la 8 d'uns 1000 m i la planta 4 de ventilació i drenatge/rentat que s'estenia aproximadament 1500 m al llarg del filó (aquesta és la de més interès pel present estudi degut a que hi ha un cabal aproximat de 900 m³/dia d'aigua amb contaminants metàl·lics que va a parar directament a la riera d'Osor (encara després de 30 anys del tancament).

Degut a que les mines es troben en les Guilleries, zona molt humida, i encaixat al filó en una falla i amb un nombre elevat de fractures, era necessari extreure l'aigua que anava inundant les galeries. El desaigua es feia a través de bombes col·locades en la 11a planta. S'extreia entre 1300 a 1700 m³H₂O/dia normalment, excepte quan plovia que s'arribava als 3000m³.

3.5.2 Mineralogia del jaciment

En el jaciment de les mines d'Osor es podien trobar molts minerals associats, malgrat això només se n'explotaven uns pocs. Seguidament es descriuen tots els minerals que es podien trobar classificats per si tenien o no interès econòmic en extreure'ls:

Minerals **amb interès econòmic** del filó:

Principalment s'explotava la **fluorita** (CaF_2), ja que era la més abundant i gairebé sempre es trobava en forma massiva i rarament en forma de cristalls petits.

Com a mineral secundari es trobava la **galena** (PbS), que es podia trobar en forma massiva, fibrosa o granular.

L'altre mineral que s'explotava en les Mines d'Osor era la **blenda o esfarelita** (ZnS), que pel seu aspecte es podia confondre amb la galena. Es podia trobar en masses fibroses o compactes

Minerals **sense interès econòmic** del filó:

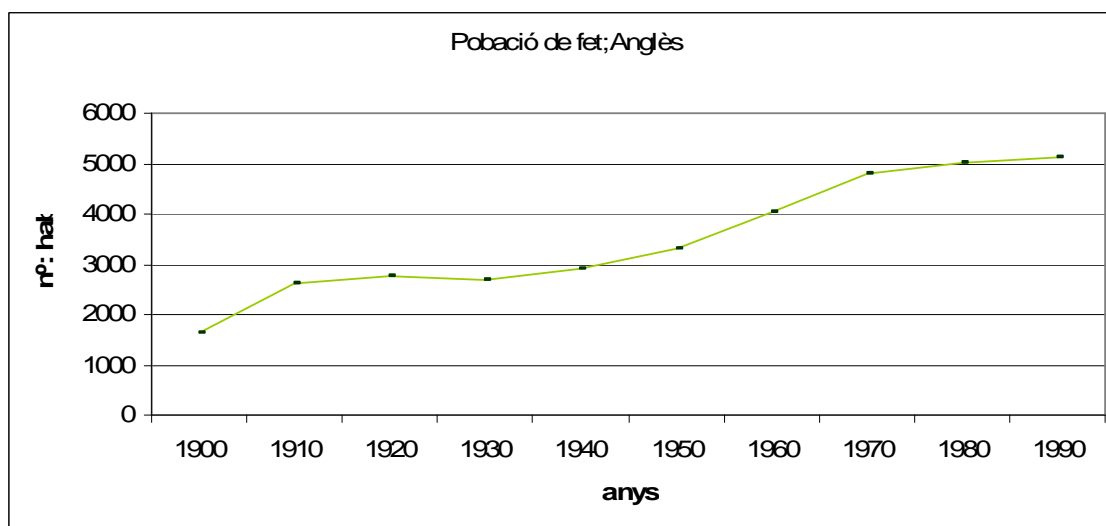
Es podien trobar també en el jaciment: calcopirita (CuFeS_2), calcosina (Cu_2S), greenockita (CdS), la marcasina (FeS_2), la pirita (FeS_2), la pirrotina (Fe_7S_8), la goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$), la pirolusita (MnO_2), la atzurita ($\text{Cu}_3[\text{OH Co}_3]_2$), la calcita (CaCO_3), la cerusita (PbCO_3), la anglesita (PbSO_4), la baritina (BaSO_4), el guix ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), la piromorfita ($\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$), la diòpsida ($\text{MgCaSi}_2\text{O}_6$), el quars (SiO_2) i la moscovita ($\text{KAl}_2(\text{Al,Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$).

3.6 Context socioeconòmic

3.6.1 Municipi d' Anglès

Anglès a l'any 2009 tenia una **població** de 5.569 habitants amb una **densitat** de 341,4 hab./km². Pel que fa a la distribució de la població segons les edats, predomina la gent de 14-64 anys amb un 66,4%, seguidament d'un 17,9% majors de 65 anys i un 15% de 0-14 anys. Comparant aquesta distribució amb la població catalana cal dir que l'interval d'edat de gent major de 65 anys és més gran a Anglès, encara que la diferència no és significativa.

Figura 7: Evolució de la població de fet a Anglès



Font: IDESCAT

Elaboració: pròpia

S'ha analitzat la **població de fet**, que fa referència als residents presents i persones de pas, és a dir que en el moment de l'elaboració del cens es trobaven al municipi (Figura 7). S'ha escollit aquest indicador perquè s'ha considerat de gran importància per veure l'evolució de la població. Com es pot observar des del 1900 fins l'última mesura que es té del 1990, la població ha augmentat considerablement, i els darrers anys es manté pràcticament constant.

Una de les causes d'aquest augment en la població pot ser l'inici de l'explotació de Minersa S.A al 1900, que se sap que portava molta gent al municipi i també molt comerç.

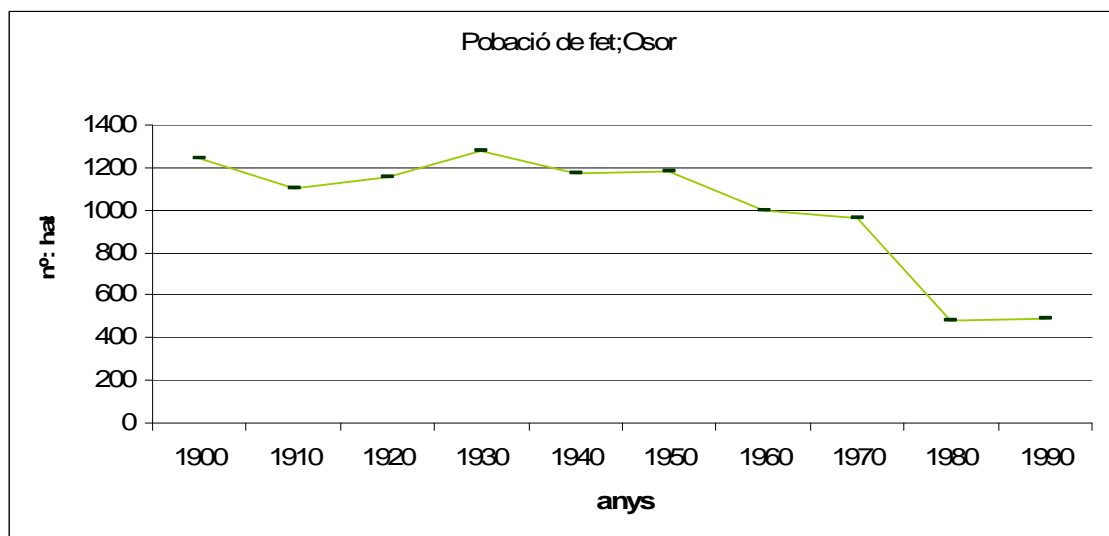
Actualment la població d'Anglès treballa bàsicament al sector de la indústria 52,7% seguidament dels serveis amb un 36,5% de la població, mentre que tan sols un 7,3% i un 3,6% treballen respectivament al sector de la construcció i l'agricultura.

A l'agricultura s'observa una disminució de les hectàrees treballades des de l'any 1982 fins el 1999, data més actual mesurada. En aquests últims 20 anys esmentats, l'agricultura ha disminuït un 50%.

3.6.2 Municipi d'Osor

La població d'Osor a l'any 2009 tenia 354 habitants i una densitat de 6,8 habitants/km². Segons la distribució per edats predomina la població entre 15-64 anys amb un 59,6%, seguit d'un 33,6% de la població més gran de 65 i finalment un 3,1% del rang d'edat de 0-14 anys. A Osor hi ha una proporció considerablement elevada de gent que supera els 65 anys, el percentatge és el doble del que es troba a Catalunya.

Figura 8: Evolució de la població de fet d'Osor.



Font: IDESCAT

Elaboració: pròpia

S'observa que Osor havia estat un municipi amb un elevat flux de gent, fet que dista molt de la situació actual. Al 1936 en plena explotació minera la població era molt elevada 1319 persones i es manté elevada fins al tancament de la mina on hi ha una disminució considerable que es pot observar en el gràfic a partir del 1970 (Figura 8).

Per tant estudiant la població de fet es creu que tant l'inici de l'explotació minera com el tancament ha influenciat considerablement al flux de persones de Osor.

Al cas d'Osor a l'any 2001 (última data que s'ha trobat a l'Institut d'Estadística de Catalunya, IDESCAT) el 5,8 % de la població es dedica a l'agricultura, seguidament de la construcció amb un 12,8 %, els serveis un 39,5% i finalment predomina la indústria amb un 41,9%.

Pel que fa l'agricultura des de l'any 1982 fins a l'última data que es té al 1999, la superfície total tan sols ha disminuït un 5,3%.

METODOLOGIA

4.1 Estudi de camp

4.1.1. Disseny de la diagnosi

4.1.1.1 Disseny del mostreig

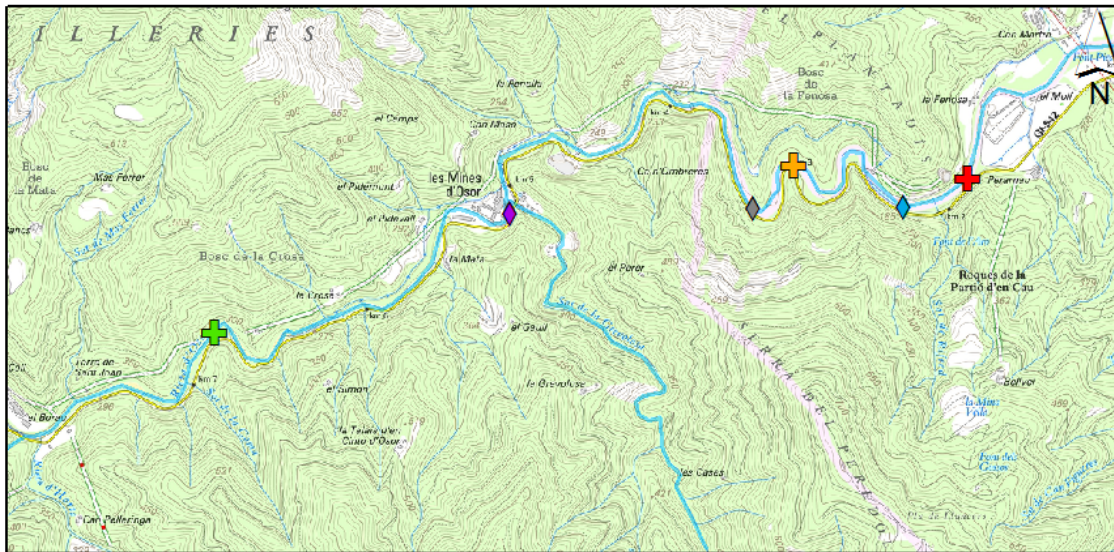
Calendari de mostreig

S'han realitzat **dos mostrejos** de macroinvertebrats a la riera d'Osor, entre els quals va transcórrer un període de 4 mesos, un es va realitzar a la tardor, el 14 d'octubre del 2009 i l'altre a finals d'hivern, el 16 de març del 2010. Ambdós mostrejos es van realitzar durant el matí, de les nou fins aproximadament a les tres del migdia.

Punts de mostreig

Els punts de mostreig escollits per fer la diagnosi ambiental s'han fet al llarg de 5 km de la riera i es troben representats al següent mapa.

Figura 8: Mapa dels punts de mostreig a la riera



Font: ICC. Elaboració: pròpia.

0 250 500 750 1.000 Meters

PUNTS D'IMPORTÀNCIA	
◆	Porta de ferro
◆	mines
◆	presa
PUNTS DE MOSTREIG	
+	control
+	impacte_1
+	impacte_2
—	RIU

Com s'observa a la figura 8 s'ha treballat a partir de **tres punts de mostreig**, per tal de poder valorar els canvis al llarg de tot el tram: el primer punt escollit és el **control**, es troba a 3,9 km del segon punt, l'anomenat **impacte 1** que a l'hora es troba a 1,1 km de l'**impacte 2**. Una característica que es va tenir en compte a l'hora de triar els tres punts va ser que presentessin condicions homogènies pel que fa a les característiques hidromorfològiques.

La taula 2 resumeix la distància entre punts de mostreig amb els punts importants d'impacte (porta de ferro, mina i presa), els quilòmetres marcats com a negatius són aquells que es troben abans del punt d'impacte, és a dir, es troben fora de l'àrea afectada pels residus miners.

Taula 2: Distàncies en Km dels dos punts d'Impacte i del Control respecte els punts d'importància:

Distàncies	Control	Impacte 1	Impacte 2
Mina (km)	-1,7	2,2	3,3
Porta (km)	-3,5	0,3	1,4
Presa (km)	-4,7	-0,8	0,3

Font i elaboració: pròpies

La mina, la porta de ferro i la presa, són els tres principals punts d'impacte, en primer lloc la **mina** és el més clar, l'origen dels metalls pesants, en segon lloc hi ha la **porta de ferro** que representa un punt on comunica directament una de les galeries de la mina amb la carretera que hi ha just al costat de la riera (la galeria 4), finalment la **presa** que es troba a la riera també és un factor a tenir en compte degut a que aquesta podria contribuir a la retenció de metalls i la precipitació d'aquests.

La localització concreta d'aquest punts de mostreig mostra l'evolució dels metalls pesants al llarg de la riera. El control, al trobar-se abans de l'explotació minera s'ha considerat com a un punt de referència, per poder comparar els resultats obtinguts als punts afectats pels residus miners i quantificar-los. Aquests punts són l'impacte 1, on les analítiques d'aigües realitzades a estudis previs, mostren les dades més elevades de conductivitat a la riera, i un punt d'impacte 2, aigües avall on s'espera trobar una certa recuperació.

4.1.1.2. Anàlisi de mostres

a) Anàlisi de macroinvertebrats

Per l'estudi de la comunitat de macroinvertebrats s'ha utilitzat la **tècnica quantitativa amb Surber**, a 10 punts aleatoris de cadascun dels tres trams representatius ja que l'estructura de la llera és molt homogènia. Per prendre les mostres, s'ha col·locat la xarxa Surber a contracorrent, de manera que rasant tota la superfície (còdols, remonent el substrat...) que queda sota el reticle de 0,9 m², els macroinvertebrats queden retinguts. Per facilitar la feina al laboratori, s'han utilitzat a camp filtres de 0,5 mm de porus per separar els macroinvertebrats del sediment fi remogut.

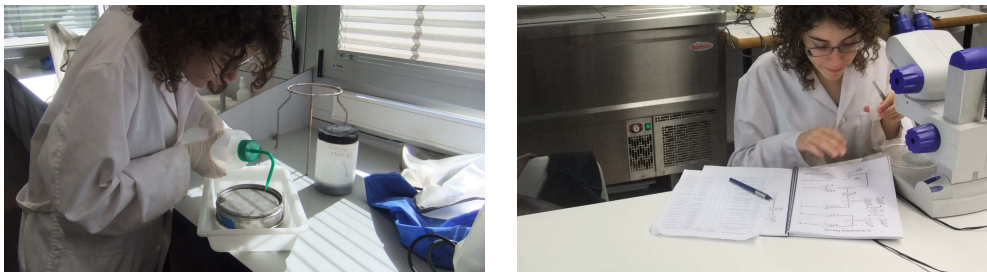
Figura 10: Mostreig de macroinvertebrats amb Surber



Font i elaboració: pròpia

Els macroinvertebrats s'han conservat fins a la identificació amb una dilució de formol al 4% i filtrats amb malles de 0,5 mm pels diversos rentats amb aigua. A l'hora de fer la classificació taxonòmica s'ha utilitzat la guia d'Invertébrés d'eau douce (Tachet, 2000) a nivell de família ja que antecedents experimentals han demostrat l'eficàcia (Frontier et al. 1993; Calow et al. 1994; Lenat et al. 1994).

Figura 11: Neteja de la mostra amb formol (a). Classificació dels macroinvertebrats (b).



Font i elaboració: pròpia

Indicadors de qualitat

Definició IBICAT

L'indicador qualitatiu que s'ha utilitzat és el BMWPC. L'indicador mostra la qualitat de l'aigua del riu en funció de la presència de certes famílies de macroinvertebrats i la riquesa dins el tram fluvial estudiat.

Indicador qualitatiu

BMWPC: Índex biològic de qualitat de l'aigua als Països Catalans

Es tracta d'una modificació de l'índex **IBMWP** d'aplicació a rius espanyols, on la puntuació de les famílies s'ha adaptat als cursos fluvials catalans. El valor de l'índex es basa en la unió del valor indicador de la riquesa i del valor indicador de cada família. El valor de riquesa de cada família de macroinvertebrats disminueix en fer-ho la qualitat del medi. Per això, pot ser utilitzat com un indicador de qualitat. Així doncs, les diferents famílies de macroinvertebrats tenen associat un valor entre 1 (mínim valor indicador) i 10 (màxim valor indicador). En funció dels requeriments ecològics de totes les espècies del grup: obtenen millor puntuació aquelles famílies les quals les seves espècies són molt sensibles a les pertorbacions, mentre que tenen una puntuació baixa aquelles famílies que, o bé estan formades per espècies tolerants, o bé tenen espècies amb requeriments ecològics molt diferents i que, per tant, no permeten donar un valor indicador global de la família

b) Anàlisi biofilms

En aquest apartat s'han analitzat dades cedides (Bonet et al. 2010), obtingudes a partir d'un experiment de translocació de biofilms a la riera d'Osor, traslladant els biofilms de zones no contaminades a zones contaminades, amb l'objectiu d'investigar la toxicitat dels metalls pesants sobre biofilms fluvials, a partir dels efectes funcionals (PAM, modulació d'amplitud de pols) i metabòlics (AEA, activitats d'enzims antioxidants) i finalment, els **efectes estructurals**, a partir de la composició de les espècies de **diatomees**, que són les que s'analitzen en aquest treball. A partir d'aquest

estudi es va valorar la capacitat dels biofilms com a bioindicador d'alerta primerenca, és a dir, de detectar ràpidament els efectes.

Els paràmetres tractats en l'anàlisi de les **diatomees** van ser el biovolum, el percentatge de formes teratològiques, la riquesa per nombre d'espècies i l'índex de diatomees IPS (Índex Polusensibilitat Específica).

La **riquesa** correspon al nombre d'espècies presents a una àrea determinada. El **biovolum**, es va obtenir a partir de comptatges i representa el volum promig de les diatomees de cada punt de mostreig. Les **formes teratològiques** són les malformacions en l'estructura i el frústul de les diatomees, alteren la simetria i la regularitat de les valves, aquestes formes són causades per condicions adverses del medi, indiquen estrès químic o de contaminació, tan per metalls com per substàncies orgàniques a altes concentracions, també poden indicar hiperlimitació de nutrients.

Finalment l' **IPS** (índex polusensibilitat específica) és un índex molt utilitzat, es calcula a través de les dades d'abundància relatives, a partir dels seus valors es poden obtenir resultats de la qualitat de l'aigua analitzada.

c) Anàlisi de la qualitat del bosc de ribera

S'han escollit els **tres punts de mostreig** citats a l'apartat 4.1.1.1, que són les mateixes zones del mostreig de macroinvertebrats i biofilms, amb el propòsit final de donar una lectura global a tots els paràmetres estudiats a la diagnosi ambiental.

El material necessari consta dels fulls de camp, la guia d'arbres i arbusts (Pascual, 2008) i GPS. S'han realitzat transectes d'uns 150 m a cada punt de mostreig, tot considerant ambdós marges de la riera conjuntament.

Figura 12: La fotografia mostra la verneda del bosc de ribera al llarg d'un petit transecte de la riera d'Osor



Font i elaboració: pròpies

Críteris per l'avaluació de la Qualitat del Bosc de Ribera (QBR)

La caracterització de la **qualitat hidromorfològica** segons la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE, European Commission), inclou l'avaluació de l'estructura del bosc de ribera, per això s'han utilitzat els criteris i metodologies del protocol HIDRI (d'avaluació de la qualitat HIDromorfològica dels Rius) de l'Agència Catalana de l'Aigua.

L'**índex QBR** integra aspectes **biològics** i **morfològics** del llit del riu i la seva zona inundable i els utilitza per avaluar la qualitat ambiental de les riberes. Els quatre compartiments amb els que s'estructura són: 1) grau de coberta vegetal de les riberes; 2) estructura vertical de la vegetació; 3) qualitat i diversitat de la coberta vegetal i 4) grau de naturalitat del canal fluvial. Es valora positivament tots aquells elements que aporten certa qualitat a l'ecosistema de ribera, i resta tot allò que suposa un distanciament respecte de les condicions naturals (diferències entre l'estat real de les riberes i el seu estat potencial), de manera que el nivell de qualitat màxim, s'assoleix a riberes que no presenten alteracions degudes a l'activitat humana.

El protocol incorpora algunes modificacions respecte l'original (Munné et al. 1998) per abastir la totalitat de condicions hidrològiques i ripàries pròpies de l'àmbit mediterrani; en el present estudi s'ha utilitzat el protocol establert per a rius no efimers (rius permanents o semipermanents).

4.1.1.3 Estudi hidrogeològic

Per tal de poder detectar els punts per on hi poden haver fluxos d'aigua amb metalls cap a la riera i el torrent el que s'ha fet és el següent:

1. Anàlisi de metalls pesants en el control, impacte 1 i impacte 2.
2. Lectura de la conductivitat de l'aigua de la riera des del punt de control fins al punt d'impacte 2, prenent més mesures als voltants del pou Leonor, ja que es va trobar un augment sobtat de la conductivitat.
3. Estudi de l'aport d'aigua situada en el km 3,5 aproximadament de la carretera que va d'Anglès a Sant Hilari Sacalm. Aquesta entrada té un cabal força constant pròxim a 900 m³/dia. Era l'antiga galeria 4 que s'usava com a ventilació i drenatge/rentat i no es va clausurar de manera correcta quan van tancar les mines i encara avui segueix aportant metalls a la riera.
4. S'ha mesurat la disposició de les diàclasis de la zona i l'esquistositat regional *in-situ*.
5. Per últim s'ha estudiat l'antic camp de futbol (Pla de la Illeta), on durant el transcurs de 1976 al 1979 es van abocar les restes de flotació de l'activitat minera, amb elevades concentracions de plom, zinc, arsènic i cadmi en els fangs junt a una matriu del 90% en òxids de silici (SiO₂). S'han fet fotografies i també s'ha mesurat la conductivitat a les zones adjacents per avaluar els possibles aportos.

a) Química de l'aigua

Metalls pesants amb espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma d'acoblament inductiu (ICP)

En els punts control, impacte 1 i impacte 2 s'han recollit mostres d'aigües per tal de poder fer l'anàlisi de metalls pesants. S'ha passat aigua per la xeringa, i seguidament es posa el filtre repetint la xeringada i es deixa passar algunes gotes per aquesta. Llavors es comença a filtrar l'aigua que s'agafa, i s'enrasen els vials a 5mL, agafant tres rèpliques a cada punt, és a dir, per cada rèplica s'agafa aigua diferent del tram del riu. Seguidament s'han fixat les mostres amb 50 μ L (1%) de HNO₃ suprapur al 65%, amb cura i amb els guants posats. Un cop fixades les mostres s'han agitat i es guarden a la nevera, fins arribar al laboratori on s'han conservat a la nevera (4°C) fins al moment de l'anàlisi amb l'espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma d'acoblament inductiu (ICP). En aquesta campanya de camp també s'ha estudiat la conductivitat.

Figura 13: Material utilitzat per la presa de mostres de l'anàlisi d'aigües. S'hi pot observar: l'HNO₃, la xeringa, vials sobre el suport, guants i la pipeta pasteur.



Font i elaboració: pròpia

En el laboratori s'ha utilitzat espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma d'acoblament inductiu perquè és l'aparell més adequat per determinar la quantitat de metalls (Olsen et al. 1990). Es preparen els patrons per cada metall que s'utilitza per tal de fer la recta de calibració, en aquest cas s'han triat els següents metalls: Manganès (Mn), Ferro (Fe), Zinc (Zn), Alumini (Al), Níquel (Ni), Coure (Cu), Cadmi (Cd) i Plom (Pb).

Un cop fets els patrons s'han escollit les condicions òptimes de l'aparell d'ICP, com serien la determinació del flux d'argó, la potència del plasma, la velocitat de la bomba, etc. Entrades aquestes dades i estabilitzat l'aparell es fan passar els patrons (de menor a major concentració). Finalment s'introdueixen els blancs i les mostres, cada cop que s'introdueixen mostres diferents s'han de netejar per evitar la contaminació. La concentració de metalls de la mostra ha d'estar dins dels intervals de la recta de calibratge en cas contrari es dilueix la mostra i es té en compte pel càlcul dels resultats.

Un cop determinats la quantitat de metalls i amb les dades de conductivitats obtingudes s'han fet rectes de regressió per tal de trobar i estimar les concentracions de Ferro i Zinc.

b) Estima de les concentracions

El dia 16 d'Abril i es van prendre les mesures de pH, oxigen dissolt i temperatura i conductivitat mesurat amb multi-sonda a 31 punts situats entre el punt de control i l'impacte 2 (Taula 3).

Taula 3: Distància (km) entre els punts analitzats (els quilòmetres marcats com a negatius són aquells que es troben abans del punt control, impacte1 o impacte2).

Punts de mesura de la CE	Control	Impacte 1	Impacte 2
	Km	Km	Km
Control	0	3,8	5
2	1,5	-2,5	-3,6
3	1,53	-2,47	-3,57
4	1,56	-2,44	-3,54
5	1,59	-2,41	-3,51
6	1,62	-2,38	-3,48
7	1,65	-2,35	-3,45
8	1,68	-2,32	-3,42
9	1,71	-2,29	-3,39
10	1,74	-2,26	-3,36
11	1,742	-2,258	-3,358
12	1,772	-2,228	-3,328

13	1,802	-2,198	-3,298
14	1,832	-2,168	-3,268
15	1,862	-2,138	-3,238
16	1,892	-2,108	-3,208
17	1,922	-2,078	-3,178
18	2,422	-1,946	-3,046
19	2,922	-1,814	-2,914
20	3,422	-1,682	-2,782
21	3,922	-1,55	-2,65
22	4,422	-1,418	-2,518
23	4,922	-1,286	-2,386
24	5,422	-1,154	-2,254
25	5,922	-1,022	-2,122
26	6,422	-0,89	-1,99
27	6,452	-0,88	-1,98
28	6,482	-0,48	-1,58
Impacte1	6,982	0	-1,18
30	7,482	0,4	-0,78
31	7,982	0,801	-0,38
Impacte2	8,482	1,101	0

Font i elaboració: pròpies.

Figura 14: Treball de camp, procés de mesura del pH i la conductivitat en un dels punts estudiats.



Font i elaboració: pròpies

Amb les dades de conductivitat obtingudes s'ha estimat la concentració de metalls pesants mitjançant les rectes de regressió obtingudes en l'apartat anterior.

c) Estudi geològic de l'origen del metalls pesants.

S'ha estudiat el cabussament de les diàclasis i l'esquistositat en una petita resclosa que hi ha a l'alçada d'un restaurant situat al costat de l'antiga colònia minera.

4.2. Percepció social

4.2.1. Justificació del model escollit

S'ha decidit fer les enquestes per nuclis familiars. Aquest fet respon a fer un nombre mínim d'enquestes representatives de l'opinió de tota la gent d'Osor, tenint en compte la baixa variabilitat que pot existir dins d'un mateix nucli familiar.

Les dates de realització de les enquestes van ser de finals de març a principis de maig del 2010. Els horaris en què es van fer les enquestes van ser molt heterogenis, durant diferents hores del dia i a diferents nuclis socials del poble per ampliar el gradient de persones enquestades.

Ressaltar el fet que es van realitzar enquestes en un dia significatiu pel poble, ja que es celebrava la fira del senglar (2 de maig), i hi havia representat un gran nombre de població del poble, amb una gran variabilitat d'edats.

El nombre d'enquestes que s'han dut a terme al municipi d'Osor són 65, aquest nombre respon a que la unitat de mostreig, com ja s'ha dit anteriorment, són les famílies, i Osor segons les dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya, consta de 78 famílies, en data del 2001 (dades més recents no consten a la base de dades de nuclis familiars de l'Idescat).

El càlcul s'ha fet amb un nivell de confiança del 95%, per tant el marge d'error és del 5%. S'ha mantingut un nivell d'heterogeneïtat de la mostra del 50%, és el més habitual en mostres de diferents unitats i tipus poblacionals.

Així doncs, en l'expressió dels resultats cal tenir en compte aquest 5% de marge d'error, és a dir el 5% de manca de representativitat global del nombre

d'enquestats. També cal considerar que la base de les dades dels nuclis familiars són del 2001, per tant hi pot haver una distorsió en el nombre de famílies actuals.

El tipus d'enquestes és de tipus enquesta d'opinió, ja que l'objectiu, no és un altre que conèixer l'opinió de la gent relacionada amb l'entorn natural estudiat enfront dos espais (riera i mines) del propi municipi.

4.2.2. Estructura de les enquestes

L'enquesta consta de 10 preguntes; les 6 primeres preguntes es fan sobre la riera d'Osor i les 4 darreres preguntes es fan sobre les Mines d'Osor.

Les preguntes en general són de resposta tancada, és a dir només es contempla com a resposta si/no, però també es fan preguntes de valoració marcant una escala numèrica. Les dues darreres preguntes són les úniques de tipus resposta oberta, ja que no s'ha volgut influenciar sobre la possible resposta, es deixa en mans de l'enquestat.

Finalment es fa un estudi estadístic per tal de tenir una resposta representativa de la valoració i importància que la gent atribueix a la riera d'Osor i als impactes: tant positius com negatius que van suposar les mines extractives.

RESULTATS I INTERPRETACIÓ

5.1 Química de l'aigua

Els paràmetres de la riera d'Osor al llarg dels punts de mostreig són força estables, excepte la conductivitat (relacionada amb la concentració de metalls).

Els valors de **pH** són força semblants en tots els punts, ja que del control al punt d'impacte 2 la diferència no arriba a 1 unitat de pH. Aquets dos punts estan separats per 5 Km de curs de la riera. Els valors de pH obtinguts estan propers a la neutralitat, sent una mica alcalí, fet que implica que els metalls presents a la riera estiguin més en forma precipitada que no pas dissolta.

Taula 4: Resultats de les analítiques d'aigua als punts de mostreig

Punt	UTM x	UTM y	pH	CE (μ S/cm)	O ₂ (ppm)	T _x (°C)	[Fe]ppb	[Zn]ppb
control	465026,5	4643929	8,52	228	10,9	11,33	269,5	0
Impacte1	467491,0	4644643	8,46	351	10,3	13,70	421,4	273,9
Impacte2	468229,0	4644584	7,78	236	10,2	12,13	279,4	0

Font i elaboració: pròpies

En segon lloc està l'**oxigen dissolt**, el qual no varia més d'1ppm entre el control i el punt d'impacte 2.

En tercer lloc hi ha la **temperatura de l'aigua**, que també és força estable ja que entre els 3 punts la diferència més gran (que es dona entre l'impacte 1 i el control), és de 2,37 °C. Aquesta diferència pot ser atribuïda a l'entrada de cabal de la porta de ferro més calenta que l'aigua de la riera en l'època en la que es va fer l'estudi (tardor-hivern).

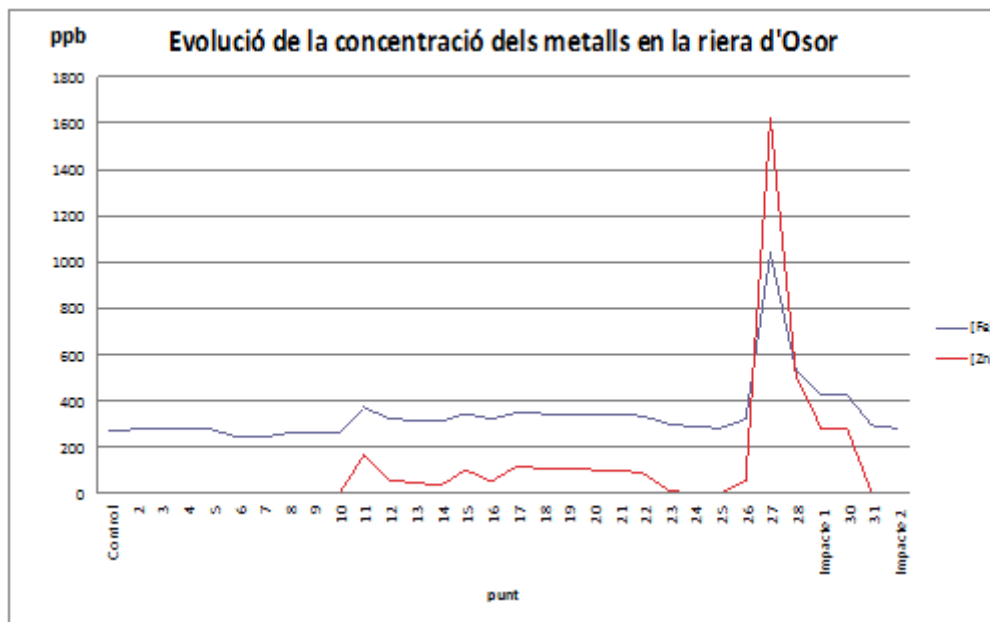
Per acabar els valors de **conductivitat** són els que més fluctuen al llarg de la riera. Això és degut a al fet que aquest circula a l'entorn de l'antiga zona minera i poden haver-hi fluxos d'aigua superficials i/o subterrànies amb concentracions dels metalls pesants.

Malgrat que al control i al punt d'impacte 2 els paràmetres són força estables (estan fora de la zona de les mines), entremig hi ha el punt d'impacte 1. Aquest punt està a uns 500 m de la sortida d'una antiga galeria de la mina, per la qual hi ha un flux d'aigua de color vermellós amb elevada càrrega de metalls que va cap a la riera d'Osor. Aquest flux provoca que en aquest punt d'impacte 1 la conductivitat i els metalls dissolts a la riera (paràmetres relacionats) augmentin molt per després tornar a decreixer al punt d'impacte 2. En aquesta, els elevats valors de pH afavorien la precipitació de metalls. Per altra banda, la presència de la resclosa afavoriria la deposició dels materials en suspensió

5.2 Origen dels fluxos d'aigua amb metalls pesants a la riera

Tal i com es pot veure i en la Figura 15, l'**augment** més significatiu en la concentració dels metalls en la riera d'Osor es produeix en el **punt 27**, que correspon al flux d'aigua que surt de la **galeria 4** de la mina i va cap a la riera (les mostres estan preses a l'aiguabarreig d'aquestes dues masses). Aquest punt es considera la principal via d'entrada de contaminants metàl·lics a la riera d'Osor.

Figura 15: Estima de la variació dels metalls:



Font i elaboració: pròpia

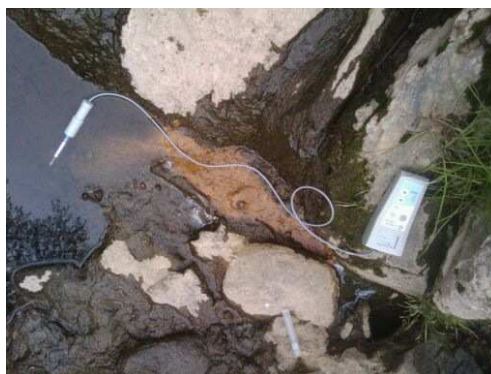
S'observa un altre lleuger augment al **punt 11**, que correspon a una resclosa que hi ha al recinte de la **colònia de les Mines d'Osor**. Aquest augment malgrat no sigui molt significatiu provoca que després es mantingui la concentració dels metalls més o menys estable a aquest nivell fins arribar al punt 23 (situat passat el Pla de la Illeta) on comença a decréixer.

Figura 16: a) Fotografia de la resclosa de les colònies de les Mines d'Osor, on es pot apreciar el flux d'aigua amb metalls en la part inferior, on està el conductímetre.



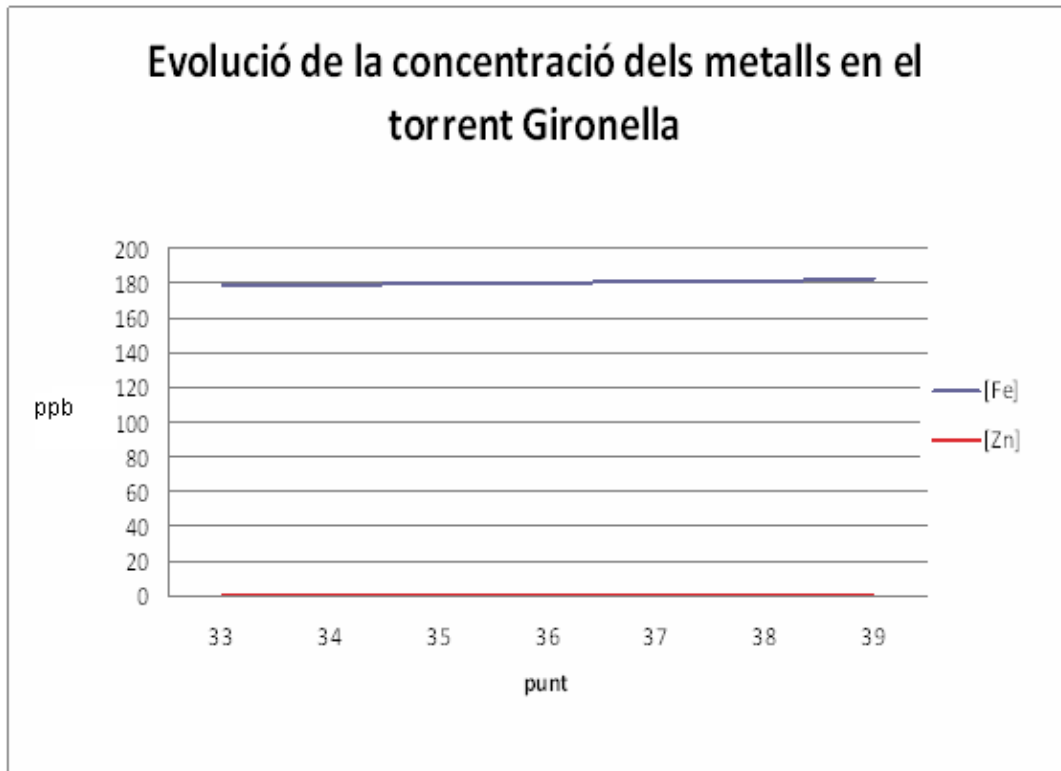
Font i elaboració: pròpia

Figura 16 b) Fotografia en detall de la fuita d'aigua amb metalls en la resclosa de la colònia de les Mines d'Osor



Font i elaboració: pròpia

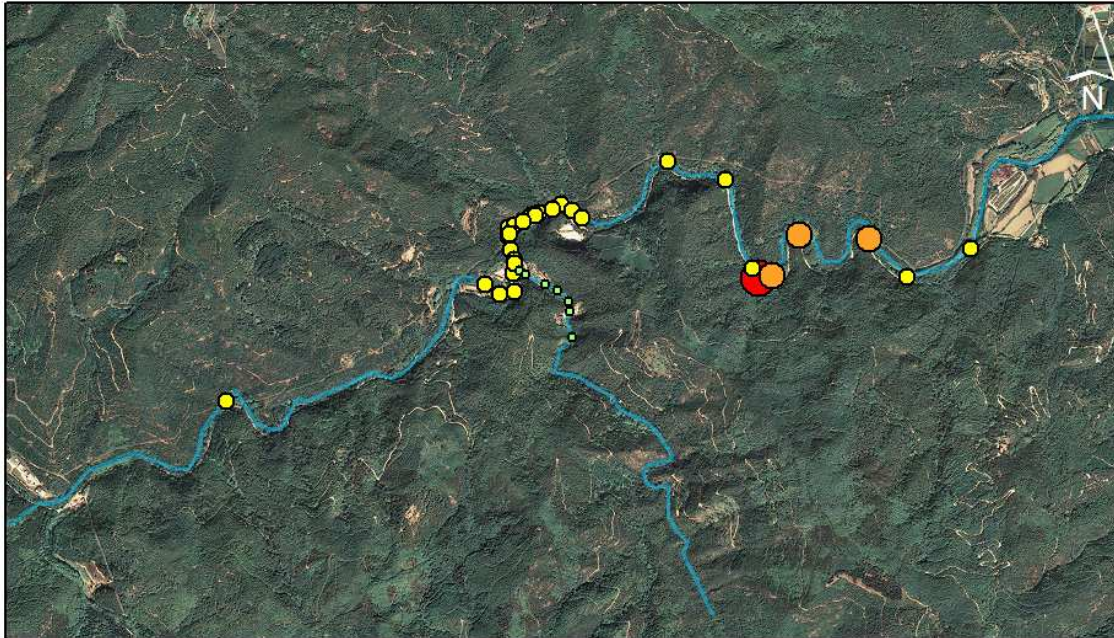
Figura 17: Evolució de la concentració dels metalls en el torrent Gironella



Font i elaboració: pròpia

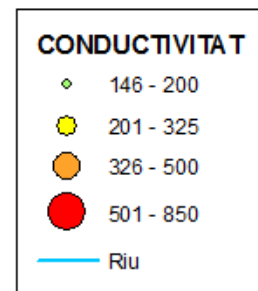
Els resultats obtinguts al torrent Gironella (Figura 17), es mostren estables i amb nivells baixos de concentracions de metalls. Per tant es pot dir que a aquesta zona no hi ha entrades puntuals de contaminants metàl·lics, o bé que se'n troben, però poden ser justificades per la pròpia geologia de la zona.

Figura 18: Mapa de conductivitat al llarg de la riera d'Osor



Font: ICC. Elaboració: pròpia

0 250 500 750 1.000 Meters



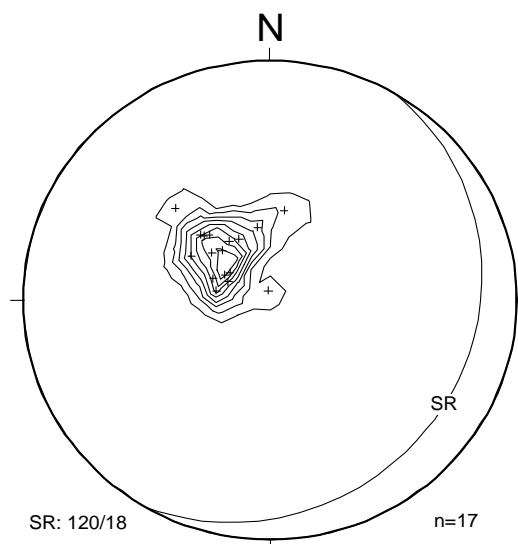
5.2.1. Influència de la geologia en la zona de la resclosa de la colònia de les Mines d'Osor

En la resclosa situada en la colònia de les Mines d'Osor (punt d'augment de la conductivitat en figura 22) s'ha enregistrat un cert augment de la **conductivitat** (fet que estima un augment dels metalls presents a la riera) en dos metres de distància (entre abans i després de la resclosa). Aquest augment és de 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$, fet que extrapolat representa un augment de 111,15 ppb de Ferro (Fe) i 163,1 ppb de Zinc (Zn).

5.2.1.1 Influència de l'esquistositat dels materials de la zona estudiada

S'han pres 17 mesures (taula 11 del annex) de les direccions i angles de cabussament dels esquistos de la zona estudiada amb un resultat força concloent de mitjana 120/18 (direcció SE - NO) representada en projecció equiaereal dels pols del bandejat. La mitjana de les direccions i angles de cabussament dels esquistos (120/18) indica que no es pot explicar l'origen de la font de contaminació per la foliació regional dels esquistos presents a la zona, ja que van en direcció contrària a la riera (figura 22). A continuació es mostra la projecció equiaereal resultant de la zona estudiada:

Figura 19: Projecció equiaereal de l'esquistositat regional en la zona estudiada



Font i elaboració: pròpia

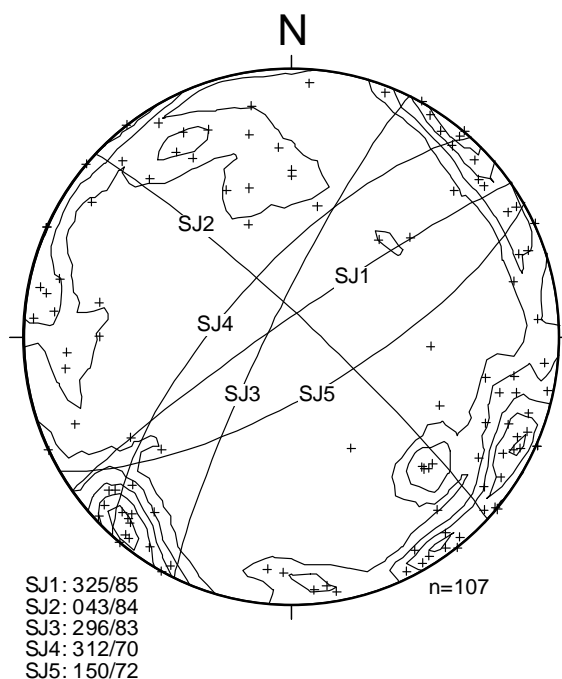
Les projeccions equiaerals s'utilitzen, entre d'altres coses, per trobar i representar d'una forma entenedora la direcció i l'angle de cabussament mitjà d'esquistos i diàclasis. En primer lloc es representen els pols (que es troben a partir de les mesures de direcció i angle de cabussament preses al camp amb brúixola), representant les línies de densitat que s'observen dins la figura. A partir d'aquí el programa Freehand calcula el punt mig dels valors obtinguts, traça una línia cap al centre de l'esfera i la perpendicular a aquesta línia és el SR:120/18. Aquesta és l'esquistositat mitjana de la zona estudiada.

D'altre banda es pot observar un grau de metamorfisme elevat. Així doncs hi ha poc espai entre làmines per tal que circuli l'aigua (encara que no vagi cap a la riera).

5.2.1.2 Influència de les diàclasis o fractures en la zona estudiada

S'han prèns 107 mesures (taula 12 de l'annex) de la zona estudiada per tal de realitzar la projecció equiaeral de les famílies de diàclasis predominants tant a les fractures mesurades en els pòrfirs granodiorítics així com les de pegmatites i els esquistos. Només hi ha una família (SJ2) que té tant la direcció com l'angle de capbussament són favorables perquè hi hagi un flux d'aigua amb càrrega contaminant des del filó a la riera d'Osor (al punt de la resclosa de la colònia de les Mines d'Osor). Les altres famílies mesurades van en altres direccions, les quals al travessar el filó no van cap a la riera.

Figura 20: Projecció equiaeral de les fractures a la zona estudiada



Font i elaboració: pròpia

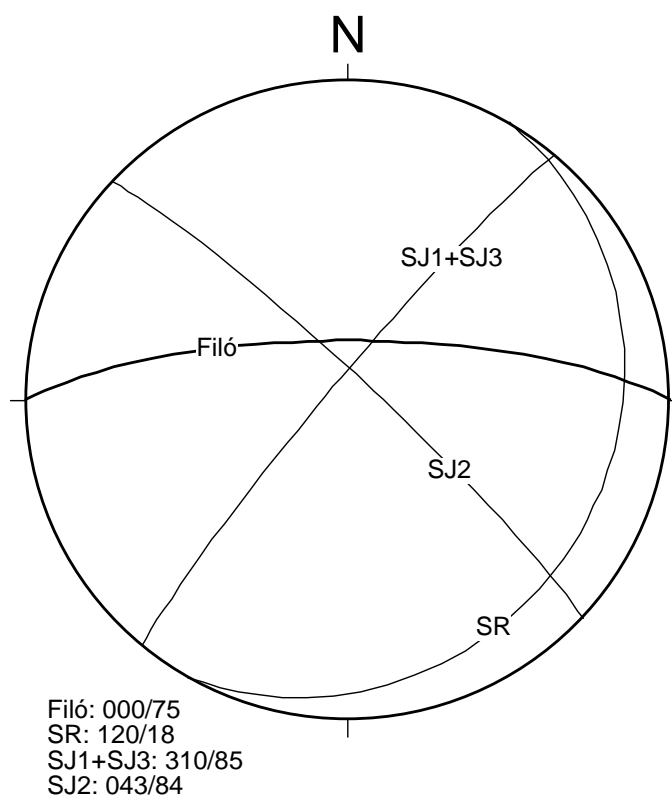
D'altre banda aquestes diàclasis estudiades a la zona no tenen gaire continuïtat en profunditat, màxim d'ordre mètric. A més les obertures són d'ordre mil·limètric o

menors, i en profunditat es van segellant. No es troba aigua en excés però les fractures més contínues estan molt humides.

5.2.1.3 Conclusions de l'estudi geològic de la zona

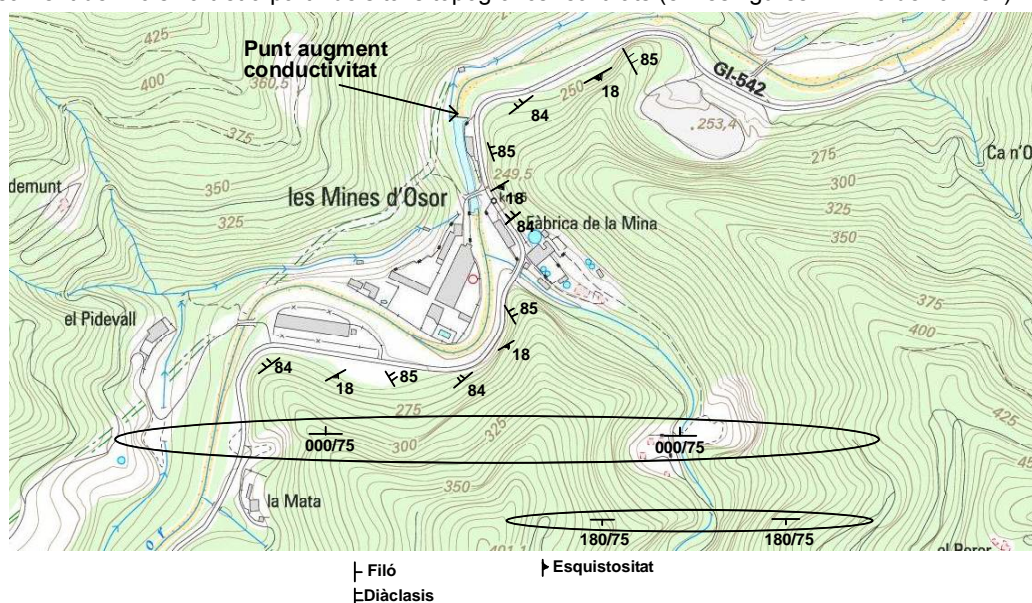
A continuació es mostra una síntesi dels treballs geològics realitzats a la zona de la resclosa de la colònia de les Mines d'Osor, la projecció equiaereal representa l'esquistositat mitjana, les principals famílies de diàclasis i el filó (la riera està al N i NE de la projecció).

Figura 21: Projecció equiaereal de l'esquistositat regional, de les fractures i del filó a la zona estudiada



Font i elaboració: pròpia

Figura 22: Esquema geològic on apareixen les mesures realitzades i els punts on es varen fer. Els signes de la llegenda són les direccions del bussament (del filó, de l'esquistositat i de les diàclasis), les quals ja està orientades en el mapa. Els nombres que surten al costat del símbol són els angles del bussament. Excepte en els filons que surt la direcció i el angle separat per una barra. La direcció i el angle de bussament del filó s'ha tret a partir dels talls topogràfics realitzats (en les figures 12 i 13 de l'annex)



Font: Institut Cartogràfic de Catalunya

Elaboració: pròpia

S'observa com els esquistos no originen la font de contaminació puntual trobada en la resclosa de la colònia de les Mines d'Osor.

Per tal d'afirmar aquest fet, es s'ha consultat el treball realitzat per Duràn, (1990) a la mateixa zona d'estudi (Figura 11 de l'annex), on s'observa també una foliació que presenta capbussaments repetits cap al S o el SE.

D'altre banda el grup de fractures SJ2, que travessa el filó en direcció a la riera, sí que pot tenir influència però molt baixa, ja que les fractures es tanquen a poca profunditat (uns metres).

Corroborant les mesures preses en el treball de camp del present projecte, Rodà (1996) també va observar alguna d'aquestes famílies de diàclasis en el seu treball realitzat a la zona (Figura 6 de l'annex), així com Capellà et al. (1997) també van observar les famílies SJ2 i SJ1 en fractures dels pòfirs granodiorítics fets a l'embassament del Pasteral (Figura 5 de l'annex) que es troba a una longitud semblant (però més cap al nord).

Així doncs l'augment de la conductivitat en la resclosa és petit, fet que pot demostrar que hi ha un mínim flux d'aigua amb contaminants procedents del filó segurament degut a aquest sistema SJ2.

L'augment de la conductivitat es manifesta fins passat el Pla de la Illeta, per tant pot ser que no únicament hi hagi el punt de la resclosa, sinó algun altre menys important a la zona (afectada per aquest sistema SJ2), ja que passada aquesta la conductivitat torna a baixar.

5.2.2. Aport d'un flux d'aigua contaminada de la galeria 4

La galeria 4^o és el punt on s'aporta més càrrega contaminada a la riera d'Osor. S'han estimat 1038 ppb Fe i 1622 ppb Zn en un cabal d'uns 900 m³/dia. Aquesta concentració és molt elevada i fa que quan arribi a la riera d'Osor augmenti la concentració del metall d'un ordre de 200 ppb de Fe i 450 ppb de Zn. Malgrat això disminueix aigües avall. Per tant el punt d'impacte 1 és el més afectat per aquest aport.

La sortida d'aquest flux cap a la riera segurament és degut a que el nivell freàtic de la zona deu estar a l'alçada d'aquesta galeria. La qual cosa fa que l'aigua de la pluja que travessa la part més superficial del filó queda a aquesta alçada (perquè per sota el

més probable és que totes les galeries es trobin inundades ja que des del tancament de la mina no s'ha bombejat l'aigua per treure-la com es feia quan les instal·lacions estaven en funcionament), provocant així que l'aigua circuli a través de la galeria i surti a l'exterior per la porta de ferro que s'observa a la carretera. No hi ha dades empíriques sobre el nivell freàtic, però és bastant probable que es trobi en aquest nivell de la mina, ja que si fós més baix no hi hauria aquest flux d'aigua i si fós més elevat el flux de contaminant cap a la riera seria també més elevat.

5.2.3 Pla de la Illeta

A partir de l'estudi de Pardini (2008) es coneix el contingut de metalls dels residus del Pla de la Illeta, antic camp de futbol dels miners.

Taula 5: Contingut de metalls pesants en els residus del Pla de la Illeta segons Pardini (2008).

	Pb (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cd (mg/kg)
	<500 µm	<63µm	<500µm	<63µm	<500µm	<63µm
Residus miners [PbS]	3210 ± 300	5300 ± 900	540 ± 50	4060 ± 50	4 ± 0.2	6 ± 0.1
Residus miners [PbS]	6000 ± 100	9170 ± 90	760 ± 100	9720 ± 70	29 ± 0.3	33 ± 1
Residus miners [ZnS]	470 ± 10	880 ± 40	148000 ± 900	175000 ± 960	320 ± 2	410 ± 5
Residus miners [ZnS]	7500 ± 100	9600 ± 100	11900 ± 100	12700 ± 100	33 ± 1	37 ± 2

Residus miners CaF₂	319 ± 1	884 ± 10	1270 ± 10	2840 ± 40	3.4 ± 0,2	4 ± 0.3
Residus miners CaF₂	2050 ± 50	4067 ± 80	4100 ± 100	6730 ± 98	9 ± 0.1	21 ± 4
ZnS residus de roca	320 ± 50		760000 ± 9E ⁴		1640 ± 20	
PbS residus de roca	240000 ± 1E ⁴		50 ± 10		28 ± 2	
PbS-CaF₂ residus de roca	330000 ± 3E ⁴		200 ± 100		7 ± 1	

Font i elaboració: Estudi d'en Giovanni Pardini

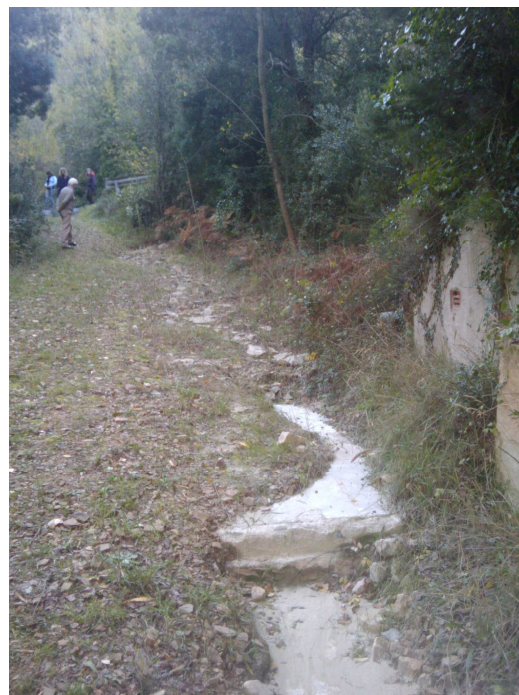
A l'antic camp de futbol hi ha un cert enriquiment passiu del sòl dels residus de la mina amb la conseqüent perillosa biodisponibilitat per les plantes i animals de la zona, tal com ho demostra l'estudi de fitorremediació de Dávalos et al.(2009). A més, els metalls pesants i els minerals sulfurosos poden filtrar cap al subsòl i/o aigües subterrànies.

Amb aquestes piles de residus, a banda que són difícils de moure/tractar, degut a l'elevat volum, no s'ha fet cap tipus de gestió des del tancament de les mines, ara fa 30 anys, la qual cosa posa de manifest la manca d'intervenció per part de les autoritats competents.

Malgrat no s'ha pogut mesurar la conductivitat de la riera en aquest punt en dia de pluja intens, les imatges (Figura 24) mostren com es formen xaragalls amb els fangs dels residus abocats en aquest lloc. Això suggereix que els fangs, al no estar

compactats, podrien ser arrossegats per la pluja fins a la riera constituint una altra font de contaminació.

Figura 24: a) i b) Fotografies de la zona de connexió dels fangs del camp de futbol i la riera d'Osor



Font i elaboració: pròpia

D'altra banda en aquest punt la conductivitat de l'aigua continua sent elevada però no tant com a la resclosa, ja que es va diluint, fet que fa pensar que és degut a les diàclasis (com s'ha dit abans) i que en aquest punt només hi ha flux en dies plujosos.

5.2.4 Cumulative Criterion Unit (CCU)

El mètode de la CCU serveix per estimar el **potencial de toxicitat** de les aigües en funció de la concentració de metalls pesants que hi siguin presents. Es té en consideració els efectes acumulatius que pot comportar les diferents concentracions de metalls.

Els resultats presentats corresponen al període comprès entre novembre i març del 2009 (Bonet et al. 2010), és a dir, aproximadament un any abans que es dugués a terme l'actual campanya de mostreig. No obstant, les condicions físiques i químiques de l'emplaçament de les mines d'Osor no s'hi han observat canvis significatius, per la qual cosa, es pot tenir en consideració els resultats obtinguts un any abans.

Segons els criteris de Clements et al. 2000, els resultats de la CCU es poden categoritzar en tres intervals, on es relaciona també la concentració de metalls pesants a l'aigua amb l'afectació que comporta pels organismes bentònics. La classificació dels intervals és la següent (Roline 1988, Moore et al.1991, Clements & Kiffney, 1995):

CCU < 1. En aquest interval no es percep l'afectació dels metalls pesants. D'altra banda relacionat amb els organismes bentònics, cal dir que difícilment se'n veuran afectats.

1>CCU > 2. El potencial de toxicitat per metalls de les aigües és baix. No obstant es pot observar com la riquesa i l'abundància dels organismes disminueix pels efectes negatius del metalls.

2>CCU > 10. El potencial de toxicitat per metalls és elevat. I es poden observar canvis en l'estructura de les diferents comunitats bentòniques, així com una mortalitat significativa deguda a aquest efecte.

Així doncs, els resultats obtinguts per la CCU en els punts de mostreigs analitzats de la riera d'Osor mostren el següent patró d'evolució:

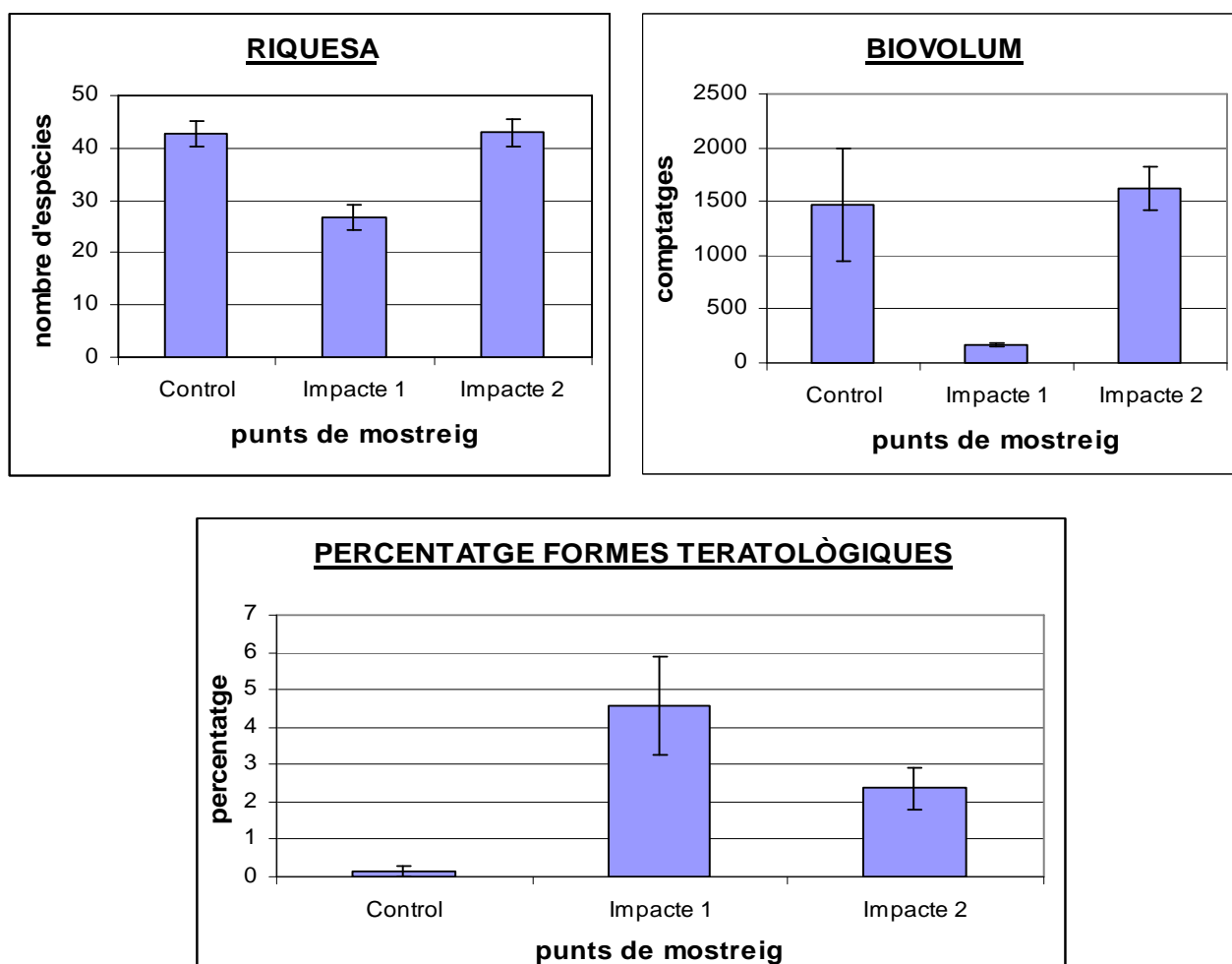
- Al punt de **control** presenta **CCU d'1.26**. Fet que indica un potencial de toxicitat baix per metalls pesants 'pels organismes de la riera.
- La **porta de ferro** té valors de **CCU propers a 25.9**. Aquest és un valor molt elevat, que mostra clarament l'origen del gran aport de metalls pesants a la riera d'Osor
- D'altra banda, a l'**impacte 1** es troba una **CCU de 2.83**, fet que mostra un potencial de toxicitat per metalls elevat, tot i que ha disminuït significativament del punt anterior. No obstant, aquest potencial ja pot comportar canvis en les estructures de les comunitats d'organismes.
- Finalment, l'**impacte 2** mostra una **CCU de 0.23**. En aquest punt els nivells potencials de toxicitat han disminuït en relació al primer impacte. Aquest valor mostra que en principi no s'haurien d'observar efectes greus pels organismes de la riera.

5.3. Diagnosi ambiental

5.3.1. Resultats de diatomees

Els paràmetres tractats en l'anàlisi de les diatomees van ser el biovolum, el percentatge de formes teratològiques, la riquesa per nombre d'espècies i l'índex de diatomees IPS (Índex de Plousensibilitat Específica).

Figura 25: a) Riquesa, b) Biovolum i c) Percentatge de formes teratològiques de diatomees.

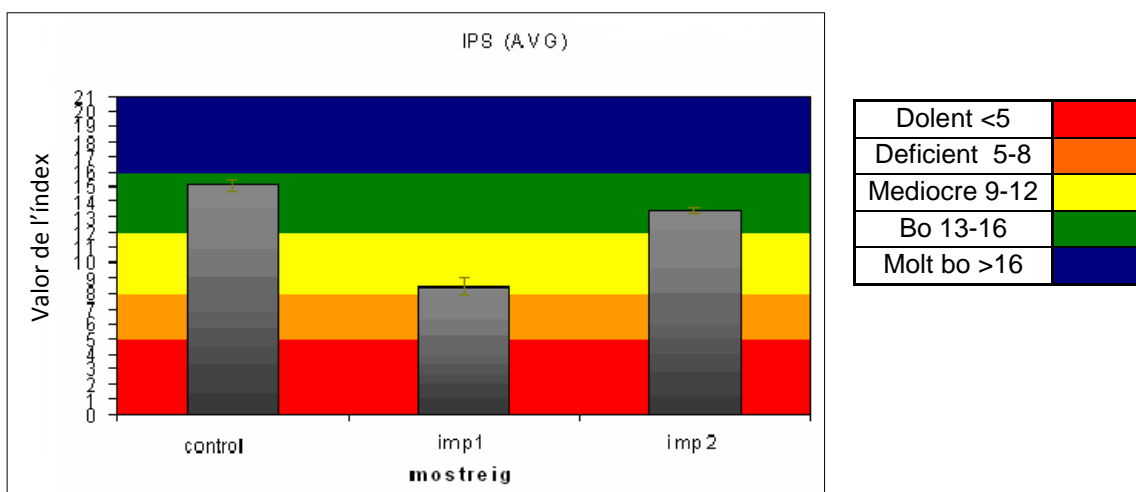


Font: Modificat a partir de Bonet et al. 2010.

En els gràfics anteriors s'observa com la riquesa i el biovolum són elevats al control i disminueixen al punt d'impacte 1, recuperant-se al punt d'impacte 2. Mentre que les formes teratològiques es troben amb percentatges molt baixos al control, incrementen d'una forma notable a l'impacte 1 seguida d'una recuperació a l'impacte 2, representada per un descens d'aquestes formes respecte el punt anterior, però sense arribar al nivell de referència del control, indicant així restes de contaminació.

Índex de Polusensibilitat Específica (IPS)

Figura 26 : Qualitat de l'aigua segons l'Índex de Polusensibilitat.



Font: Modificat a partir de Bonet i col·laboradors (2010)

En al punt de control l'índex IPS té un valor de 15, per tant, rep la qualificació d'aigua bona, aquesta qualitat és esperada ja que al control no hi ha presència de metalls pesants i és utilitzat en aquesta diagnòsi com a punt de referència amb condicions no alterades.

A l'impacte 2 l'IPS mostra un valor de 13,43 representant així una qualitat de l'aigua bona. Es creu que aquesta ha augmentat respecte l'impacte 1 degut a la distància, i la capacitat autodepuradora dels ecosistemes aquàtics.

Aquests resultats mostren una pèrdua remarcable en la qualitat ecològica de la riera: disminució de la riquesa, increment de la presència de malformacions i reducció de l'index biològic (IPS) passant de bon estat a estat mediocre. Aquesta alteració pot ser atribuïda als aports puntuals de metalls de la galeria 4.

5.3.3. Resultats de macroinvertebrats

A partir de la identificació dels individus recol·lectats durant les dues campanyes de camp s'ha obtingut la següent classificació taxonòmica:

Phylum	Classe	Ordre	Família
--------	--------	-------	---------

Ph. ANNELIDA

Cl. Oligochaeta

O. Tubificida

F. Tubificidae

Ph. ARTHROPODA

SuperCl. Insecta

Cl. Euentomata

O. Coleoptera

F. Elmidae

F. Gyrinidae

F. Hygrobiidae

F. Psephenidae

O. Diptera

- F. Athericidae
- F. Ceratopogonidae
- F. Chironomidae
- F. Culicidae
- F. Dixidae
- F. Ephydriidae
- F. Limoniidae
- F. Ptychopteridae
- F. Simuliidae

O. Ephemeroptera

- F. Baetidae
- F. Caenidae
- F. Heptageniidae
- F. Leptophlebiidae
- F. Oligoneuriidae

Ph. MOLLUSCA

Cl. Bivalvia

O. Veneraoida

- F. Pisidiidae

Cl. Gastropoda

O. Basommatophora

- F. Ancyliidae
- F. Acroloxidae
- F. Lymnaeidae
- F. Physidae

Ph. PLANTIHELMINT

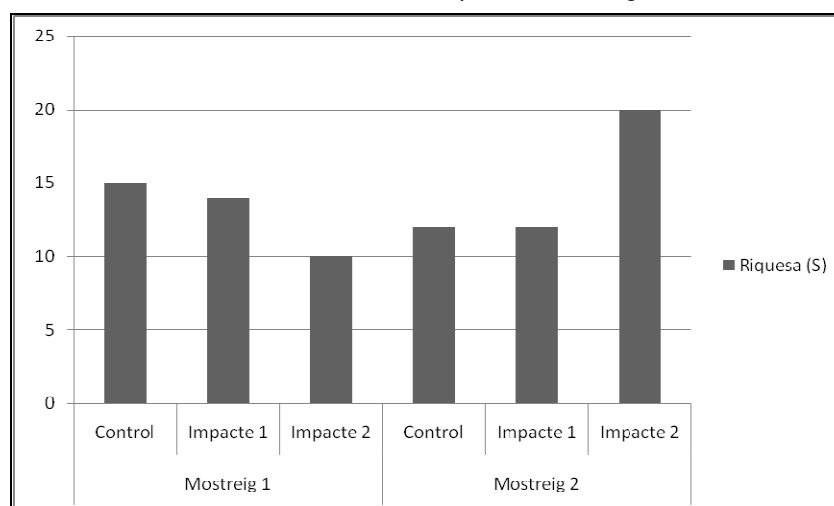
Cl. Turbellaria

O. Tricladida

F. Planariidae

A partir de la identificació al laboratori, s'han obtingut un total de 36 famílies de macroinvertebrats de diferents ordres. Aquesta riquesa total, s'ha trobat de forma diferencial als tres punts de mostreig al llarg de les dues campanyes de camp desenvolupades:

Figura 26: Nombre de famílies de recol·lectades a cada punt de mostreig



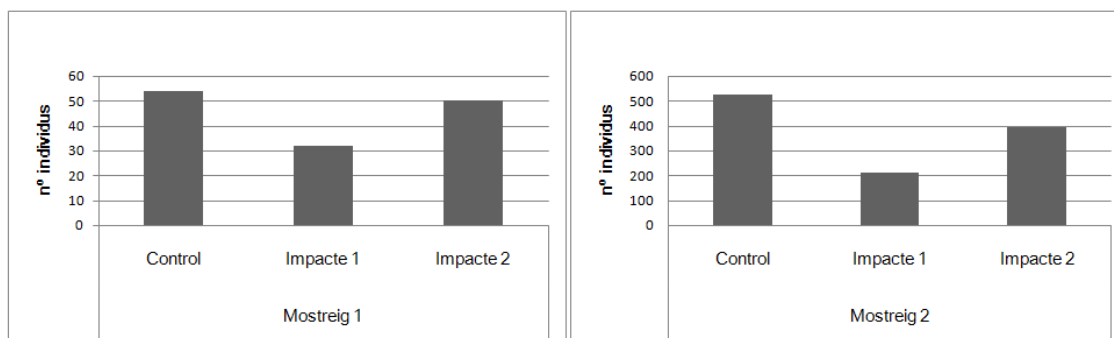
Font i elaboració: pròpies

Al primer mostreig la riquesa decreix progressivament del control als dos punts següents, impacte 1 i impacte 2. Al segon mostreig tant control com impacte 1 tenen els valors més baixos de riquesa, molt per sota de la riquesa de l'impacte 2.

Els dos mostrejos no segueixen un mateix patró de manera que no s'observen diferències evidents entre el control i els punts impactats.

Mentre la riquesa informa del nombre de famílies presents, l'abundància fa referència al nombre d'individus totals.

Figura 27: Abundància de macroinvertebrats



Font i elaboració: pròpies

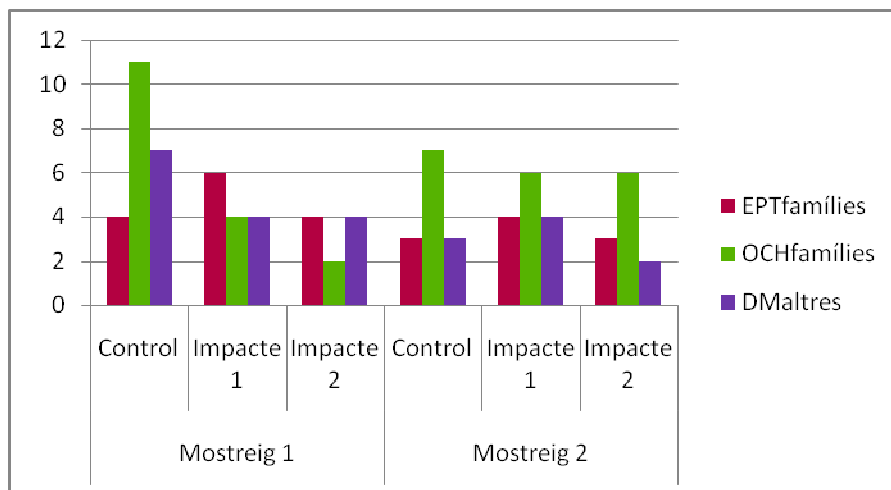
L'abundància màxima (individus totals) al primer mostreig s'ha trobat al control, amb un important decreixement a l'impacte 1 seguida d'una recuperació a l'impacte 2.

Exactament aquesta dinàmica és la que segueixen els resultats del segon mostreig.

En aquest cas, com en molts altres estudis s'observa una disminució de la densitat d'organismes en llocs afectats per mineria (Clements et al. 1988; Maret et al. 2003; Tarras-Wahlberg et al., 2001).

A l'inici d'aquest projecte s'ha justificat la utilització de macroinvertebrats com a bioindicadors per la presència d'aquest grup a tot tipus de masses d'aigua i condicions d'aquesta, responent a l'ampli gradient d'òptim ecològic o rang de tolerància que les diferents famílies presenten. Al següent gràfic s'han agrupat alguns ordres que estudis previs consideren tolerants o sensibles a diferents tipus de pertorbació.

Figura 28: Nombre de famílies agrupades pels ordres EPT, OCH, DM + altres a cada punt de mostreig



Font i elaboració: pròpies

(EPT_{famílies}_Ephemeroptera+Plecoptera+Tricoptera, OCH_{famílies}_Odonata+Coleoptera+Heteroptera, DMaltres_{famílies}_Diptera+Mollusca+Altres)

L'EPT és un índex que es calcula a partir de la suma del nombre d'espècies pertanyents als ordres Ephemeroptera, Plecoptera i Tricoptera presents a la comunitat de macroinvertebrats aquàtics, considerats els més sensibles a la contaminació en general malgrat l'existència d'alguna excepció.

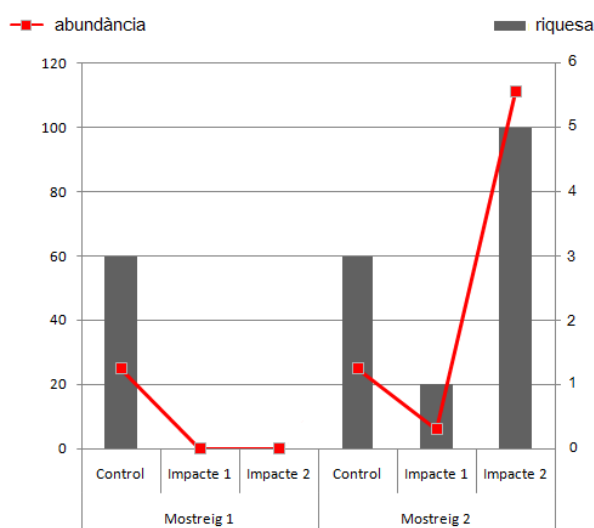
Als mostrejos realitzats a la riera d'Osor s'observa que l'índex EPT resulta baix al control i a l'impacte 2, mentre que és superior a l'impacte 1. De manera que no podem relacionar aquests valors amb la pertorbació minera ja que s'esperaria un decreixement a l'impacte 1, seguit d'una recuperació a l'impacte 2. Cal dir a més, que la diferència entre punts de mostreig ve de ± 2 famílies, de manera que no es poden considerar diferències importants.

Odonats, Coleòpters i Heteròpters les famílies més nombroses al control, mentre que disminueixen als dos punts d'impacte. Aquests ordres acostumen a ocupar ambients lenítics, a diferència dels hàbitats reòfils que prefereixen les famílies EPT (Bonada et

al., 2003). Aquests resultats tampoc mostren una alteració, ja que tot i que al primer mostreig el decreixement del control a l'impacte 2 és considerable, al segon mostreig tots tres punts presenten valors molt similars. Així també es descriuen els resultats per Dípters i Mol·luscs.

No s'han desenvolupat suficients estudis a la península ibèrica per tal d'establir aquests índex com a indicadors per contaminació de metalls pesants. Diferents pertorbacions d'origen antròpic tenen com a efecte l'empobriment de les comunitats de macroinvertebrats, o la substitució d'unes espècies per altres, malgrat que cada espècie pugui respondre de forma diferent en funció del tipus de pertorbació (Chessman & McEvoy, 1998). A més els insectes aquàtics, en especial algunes espècies d'efemeròpters i tricòpters, són en general més tolerants a la contaminació minera i la toxicitat dels metalls pesants que els gasteròpodes i els crustacis (Rosenberg & Resh, 1993). Seguint aquesta referència, es mostra el gràfic de les famílies de gasteròpodes i nombre d'individus totals a cada punt de mostreig.

Figura 29: Nombre de famílies de gasteròpodes i nombre d'individus totals a cada punt de mostreig

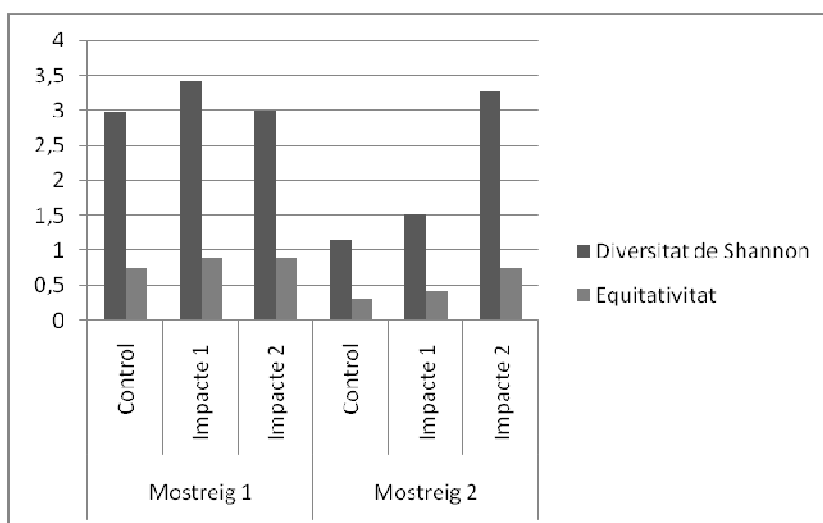


Font i elaboració: pròpies

Al primer mostreig el nombre de famílies de gasteròpodes al control està per sobre que a l'impacte 1 i l'impacte 2 (cap dels dos té representants de les famílies). Al segon mostreig el control també presenta valors superiors a l'impacte 1 però a l'impacte 2 la comunitat de gasteròpodes es recupera fins a superar el valor obtingut al punt de referència. Les diferències entre els diferents punts de mostreig podrien estar relacionades amb la contaminació metàl·lica ja que les famílies sensibles decreixen considerablement al punt d'impacte 1 a ambdós mostrejos.

L'índex de Shannon és el més equilibrat ja que en el seu càlcul tant hi pesa la riquesa com la uniformitat de la comunitat, és a dir la diferència entre les diferents proporcions relatives. Estima la dificultat en predir de quina família serà l'individu que mostregem, si l'índex és baix, és probable trobar la mateixa família que l'anterior, sí l'índex és alt, la família serà diferent. L'equitativitat té en compte la diversitat de Shannon i la diversitat màxima esperable a aquella comunitat. Ambdós paràmetres són útils per fer una lectura de l'estructura de la comunitat de macroinvertebrats, però la seva aplicabilitat és més reduïda a l'hora d'estudiar comunitats pertorbades.

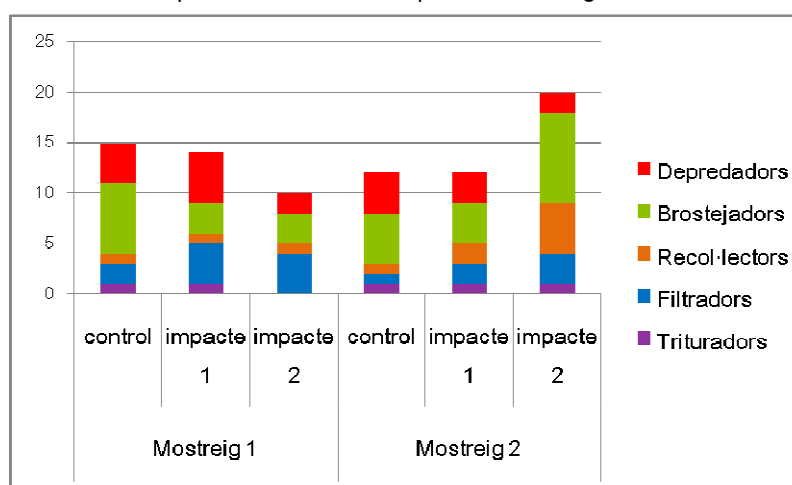
Figura 30: Diversitat de Shannon i equitativitat a cada punt de mostreig



Font i elaboració: pròpies

A la riera d'Osor el primer mostreig mostra els valors més baixos al control, tant de diversitat de Shannon com equitativitat. El segueix l'impacte 2 i per últim amb més diversitat l'impacte 1. Els patrons són diferents a ambdós mostrejos i les diferències entre punts de mostreig són molt petites, de manera que no s'observa un patró definit que respongui a l'impacte.

Figura 31: Nombre de famílies per nivell tròfic a cada punt de mostreig



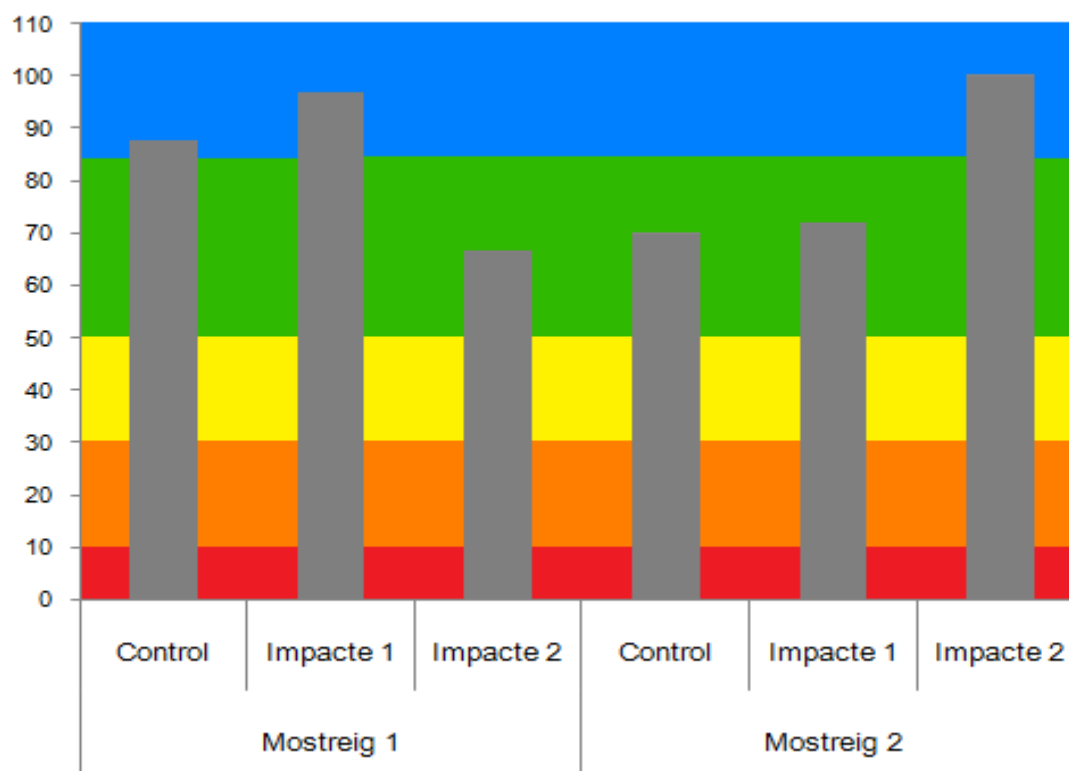
Font i elaboració: pròpia

Aquests nivells tròfics es relacionen amb el tipus de matèria orgànica que es troba a la riera. Així doncs, es pot estimar que als punts mostrejats hi ha una presència important d'organismes fotosintètics (algues), recurs alimentari dels brostejadors. D'altra banda, la forma principal de matèria orgànica que predomina és la MOPF (matèria orgànica particulada fina), ja que és l'aliment pels filtradors i recol·lectors. Finalment, els trituradors (menys representats) que s'alimenten de la MOPG (matèria orgànica particulada grollera).

Valoració de la qualitat de l'aigua utilitzant la comunitat de macroinvertebrats com a bioindicadors

Figura 32: Índex BMWPC a cada punt de mostreig

Puntuació BMWPC



Font i elaboració: pròpies

BMWPC	CATEGORIA QUALITAT	COLOR
>85	Molt netes	Blue
51 a 85	Netes	Green
31 a 50	Signes d'estrès (eutròfia)	Yellow
11 a 30	Parcialment contaminades	Orange
<10	Molt contaminades	Red

Font: Protocol BIORI, Agència Catalana de l'Aigua

El gràfic mostra aigües molt netes al control i l'impacte 1 i netes a l'impacte 2; pel què fa al segon mostreig són netes al control i l'impacte 1 i molt netes a l'impacte 2.

L'índex **BMWPC** no mostra diferències entre els punts de mostreig a cap dels dos mostrejos. Cal considerar que aquest índex va ser desenvolupar amb l'objectiu de valorar la qualitat d'aigües respecte la contaminació per matèria orgànica. La present diagnosi doncs, posa de manifest la manca d'índex amb aplicació en sistemes contaminats per substàncies tòxiques com els metalls pesants.

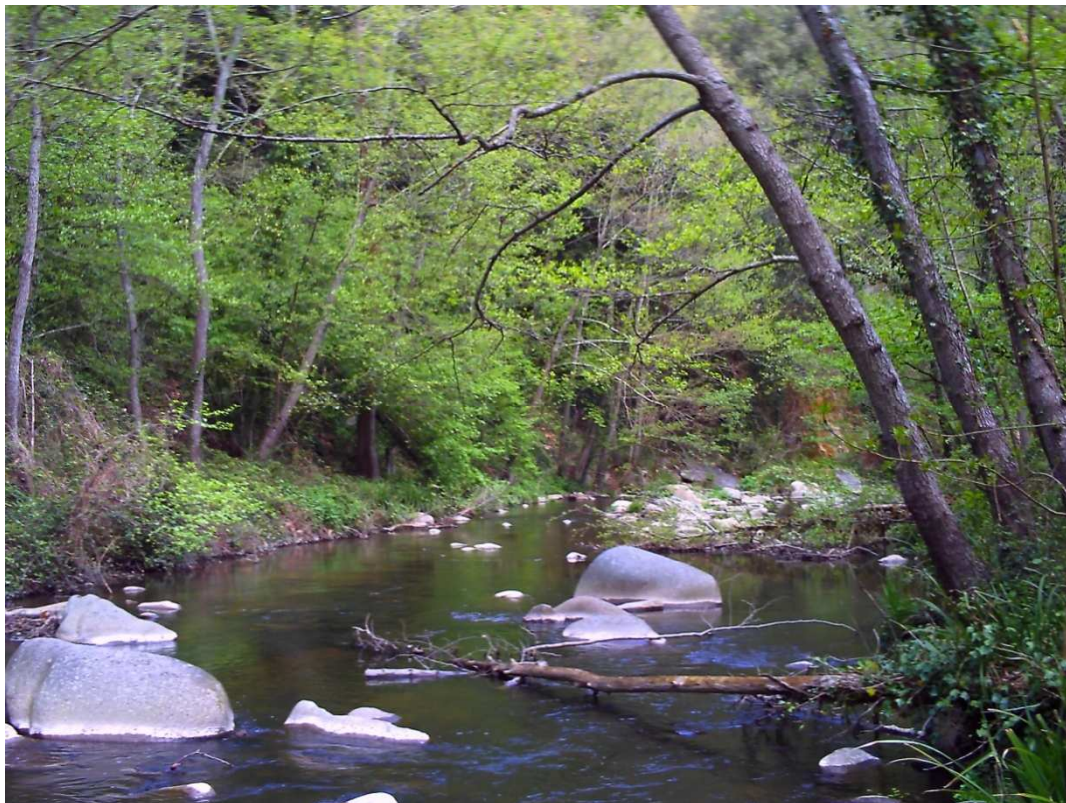
5.3.4. Qualitat del bosc de ribera

Determinació del tipus geomorfològic de la zona de ribera al CONTROL:

Aquest tram té el marge esquerra amb pendent entre 20 i 45° i el marge dret amb pendent inferior a 20°, ribera uniforme i plana. Existeixen illes rocalloses al mig del llit del riu d'amplada conjunta d'1 a 2 metres i d'un 20 a un 30% del substrat dur amb incapacitat perquè hi arrela una massa vegetal permanent.

Es tracta del tipus geomorfològic 3, és a dir, riberes extenses, amb elevada potencialitat de tenir un bosc extens, trams baixos de riu. Cal tenir en compte que ens trobem a uns 250 m d'altitud.

Figura 33: Riera d'Osor al control



Font: pròpia

Grau de cobertura de la zona de ribera al CONTROL

S'ha trobat d'un 50 a un 80% de cobertura vegetal de la zona de ribera degut a la caiguda d'arbres vells i zones de bardissa (aliança *Pruno-Rubion ulmifolii*), tot i que la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent no és total, sinó superior al 50%.

Puntuació: 15

Estructura de la coberta al CONTROL

La cobertura d'arbres és superior al 75% i existeix un sotabosc arbustiu (exceptuant les zones amb una elevada pedregositat).

Puntuació: 15

Qualitat de la coberta al CONTROL

El nombre d'espècies d'arbres autòctons és superior a 3, entre ells s'han trobat el vern (*Alnus glutinosa*) com a arbre dominant, l'auró blanc (*Acer campestre*), el freixe de fulla petita (*Fraxinus angustifolia*) i el salze (*Salix alba*).

El nombre d'espècies d'arbustos autòctons és superior a 4, entre ells s'han trobat l'arç blanc (*Crataegus monogyna*), l'avellaner (*Corylus avellana*), l'heura (*Hedera helix*), el boix (*Buxus sempervirens*) i el galzeran (*Ruscus aculeatus*).

La penalització en aquest bloc vé donada per la presència d'alguna espècie perenne al·lòctona aïllada (*Platanus x hispanica*, entre d'altres).

Puntuació: 25

Grau de naturalitat del canal fluvial al CONTROL

El canal de la riera no s'ha trobat modificat, tot i que a aproximadament mig quilòmetre s'ha observat una presa i a uns 2 quilòmetres les instal·lacions de les mines d'Osor, el

protocol HIDRI considera els trams d'estudi de 100 a 150 metres de longitud, per tant aquest impacte antròpic no es té present al control.

Puntuació: 25

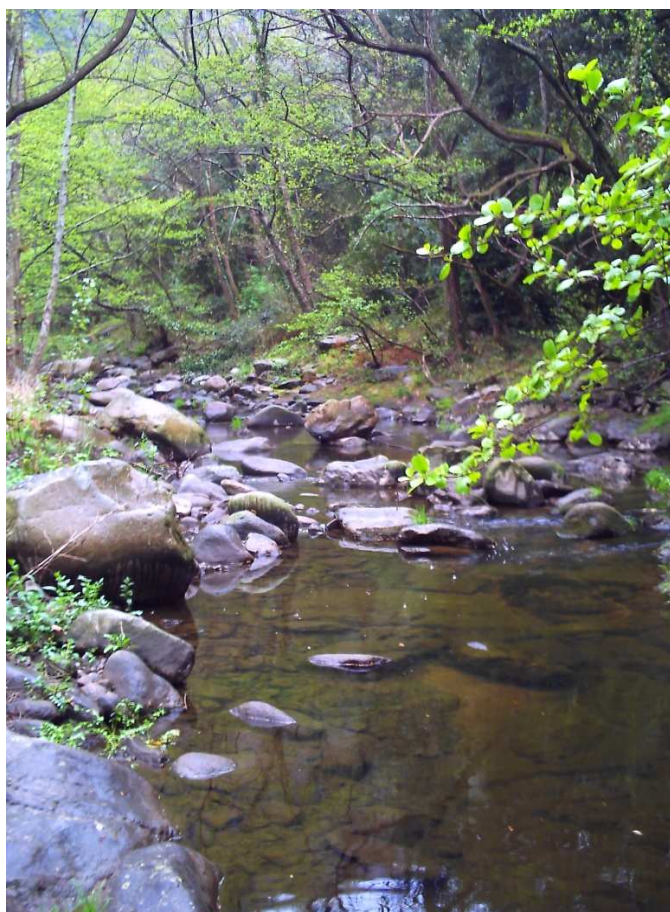
Puntuació final	80	Nivell de qualitat de l'índex QBR al CONTROL	Qualitat bona
------------------------	----	---	----------------------

Determinació del tipus geomorfològic de la zona de ribera a l'IMPACTE 1:

D'igual forma que al punt de mostreig control, aquest tram té el marge esquerra amb pendent entre 20 i 45° i el marge dret amb pendent inferior a 20°, ribera uniforme i plana, amb presència d'illes rocalloses al mig del llit del riu d'amplada conjunta d'1 a 2 metres tot i que el substrat dur amb incapacitat perquè hi arrelhi una massa vegetal permanent augmenta d'un 30 a un 60%.

Es tracta del tipus geomorfològic 2, és a dir, riberes amb una potencialitat intermèdia de suportar una zona vegetada, trams mitjans de rius.

Figura 34: Riera d'Osor al punt de mostreig impacte 1



Font: pròpia

Grau de cobertura de la zona de ribera a l'IMPACTE 1

S'ha observat d'un 50 a un 80% de cobertura vegetal de la zona de ribera degut a l'elevada presència de substrat rocallós i tenint en compte que les plantes anuals no es compten per l'aplicació de l'índex. La connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és superior al 50%, característica que es mantindrà al llarg de tota la riera, ja que a pocs metres del marge dret (direcció Osor-Anglès) hi ha una carretera.

Puntuació: 15

Estructura de la coberta a l'IMPACTE 1

La cobertura d'arbres és superior al 75% mentre que a la riba la concentració d'helòfits o arbustos és entre el 25 i el 50%.

Puntuació: 15

Qualitat de la coberta a l'IMPACTE 1

El nombre d'espècies d'arbres autòctons és superior a 2, entre ells s'han trobat el vern (*Alnus glutinosa*) com a arbre dominant, l'auró blanc (*Acer campestre*) i el salze (*Salix alba*).

El nombre d'espècies d'arbustos autòctons és superior a 3, dels quals en destaquem l'avellaner (*Corylus avellana*), el galzeran (*Ruscus aculeatus*), el bruc boal (*Erica arborea*) i l'esparreguera (*Asparagus acutifolius*).

La penalització en aquest bloc vé donada per la presència d'alguna espècie perenne al·lòctona aïllada (*Robinia pseudoacacia*, entre d'altres).

Puntuació: 25

Grau de naturalitat del canal fluvial a l'IMPACTE 1

El canal del riu no ha estat modificat, tot i que com s'ha explicat al control, per desenvolupar aquests índex s'utilitzen trams de longituds determinades, en aquest cas, vora el punt d'impacte 1 s'observen modificacions a les terrasses adjacents a la llera amb reducció de canal (paret de la carretera adjacent), però no entra al tram estudiat, de manera que s'ha considerat el grau de naturalitat màxim.

Puntuació:25

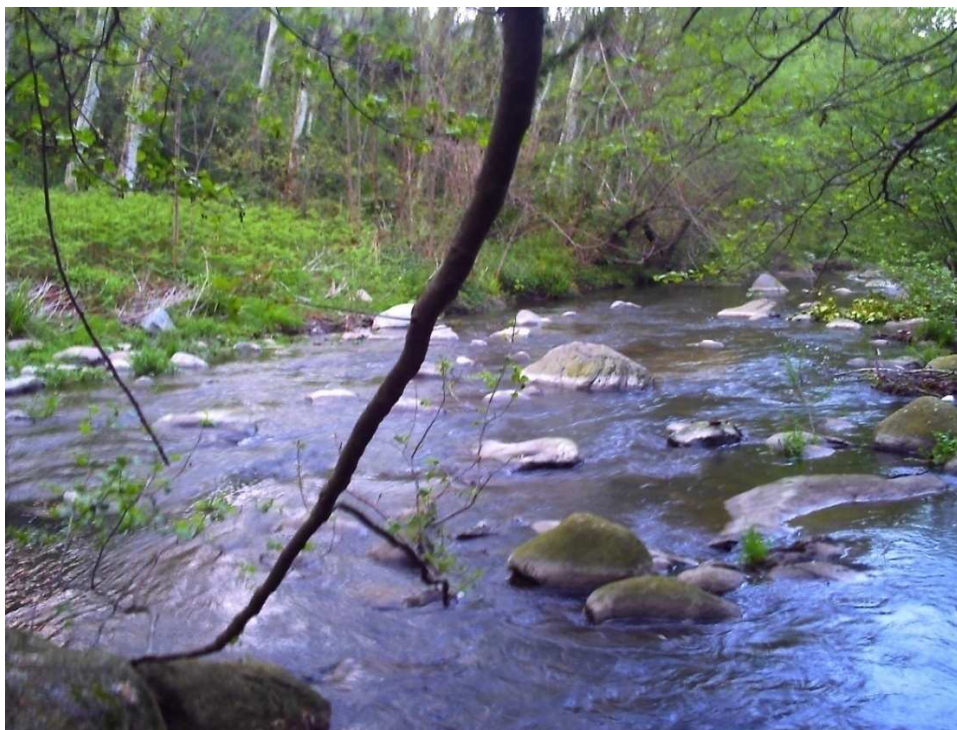
Puntuació final	80	Nivell de qualitat de l'índex QBR a l'IMPACTE1	Qualitat bona
------------------------	----	---	----------------------

Determinació del tipus geomorfològic de la zona de ribera a l'IMPACTE 2:

El darrer punt de mostreig té els dos marges (esquerre i dret) amb un pendent inferior al 20°, també s'han observat illes rocalloses al mig del llit del riu d'amplada conjunta d'1 a 2 metres i el percentatge de substrat dur amb incapacitat perquè hi arrelhi una massa vegetal permanent és del 20 al 30%.

Es tracta del tipus geomorfològic 3, és a dir, riberes extenses, amb elevada potencialitat de tenir un bosc extens, trams baixos dels rius, com al primer punt (control) ja que ens trobem a 250m d'alçada. En aquest emplaçament, aquesta morfologia uniforme i plana és més evident ja que la riera arriba a les hortes d'Anglès i extén els sediments transportats.

Figura 35: Riera d'Osor al punt de mostreig impacte 2



Font: pròpia

Grau de cobertura de la zona de ribera a l'IMPACTE 2

S'ha observat d'un 50 a un 80% de cobertura vegetal de la zona de ribera. Aquest tram és tan pròxim a les hortes d'Anglès i per tant a sistemes totalment antropitzats que s'observa la presència de comunitats oportunistes i alteració dels marges (accessos forçats, reg de les hortes...), tot i que no impacten directament a l'ecosistema de la riera d'Osor. La connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és superior al 50%, per l'existència de la carretera ja citada.

Puntuació: 15

Estructura de la coberta a l'IMPACTE 2

La cobertura d'arbres és superior al 75%. En aquest punt de mostreig no s'han donat punts positius per la manca d'estrat arbustiu consolidat, ni negatius, ja que no s'han observat evidències de plantacions (linealitat als peus dels arbres).

Puntuació: 10

Qualitat de la coberta a l'IMPACTE 2

El nombre d'espècies d'arbres autòctons és superior a 3, entre ells s'han trobat el vern (*Alnus glutinosa*) com a arbre dominant, l'auró blanc (*Acer campestre*), el pollancre (*Populus nigra*) i l'om (*Ulmus minor*).

El nombre d'espècies d'arbustos autòctons és superior a 4, dels quals en destaquem l'avellaner (*Corylus avellana*), l'heura (*Hedera helix*), el bruc boal (*Erica arborea*), l'esparreguera (*Asparagus acutifolius*) i la falguera (*Pteridium aquilinum*).

La penalització en aquest bloc vé donada per la presència d'alguna espècie perenne al·lòctona aïllada, destacant una palmera asiàtica (*Trachycarpus fortunei*) que trobem de forma subespontània (planta cultivada als pobles veïns amb fins ornamentals que s'escapa i es naturalitza, però de moment no queda clar si per sempre).

Puntuació: 25

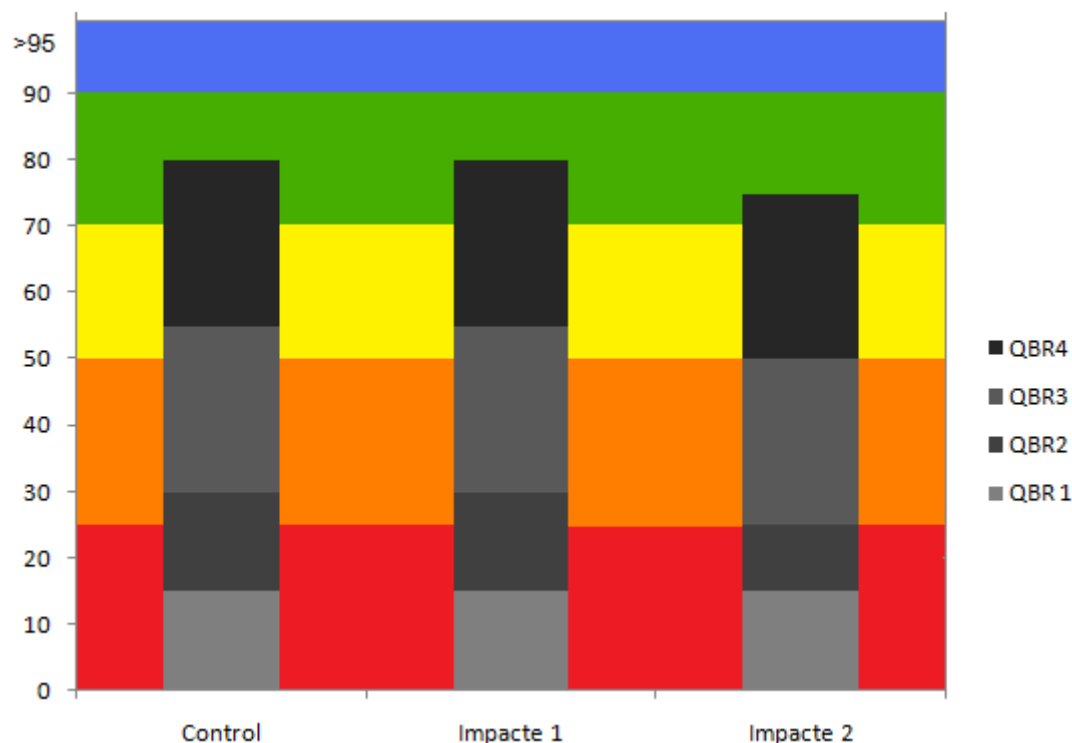
Grau de naturalitat del canal fluvial a l'IMPACTE 2

S'ha donat la màxima puntuació considerant que el canal del riu no ha estat modificat. Cal tenir present però, que uns metres riera avall del punt de mostreig hi és present la construcció del reg de les hortes, que modifica les terrasses adjacents a la llera de la riera amb reducció del seu canal.

Puntuació:25

Puntuació final	75	Nivell de qualitat de l'índex QBR a l'IMPACTE2	Qualitat bona
------------------------	----	---	----------------------

Figura 36: Resultat de la qualitat del bosc de ribera a cada punt de mostreig



Font i elaboració: pròpia

(Blocs d'avaluació de l'índex: QBR 1_Grau de cobertura vegetal, QBR 2_Estructura de la coberta, QBR3_Qualitat de la coberta, QBR 4_Grau de naturalitat del canal fluvial)

QBR	CATEGORIA QUALITAT
≥95	Bosc de ribera sense alteracions, qualitat molt bona, estat natural
75 a 90	Bosc lleugerament pertorbat, qualitat bona
55 a 70	Inici d'alteració important, qualitat intermèdia
30 a 50	Alteració forta, qualitat dolenta
≤25	Degradació extrema, qualitat pèssima

Font: Protocol HIDRI, Agència Catalana de l'Aigua

La qualitat del bosc de ribera al control i l'impacte 1 és bona. No arriba a la màxima puntuació perquè la connectivitat del bosc de ribera amb l'ecosistema forestal adjacent no és total. La qualitat del bosc de ribera a l'impacte 2 disminueix a qualitat intermèdia perquè es troba molt proper a les hortes d'Anglès, les quals capten l'aigua de la riera. És per això que a més de no tenir connectivitat total amb l'ecosistema forestal adjacent s'ha trobat la presència d'espècies al·lòctones.

5.4. Resultats enquestes

5.4.1. Persones enquestades

Les enquestes van ser realitzades a un total de 65 persones representants de 65 famílies. D'aquestes 33 eren homes i 32 dones, en aquest sentit va ser el màxim equitativa possible, tenint en compte que a la població d'Osor el nombre d'homes i de dones a partir dels 18 anys és gairebé igual (162 i 161 respectivament). Igualment es va intentar fer el màxim d'equitatiu possible l'edat de les persones enquestades, tenint en compte la població segons l'edat a partir dels 18 anys, es va intentar proporcionar la freqüència d'edat real, amb la quantitat de gent concreta a la qual se li va fer l'enquesta, es pot observar a la següent taula:

Taula 6: Quantitat d'habitants d'Osor per franges d'edat, relacionats amb les persones, representants de famílies, enquestades de la mateixa franja.

Franja d'edat	Habitants d'Osor	Persones enquestades
18-25 anys	20	4
25-40 anys	54	11
40-65 anys	130	26
65-100 anys	119	24
Total habitants	323	65

Font: IDESCAT. Elaboració: Pròpia

5.4.2. Percepció de la població sobre l'estat de la riera d'Osor

Gairebé la totalitat de la població d'Osor pensa que la riera d'Osor és un lloc emblemàtic del municipi (91%), és a dir, el consideren un punt important del poble. És

precisament per això que majoritàriament la població (un 64%) creu que és important que l'estat de conservació de la riera d'Osor sigui molt bo.

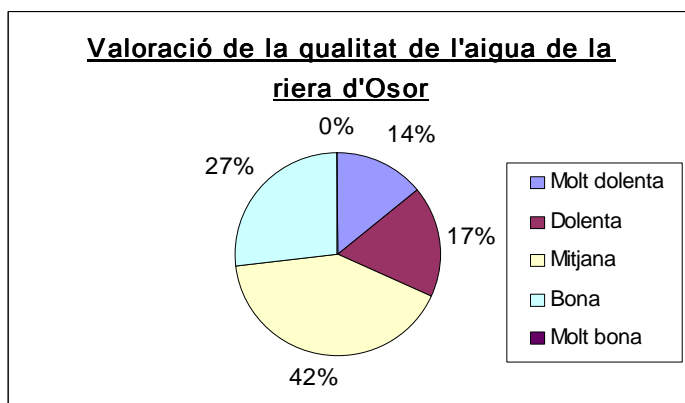
La riera d'Osor és un espai de lleure utilitzat per la gent del poble i visitants (el 59% de la població ho creu així), però segons la població d'edat més avançada s'afirma que la utilització de la riera com a espai de lleure ha disminuït considerablement envers temps enrere i les activitats que s'hi duen a terme també han canviat. Això pot ser degut a la percepció que té el 73% de la població de fonts d'impacte que fan disminuir la bona qualitat de l'aigua de la riera. Aquesta font d'impacte segons els resultats obtinguts, és majoritàriament, degut a la depuradora situada a Sant Hilari Sacalm, que causa terbolesa a l'aigua de la riera, i fins i tot en dies concrets agafa un color fosc, d'una manera més secundària també és causa d'impacte Osor mateix, amb les aigües residuals que emet el mateix municipi.

El 76% de la població afirma que al llarg del temps, la riera d'Osor ha patit canvis en la seva dinàmica, aquests canvis majoritàriament són negatius: ha disminuït el cabal, s'hi troben menys peixos, la qualitat de l'aigua és més dolenta i les tasques de neteja són les mínimes.

Com a valoració global de la riera d'Osor, s'ha fet valorar a la població si s'aprovava o es suspèn la qualitat de l'aigua de la riera, un 42% de la població li dóna un valor de qualitat mitjana, un 27% qualitat bona i un 14% molt dolenta, mentre ningú ha optat per valorar la qualitat de l'aigua de la riera com a molt bona.

Les representacions gràfiques de les dades anomenades en aquest apartat es poden trobar als annexes.

Figura 37: valoració de la qualitat de l'aigua de la riera d'Osor.

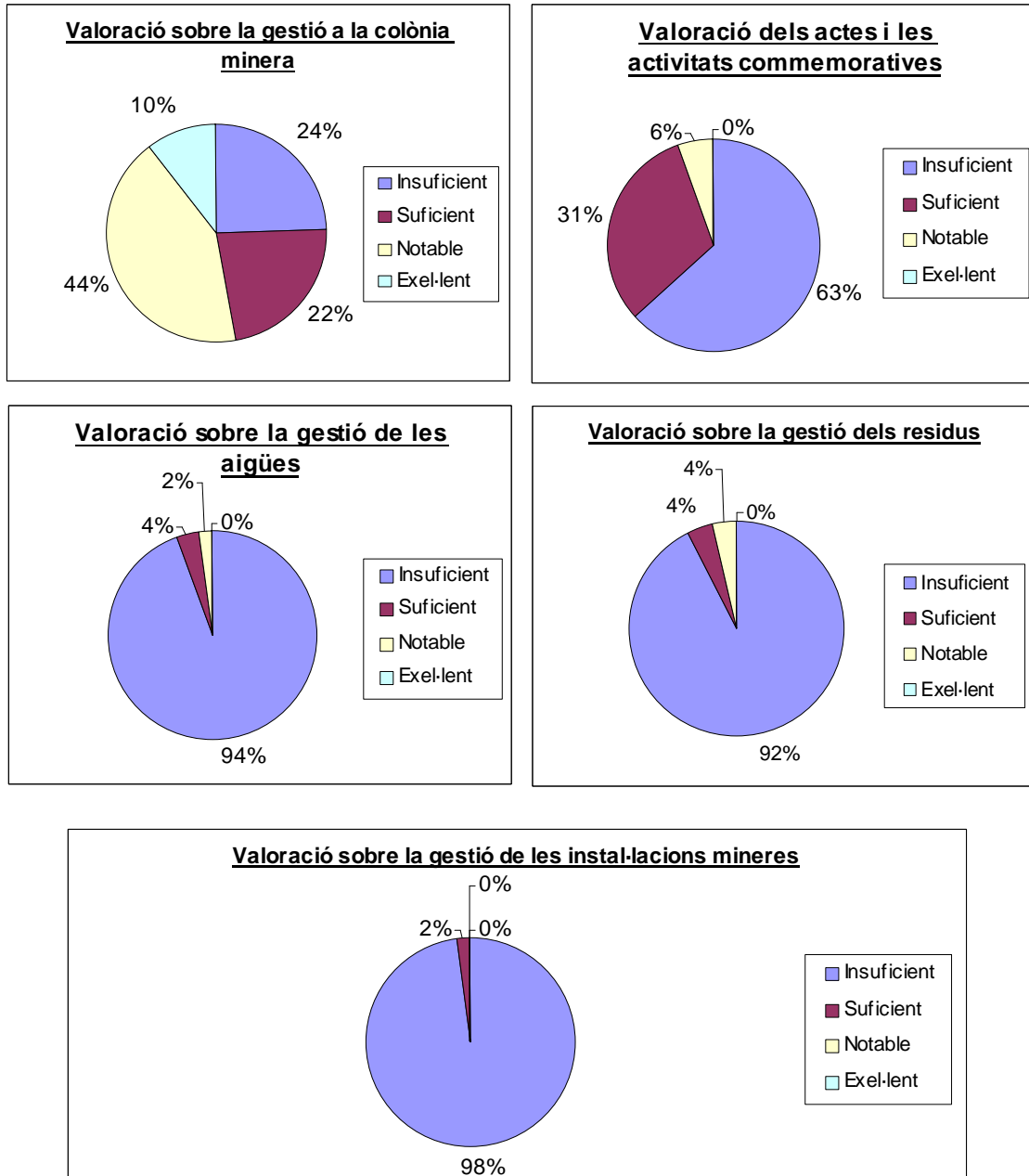


Font i elaboració: pròpia.

5.4.3. Percepció de la gestió de les mines d'Osor

La percepció que es té de la gestió de les mines d'Osor a la població d'Osor, es va valorar mitjançant enquestes en què la gent del municipi havien d'avaluar si era suficient les diferents vessants de gestió a l'entorn de les mines: la colònia minera, els actes i les activitats commemoratives, les instal·lacions i la gestió de residus i aigües.

Figura 38: a) Valoració sobre la gestió minera, b) Sobre els actes commemoratius) Sobre l'aigua, d) Sobre la gestió dels residus i e) Valoració sobre les instal·lacions mineres:



La percepció de la població d'Osor sobre la gestió en els diferents àmbits de les Mines d'Osor els podríem agrupar en dos grups: un primer grup que abarcaria la gestió de la colònia minera i els actes i les activitats commemoratives que s'han dut a terme a

partir del tancament. Aquests dos àmbits tenen una valoració bastant heterogènia, en el sentit que no hi ha una clara dominància en una valoració concreta. Molta gent enquestada valorava positivament el fet que l'antiga colònia minera s'hagi convertit en una casa de colònies, ja que això permet la conservació de les instal·lacions d'una forma útil, en quant a les activitats i actes commemoratius la percepció general era que se'n feia de tan en tan, però d'una forma esporàdica i no gaire propera a la gent del poble.

Un segon grup seria, la percepció de la gestió dels residus, de l'aigua i de les instal·lacions que tenen una clara valoració dominant. Un 92% de la població valora de forma insuficient la gestió sobre els residus miners, un 94% de la població també creu insuficient la gestió de les aigües i un 98% pensa que la gestió sobre les instal·lacions de l'antiga Mina d'Osor altre cop han estat insuficients. En la majoria de casos la gent del poble es queixava en referència als residus acumulats al camp de futbol, que s'havien deixat sense gestionar-los i de cara a les instal·lacions, del seu estat ruïnós i del perill que això podia causar a qualsevol visitant, ja que es troben sense cap mesura de protecció per la gent que s'acosta a la zona.

Els beneficis i perjudicis també van ser uns punts que es van tenir en compte a les enquestes. D'una banda, en quant a beneficis, segons la població d'Osor van ser bàsicament: la feina, els diners que aportava a la població i l'augment dels habitants de la zona, d'altra banda, els perjudicis van ser més relatius: mala gestió després del tancament i l'atur que va causar el tancament de les mines.

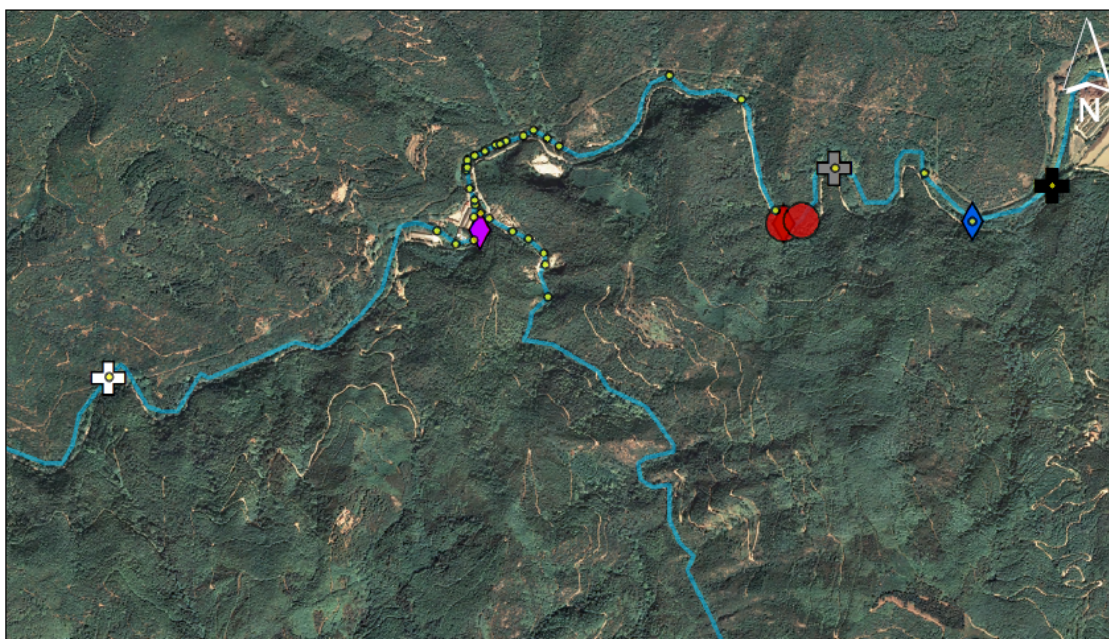
DISCUSSIÓ GENERAL

Partint dels objectius plantejats en aquest projecte s'ha realitzat la diagnosi ambiental de la riera d'Osor integrant els diferents factors que la componen: factors fisicoquímics, geològics, biològics i socials.

Per tal de sintetitzar els resultats obtinguts, pel què fa a la vessant hidrogeològica de la diagnosi es mostren els mapes (figures 39 i 40) amb l'evolució de la concentració de zinc i ferro a la riera d'Osor.

Figura 39: Concentració de Zinc a la Riera d'Osor

CONCENTRACIÓ DE ZINC A LA RIERA D'OSOR



Font: ICC. Elaboració: pròpia

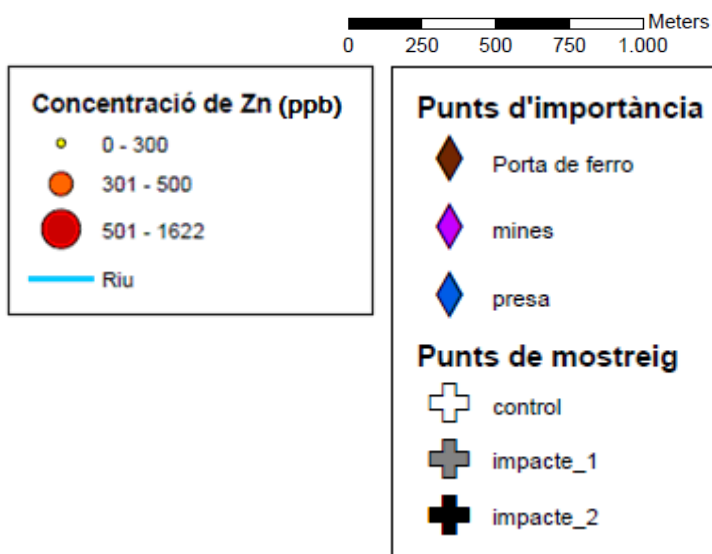
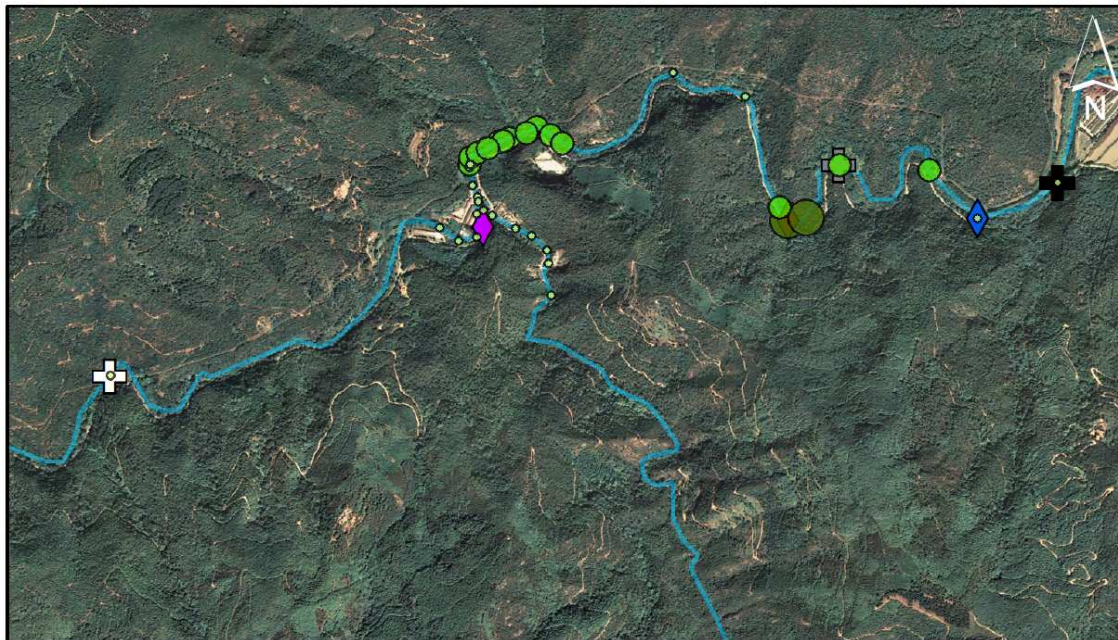


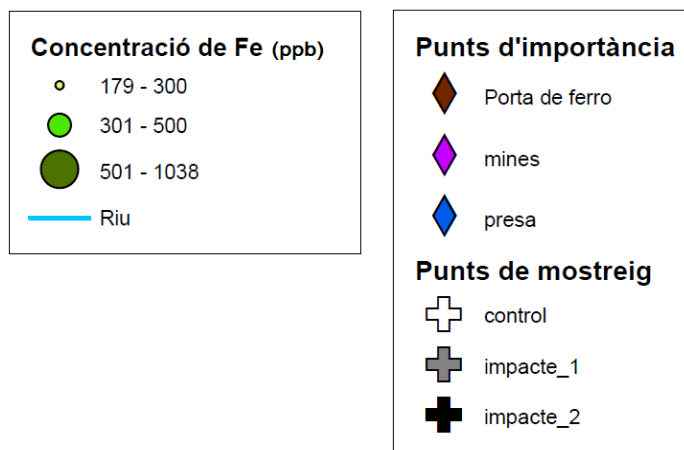
Figura 40: Concentració de Ferro a la Riera d'Osor

CONCENTRACIÓ DE FERRO A LA RIERA D'OSOR



Font: ICC. Elaboració: pròpia

0 250 500 750 1.000 Meters



Utilitzant un punt de mostreig amb condicions de referència, abans de l'entrada de metalls pesants, els resultats sobre **l'origen dels aport**s han descrit les característiques d'una entrada puntual que es troba situada a poca distància del segon punt de mostreig (impacte 1). També s'han descrit dues entrades difuses, la primera generada pel sistema de diàclasis (resclosa de la colònia minera) i la segona per escorrentia superficial que arrossega els residus acumulats al Pla de la Illeta (Figura 39 i 40).

En quan a la **concentració de Fe i Zn** al llarg de la riera d'Osor es comporten d'una manera similar al llarg de la riera, observant un petit augment de la concentració de metalls a la resclosa de la colònia de les mines i una alta concentració d'aquests a la porta de ferro. S'ha detectat clarament l'existència d'una entrada puntual que es troba situada a poca distància del segon punt de mostreig (impacte 1). També s'han descrit dues entrades difuses, la primera possiblement generada pel sistema de diàclasis (resclosa de la colònia minera) i la segona per escorrentia superficial dels residus acumulats al Pla de la Illeta (Figura 39 i 40).

Aquesta entrada de metalls pesants al riu suposa un impacte al sistema receptor. Els resultats de l'estudi de **diatomees** (Taula 7), mostren una resposta dels organismes davant la pertorbació, portant a una notable de la riquesa i del biovolum mitjà de les diatomees. A més, les formes teratològiques provocades per la contaminació metàl·lica són molt presents al punt d'impacte 1 on hi ha un potencial de toxicitat per metalls pesants (CCU) elevat. Aquest indicador de toxicitat es veu directament relacionat doncs, amb l'afectació que presenten aquests organismes al punt d'impacte 1. Cal destacar que malgrat la riquesa i el biovolum es recuperen a l'impacte 2, les formes teratològiques encara es troben alterades, indicant que la contaminació encara és present malgrat que les anàlisis de l'aigua no ho mostrin.

Taula 7: Resultats dels diferents paràmetres estudiats classificats segons la seva significança:

	CONTROL	IMPACTE 1	IMPACTE 2
Resultats significatius			
Cumulative Criterion Unit (CCU)	1,26	2,83	0,23
Riquesa diatomees	43	27	43
%formes teratològiques en diatomees	0,157	4,57	2,37

Biovolum diatomees	1472,5	169,9	1621,7
Índex diatomees IPS	15,10	8,50	13,43
Abundància macroinvertebrats	290	122	221
Riquesa gasteròpodes	60	10	50
Abundància gasteròpodes	25	3	56
Resultats no significatius			
Riquesa macroinvertebrats	14	13	15
Diversitat de Shannon	2,07	2,46	3,13
Equitativitat	0,54	0,655	0,83
Índex macroinvertebrats BMWPC	79	85	84
Qualitat del Bosc de Ribera	80	80	75
PO ₄ ⁻ (mg/L)	271,87	215,51	237,44
Oxigen dissolt (mg/L)	13,08	12,34	12,44
pH	8,29	8,06	7,89

Font i elaboració: pròpia

Pel que fa a la comunitat de **macroinvertebrats** s'ha observat un canvi en la comunitat, amb valors inferiors d'abundància i d'aquells organismes sensibles a aquest tipus de contaminació, com és el cas dels gasteròpodes. Per tant, s'han observat alguns canvis a la comunitat de macroinvertebrats a causa de la contaminació minera. Per altra

banda, altres paràmetres calculats (riquesa, diversitat i índex BMWPC) presenten un patró molt diferent per a cada campanya de camp, mentre que les diferències que presenten entre punts de mostreig són molt petites.

Respecte l'índex BMWPC cal recordar que van desenvolupar-se amb l'objectiu de valorar pertorbacions d'origen orgànic, no metàl·lic com és el cas, aleshores a la present diagnosi s'ha posat de manifest la manca de metodologia, índex o indicadors per tal d'estudiar l'afectació dels metalls pesants en l'estructura de les comunitats de macroinvertebrats en cursos fluvials afectats per substàncies tòxiques.

El seguiment de l'evolució de l'impacte miner mitjançant l'anàlisi de tots els paràmetres a un punt de mostreig aigües avall (impacte 2) on el sistema ha tingut temps de respondre a la pertorbació, mostra una elevada resiliència d'aquest amb bones valoracions dels índex de qualitat ambiental i la recuperació de les comunitats d'organismes.

El **bosc de ribera** és una representació d'aquesta eficiència funcional. Aquest presenta valors bons de qualitat, per tant la seva tasca de retenció de nutrients i filtre esmorteïdor té un paper rellevant en la gestió natural dels impactes que rep la riera d'Osor.

Pel que fa a la **percepció social** cal destacar la preocupació de la població d'Osor respecte la qualitat de l'aigua de la riera envers la matèria orgànica provinent de la depuradora de Sant Hilari. Si més no, no disposem de dades analítiques que corroborin aquesta percepció.

De manera global i sintètica podem concloure que la riera d'Osor és un sistema fluvial afectat per un impacte de contaminació minera, tant pel que fa al mineral intern que prové del propi filó de la mina, com dels residus dipositats a l'exterior, sense cap tipus de prevenció pels processos d'escorrentia superficial i infiltració cap a la riera. El

sistema es mostra afectat malgrat hi ha una recuperació, per la gran majoria dels paràmetres estudiats, aigües avall fruit de la capacitat de resposta d'aquest.

PROPOSTES

En aquest apartat s'enumeren algunes de les **propostes** que han sorgit arrel de l'elaboració de la diagnosi ambiental de la riera d'Osor. Les propostes fan referència tant a la prevenció de possibles activitats perjudicials per la qualitat ambiental de la riera, així com a mesures de gestió que es podrien dur a terme per tal de millorar-ne la qualitat o bé, propostes obertes de propers estudis.

1. **Estudiar la bioacumulació a la cadena tròfica de la comunitat d'organismes de la riera d'Osor.**

Coneixent els nivells tròfics que existeixen, seria convenient analitzar els organismes per tal d'estudiar-ne la **bioacumulació** (capacitat dels organismes en acumular productes tòxics en els seus teixits), també es podria estudiar la **biomagnificació** (tendència d'augmentar la concentració de tòxic a mesura que augmenten els nivells de la cadena tròfica). Els metalls pesants són substàncies tòxiques de les quals resulta difícil conèixer la dosi a la qual provoca afectacions, ja que poden acumular-se durant un temps indefinit i resultar problemàtics més endavant. D'altra banda no hi ha dubte que es tracta d'un producte abiòtic del qual cal conèixer els efectes que provoca sobre la biota de l'ecosistema fluvial considerant-la component principal de la funcionalitat d'aquest.

En la present s'ha pogut comprovar l'afectació dels metalls pesants sobre el biofilm, com a productors primaris constitueixen el primer estadi dins de la cadena tròfica, ara bé, una segona línia d'estudi seria observar l'afectació dels metalls en els següents nivells tròfics, és a dir en els macroinvertebrats, i establir així l'evolució d'afectació biològica dels metalls a la riera.

En aquests estudis cal tenir present la font d'impacte miner que rep la riera i considerar la complexitat de les interaccions biològiques així com la pròpia resposta dels organismes davant d'impactes; ja que els tòxics poden tenir efectes antagònics on la presència d'un redueix l'impacte causat per l'altre, però també poden resultar additius on l'efecte perturbador es suma, d'altra banda, poden tenir efecte potenciador on la presència d'un incrementa l'impacte causat per l'altre o bé tenir efecte sinèrgic, on la suma d'ambdós tòxics té uns efectes més grans que quan actuen per separat.

2. Estudiar els sediments retinguts a la presa.

Entre els punts de mostreig impacte 1 i impacte 2 hi ha una presa on es troben retinguts els sediments amb concentracions de metalls pesants transportats per la riera d'Osor. Una crescuda del riu podria retornar-los al curs i transportar-los aigües avall (a pocs metres es desvia aigua de la riera pel reg de les hortes d'Anglès). Per aquest motiu són necessaris estudis que quantifiquin els metalls pesants presents al sediment així com la potencialitat d'ésser mobilitzats.

3. Gestionar els residus miners.

La porta de ferro (punt d'impacte 1) és el punt més clar d'entrada contínua de metalls a la riera representada amb un potencial de toxicitat per metalls elevat. Caldria **clausurar** aquesta entrada puntual.

L'acopi de residus emplaçats a l'antic camp de futbol estan al descobert i són una font continua i directe d'abocament de metalls pesants a la riera, per processos d'escorrentia superficial. Es considera adient **impermeabilitzar** la zona i gestionar els sòls contaminats, així com establir alguna activitat de restauració a l'emplaçament afectat.

4. Evitar la disminució del pH a la riera d'Osor.

Una disminució del pH facilitaria la solubilització dels metalls pesants, quedant lliures al medi i poguent ser assimilats pels organismes, mobilització que provocaria repercussions tant en la flora com en la fauna de la riera, es tracta d'un gran risc ambiental.

Una baixada del pH podria ser causada per un abocament incontrolat de substàncies àcides. En aquest sentit es creu convenient adaptar l'ordenació del territori per tal d'evitar la instal·lació de fàbriques amb perill potencial d'abocar substàncies

acidificants a la riera, així com fer un control i seguiment d'altres activitats o processos que poguessin afectar la riera dintre d'aquest context.

BIBLIOGRAFIA

Armitage P. D. et al. 2007. *Long-term changes in macroinvertebrate communities of a heavy metal polluted stream: the river nent (Cumbria, UK) after 28 years*. River research and applications.

Banwell C.N. *Fundamentos de Espectroscopia Molecular* 1977. pàgs. 136-151, 179-215

Bertran. D. et al. 1996. *La riera de Rafamans. Bases ecològiques per la seva gestió*. Grup ecologista de la Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona.

Boix D. et al. 2004. *Estudi de la comunitat aquàtica en una llacuna de nova creació en els 'Estanys de Jordà'*. Institut d'Ecologia Aquàtica, Universitat de Girona.

Bonada N. 2003. *Ecology of macroinvertebrate communities in Mediterranean rivers at different scales and organization levels*. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona.

Bonmatí A. 1991. *Influència de les mines d'Osor a les aigües*. Projecte final de carrera de Química, Universitat de Girona.

Bruguera F. 2004. *Mines d'Osor, imatges i records*. Catàleg de l'exposició commemorativa dels vint-i-cinc anys del tancament de les mines, Ajuntament d'Anglès i Osor.

Campá-Viñeta J. & Montoriol-Pous J. 1974. Estudio decrepitológico de la mineralización de Osor (Gerona). *Acta Geológica Hispánica*, t IX, nº2, pàgs. 67-72

Campá-Viñeta J., y Montoriol-Pous J. 1974. Mineralogénesis del yacimiento de Osor (Gerona). *Acta Geológica Hispánica*, t IX, nº4, pàgs. 13-141

Cao Y. et al 1997. *Analysing benthic macroinvertebrate community changes along a pollution gradient: A framework for the development of biotic indices*. Water Research, 31 (4): 884-892.

Capellà L., Pallí L. i Roqué C. 1997. *Anàlisi geomètrica del diaclasat de les Guilleries en el sector de la Vall del Ter entre els embassament del Pasteral i de Susqueda* (Girona). *Scientia gerundensis*, 23: 157-166

Chessman B.C. & McEvoy P.K. 1998. Towards diagnostic biotic indices for river macroinvertebrates. *Hydrobiologia*, 364: 169-182.

Clements. W. H. et al. 2010. *Heavy metals structure benthic communities in Colorado mountain streams*. *Ecological Applications*. Vol. 10, No.2, pp. 626-638

Clements W.H. et al. 1988. Impact of heavy metals on insect communities in streams: a comparison of observational and experimental results. *Can J Fish Aquat Sci*, 45: 2017-2025.

Dávalos E. et al. 2009. *Estudi de Fitoremediació de les Mines d'Osor*. Projecte final de carrera de Ciències Ambientals, UdG.

Durán H. (1990). El paleozoico de les Guilleries. *Acta Geológica Hispánica*, v.25, nº 1-2, pags. 83-103

Elosegui A. & Sabater. S. 2009. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA. 311-321, 253-270

Farag A. M. et al. 2007. *Concentrations of metals in water, sediment, biofilm, benthic macroinvertebrates, and fish in the boulder river watershed, Montana, and de role of colloids in metal uptake*. *Environmental contaminations and toxicology*.

Ferré N. 2007. *Estudi de metalls pesants a la conca catalana del riu Ebre. Avaluació del risc per a la població i l'ecosistema*. Tesi doctoral de la Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Universitat Rovira i Virgili.

Ferris F. G. et al. 1989. *Metal interactions with microbial biofilms in acidic and neutral pH environments*. American Society for microbiology.

Frontier, S. & Pichod-Viale, D. 1993. *Ecosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution*. Masson, Paris.

Giardina. A. et al. 2009. *Long-term and acute effects of zinc contamination of a stream on fish mortality and physiology*. Environmental Toxicology and Chemistry.

Gower AM. et al.1994. *Relationships between macroinvertebrate communities and environmental variables in metalcontaminated streams in south-west England*. Freshwater Biology, 32: 199-221.

Guasch H. et al. 2009. *Use of multivariate analyses to investigate the contribution of metal pollution to diatom species composition: search for the most appropriate cases and explanatory variables*. Primary Recerch Paper. Hidrobiologia 627:143-158.

Guasch H. et al. 2010. *Discharge and the response of biofilms to metal exposure in mediterranean rivers*. Primary Recerch Paper. Hidrobiologia 627:143-158.

Hernández L & González C. 2002. *Introducció a l'anàlisis instrumental*. 173-187

Hernández J. *Validació del mètode de determinació de fòsfor en aigües residuals per la tècnica d'ICP*. Directores: Carme Llenes /Carme Coll. Tesi doctoral. Universitat de Girona. Departament: EQATA, 2007.

Instituto Geológico y Minero de España, 2001. *Las caras del agua subterranea*, Tomo I. Congreso en memoria de Germán Galarza.

Instituto Geológico y Minero de España (1983). *Mapa Geológico de España*. Escala 1:50000, 2º série, Santa Coloma de Farners. Serv. Publ. Ministerio de Industria y Energía, 38 pags., 1 mapa pleg.

Lenat, D.R. & Barbour M.T. 1994. *Using benthic macroinvertebrate community structure for rapid, cost-effective, water quality monitoring: Rapid bioassessment*. Biological monitoring of aquatic systems.

Malmqvist B & Hoffsten PO. 1999. Influence of drainage from old mine deposits on benthic macroinvertebrate community in central Swedish streams. *Water Research*, 33 (10): 2415-2423.

Maret T.R. et al. 2003. Response of benthic invertebrate assemblages to metal exposure and bioaccumulation associated with hard-rock mining in northwestern streams, _SA. *Journal of North American Benthological Society*, 22 (4): 598-620.

Marín L. et al 2005. *Assessment of sediment metal contamination in the mar menor coastal lagoon (SE Spain): metal distribution, toxicity, bioaccumulation and benthic community structure*. Ciéncias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

Marin R. 1999. *físicoquímica de aguas*. 183-210, 231-256.

Marqués M. J. et al. 2003. *Effects of zinc and lead mining on the benthic macroinvertebrates of a fluvial ecosystem*. Departamento de Desarrollo Rural i otros.

Mori C. et al. 1999. Impact of arsenic and antimony contamination on benthic invertebrates in a minor Corsican river. *Hydrobiologia*, 392: 73-80

Nahmani J. et al. 2005. *Effects of metal pollution on soil macroinvertebrate burrow systems*. Biol. Fertil. Soils.

Nelson SM & Roline RA. 1999. Relationships between metals and hyporheic invertebrate community in a river recovering from metals contamination. *Hydrobiologia*, 397: 211-226.

Olsen D. *Métodes òptics de l'anàlisi* (edició en espanyol 1990). 495-519

Pascual, R. 2008. *Guia dels arbres dels Països Catalans*. Editorial Portic SA

Piqué A., Canals A., Grandia F., David A. Banks 2008. Mesozoic fluorite veins in NE Spain record regional base metal-rich brine circulation through basin and basement during extensional events. *Chemical Geology*, 257 (2008) 139-152.

Piqué. A. et al. 2008. *Mesozoic fluorite veins in NE Spain record regional base metal-rich brine circulation through basin and basement during extensional events*. Chemical geology.

Puig, Ma. À.: 1999, 'Els macroinvertebrats dels rius catalans', *Guia il·lustrada*, Catalunya. Departament de Medi Ambient.

Rodà S. 1996. Mines d'Osor (La Selva, Girona). *Butll. Centre d'Est. Natura B-N.*, III(3): 241 – 249. Santa Coloma de Gramanet, 1996.

Roldan, M. 2008. *Caracterització de biofilms fototròfics d'ambients hipogeus*. Tesi doctoral Facultat de Farmàcia. Universitat de Barcelona.

Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, London, Great Britain.

Romaní A.M. 2001 *Biofilms fluvials: metabolisme heterotròfic i autotròfic en rius mediterranis*. Institut d'Estudis Catalans.

Saula E., Picart J., Mató E., Llenas M., Lozanitos M., Berásategui X. & Agustí J., 1996. Evolució geodinàmica de la fosa del Empordà y las Sierras Transversales. *Acta Geológica Hispánica*, v.29 (1994), nº2-4, p.55-75

Skog D. A. i Leary J. J. 1993. *Anàlisi Instrumental*. McGraw-Hill, 571-600.

Solà. C. et al, 2004. *Heavy metal bioaccumulation and macroinvertebrate community changes in a Mediterranean stream affected by acid mine drainage and an accidental spill (Guadiamar River, SW Spain)*. Science of the total environment.

Stuijzand SC et al. 2000. Interacting effects of toxicants and organic matter on the midge *Chironomus riparius* in polluted river water. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 46: 351-356.

Tachet, H. et al 1984, 'Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces', *Systématique élémentaire et aperçu écologique*, Lyon Cedex. Université Lyon I, Association Française de Limnologie.

Tarras-Wahlberg N.H. et al. 2001. Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: the Puyango River basin, southern Ecuador. *The Science of the Total Environment*, 278: 239-261.

Tornés E. *Distribució de les comunitats de diatomees en rius mediterranis i la seva relació amb la qualitat ecològica*. Tesi doctoral. Director: Sergi Sabater, departament de Ciències ambientals, 2004.

Yuichi I. et al 2009. *Effects of heavy metals on river in the benthic macroinvertebrate assemblages with reference to potential food availability for drift-feeding fishes*. Environmental Toxicology and Chemistry.

Zamora-Muñoz C & Alba-Tercedor J. 1996. Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods. *Journal of North American Benthological Society*, 15 (3): 332-352.

Zurano, Ll. *Biofilm Project*. Director: Narcís Gascons Clarió. Universitat de Girona. Enginyeria Tècnica Industrial. Química industrial. 2005.

Pàgines web consultades:

www.gencat.net/aca (Agència Catalana de l'Aigua)

<http://www.idescat.es/> (Institut d'Estadística de Catalunya)

<http://www.igme.es/internet/principal.asp> (Instituto Geológico y Minero de España)

<http://www.gencat.cat/> (Generalitat de Catalunya)

<http://www.icc.es/> (Institut Cartogràfic de Catalunya)

ANNEXES

Índex

1) Química de l'aigua	1
2) Biofilm	6
3) Macroinvertebrats	7
4) Qualitat del bosc de ribera	11
5) Enquestes	12
6) Geologia	14
7) Protocol d'avaluació de la qualitat BIOLògica dels Rius.....	25
8) Protocol d'avaluació de la qualitat HIDrolmorfològica dels Rius.....	55
9) Figura 12: Plànol de la secció del pou Leonor.. ..	68
10)Figura 13: Plànol General topogràfic.....	69

1) Química de l'aigua

Taul1: Resultats de les analítiques de l'aigua

Punt	Riera	Descripció	UTM x	UTM y	pH	Conductivitat (µS/cm)	O2 dissolt (ppm)	Temperatura (mitjana°C)	[Fe]	[Zn]	
Control	Riera d'Osor	control	465026,50	4643929	8,52	228	10,93	11,33	269,474	0	
2			466141,00	4644432		234,00		14,4	276,884	0	
3			466205,00	4644388		234,00		14,5	276,884	0	
4			466266,00	4644399		232,00		14,9	274,414	0	
5			466265,00	4644478		232,00		15,1	274,414	0	
6			466270,00	4644521		204,00		14,6	239,834	0	
7			466269,00	4644534	8,91	204,6	11,11	12,57	240,575	0	
8			466251,00	4644575		222,00		14,5	262,064	0	
9			466242,00	4644637		223,00		14,5	263,299	0	
10			Abans presa	466245,00	4644647		220			259,594	0
11			Després presa	466242,00	4644647		310,00		16,7	370,744	163,1
12				466244,00	4644671		270			321,344	55,02
13				466269,00	4644685		267,00		16	317,639	46,914
14				466303,00	4644701		263,00		14	312,699	36,106
15				466340,00	4644723		288,00		16,2	343,574	103,656
16				466356,00	4644725	8,10	268	10,34	14,07	318,874	49,616
17			Camp de futbol	466358,00	4644728		294,00		16	350,984	119,868
18				466365,00	4644727		290,00		16,6	346,044	109,06
19				466374,00	4644734		290,00		16	346,044	109,06
20				466434,00	4644753		287,00		13,6	342,339	100,954
21				466469,00	4644772		288,00		16,2	343,574	103,656
22				466515,00	4644744		280,00		16	333,694	82,04

Diagnosi ambiental de la riera d'Osor

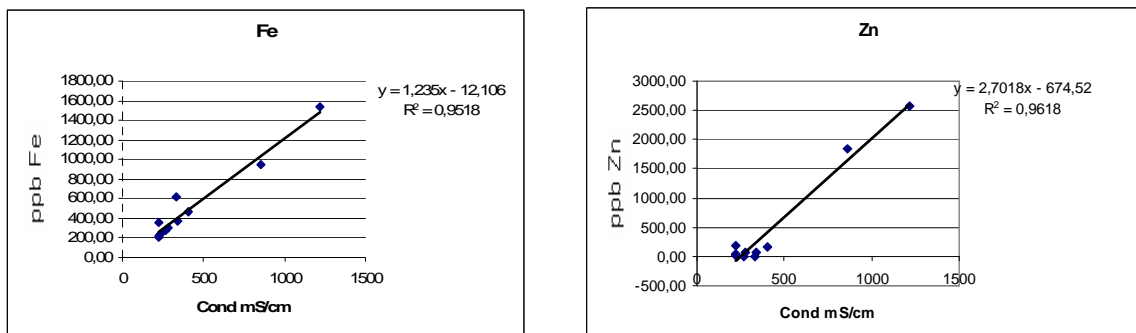
7. ANNEXES



23			466556,00	4644717	7,96	254	10,08	14,33	301,584	11,788
24			466930,00	4644956	8,56	241	11,6	13,00	285,529	0
25			467175,00	4644876	8,83	240	10,91	13,43	284,294	0
26			467290,00	4644500		270			321,344	55,02
27		Porta de Fe	467318,00	4644457		850			1037,644	1622,18
28		Després porta	467378,00	4644465	8,37	438	10,05	13,83	528,824	508,956
I1			467491,00	4644643	8,46	351	10,3	13,70	421,379	273,882
30			467796,00	4644625	8,39	351	10,11	13,60	421,379	273,882
31			467958,00	4644463	8,59	247	10,56	12,37	292,939	0
I2			468229,00	4644584	7,78	236	10,22	12,13	279,354	0
33	Torrent Gironella		466517,00	4644202		155,00		13,2	179,319	0
34			466507,00	4644311	8,15	155	10,25	12,03	179,319	0
35			466502,00	4644354		155,60		13,3	180,06	0
36			466452,00	4644405		155,60		13,4	180,06	0
37			466398,00	4644429		156,10		13,5	180,6775	0
38			466318,00	4644474		156,40		13,5	181,048	0
39			466288,00	4644490		157,10		13,6	181,9125	0

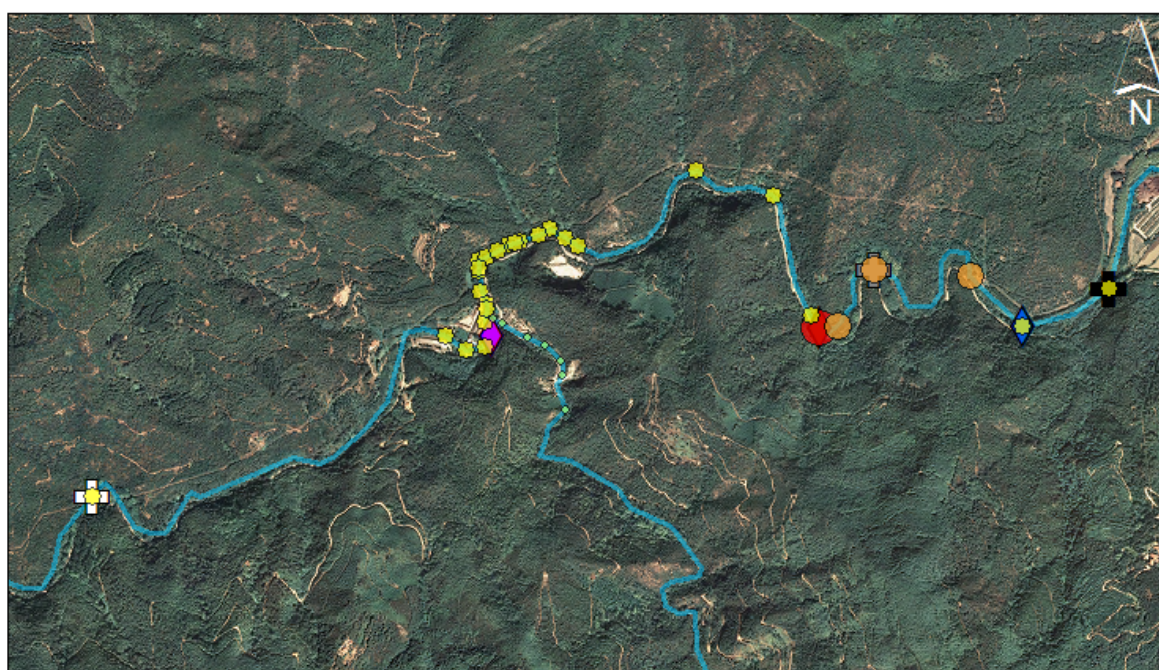
Font i elaboració: pròpia

Figura 1: Corbes de rectes de regressió del Fe i Zn.



Font i elaboració: pròpies.

Figura 2: punts de la conductivitat de la riera d'Osor.



Font: ICC. Elaboració: pròpia

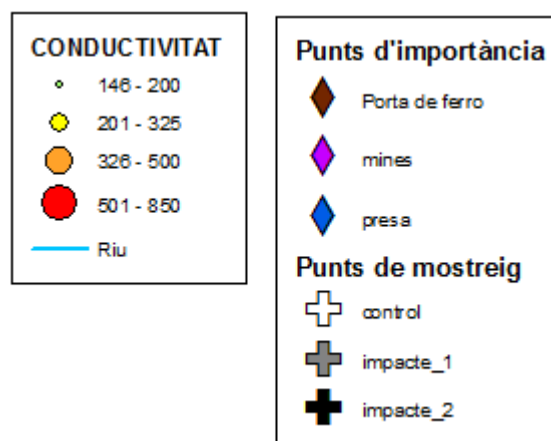
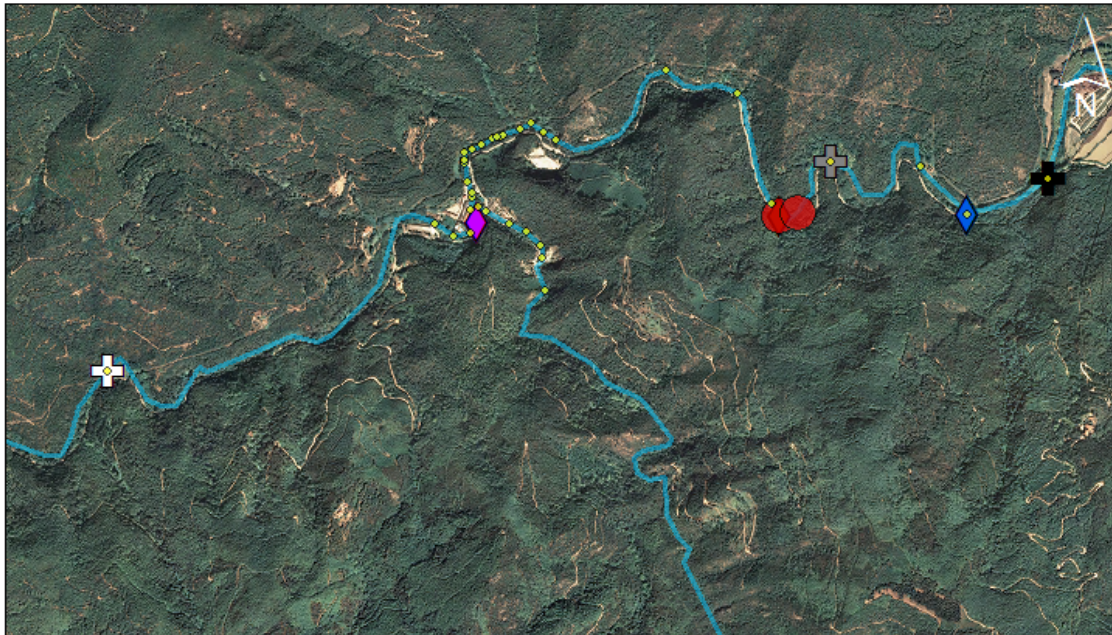


Figura 3: concentració de zinc a la riera d'Osor.



Font: ICC. Elaboració: pròpia

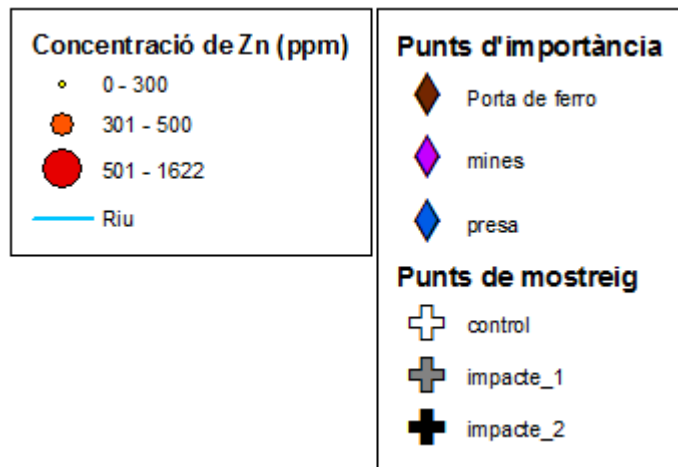
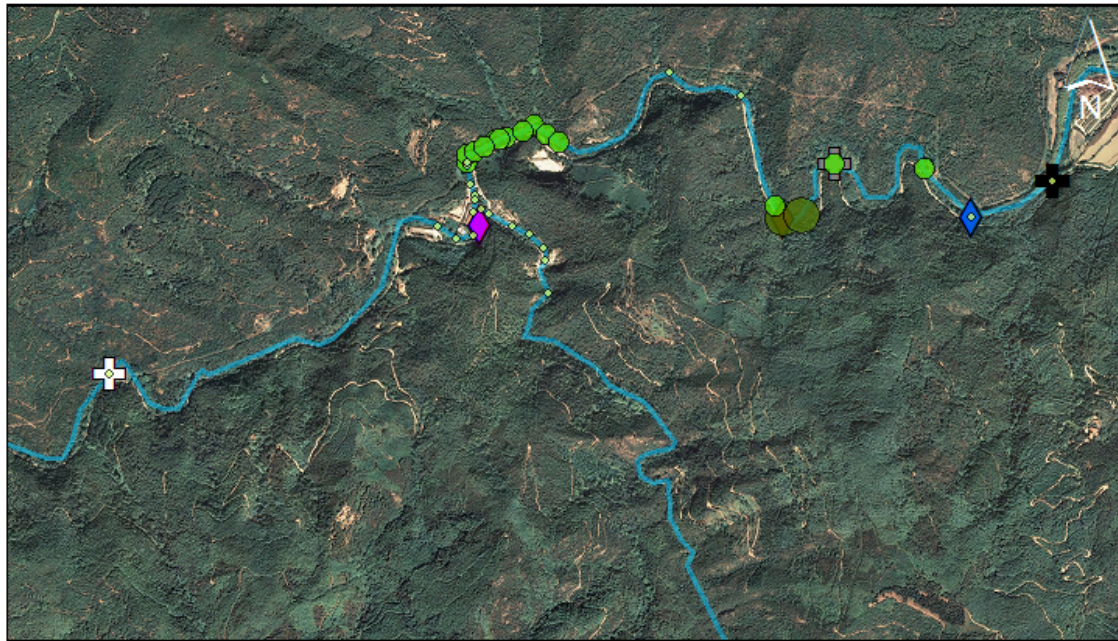
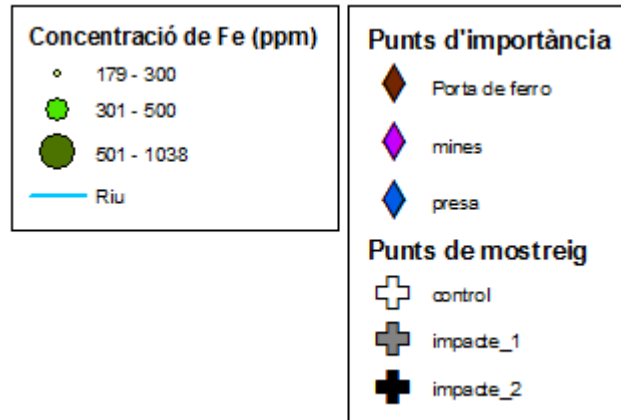


Figura 4: concentració de ferro a la riera d'Osor.



Font: ICC. Elaboració: pròpia

0 250 500 750 1.000 Meters



2) Biofilm

Taula 4: Dades de l'anàlisi de diatomees. De les figures 25 a),b) c) i 26.

		Control	Impacte 1	Impacte 2
riquesa	AVG	42,67	26,67	43
	SD	2,52	2,52	2,65
teratos	AVG	0,157	4,579	2,37
	SD	0,136	1,327	0,565
biovolum	AVG	1472,5	169,9	1621,7
	SD	528,5	14,8	203,8
IPS	AVG	15,10	8,50	13,43
	SD	0,36	0,56	0,21

Font i elaboració: Bonet et al. 2009

Taula 5: Càlculs de CCU.

	NI	RD	S1	S2
PO4- /ug/L)	271,87	69,49	215,51	237,44
B.Al	28668,40	27721,40	13374,26	29206,02
B.Fe	27791,46	25902,63	10602,28	22621,44
B.Ni	8,60	19,73	9,10	10,98
B.Cu	20,40	10,24	7,94	17,63
B.Zn	148,07	8249,31	1974,59	436,99
B.Cd	0,00	0,16	0,00	0,00
B.Pb	39,71	409,05	160,88	140,42
B.Al	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Fe	349,1	1698,3	472,7	229,2
B.Ni	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Cu	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Zn	137,1	3632,0	354,7	0,0
B.Cd	0,0	0,0	0,0	0,0
B.Pb	0,0	0,0	0,0	0,0
CCU in water	1,3	25,9	2,8	0,2

Font i eleboració: Bonet et al. 2009.

3) Macroinvertebrats

Taula 5: Agrupacions per nivells tròfics en funció del mode i tipus d'alimentació

Mode d'alimentació	Tipus d'alimentació	Identificació
Trituradors	matèria orgànica particulada grollera (MOPG)	
Filtradors	matèria orgànica particulada fina en suspensió (MOPF)	
Recol·lectors	matèria orgànica particulada fina sedimentada (MOPF)	
Brostejadors	micro/macròfits vius	
Depredadors	micro/macroinvertebrats vius	

Font i elaboració: pròpies

Taula 6: Identificació de famílies

Correspondència n°-família		Puntuació BMWPC	Puntuació IBMWP	Mode d'alimentació
F1	Heptageniidae	10	10	Brostejador
F2	Ecnomidae	10	7	Filtrador
F3	Baetidae	5	4	Brostejador
F4	Pisidiidae	5	3	Filtrador
F5	Aeshnidae	8	8	Depredador
F6	Cordulegasteridae	8	8	Depredador
F7	Physidae	3	3	Brostejador
F8	Lymnaeidae	3	3	Brostejador
F9	Athericidae	10	10	Depredador
F10	Limoniidae	4	4	Triturador
F11	Ancylidae	6	6	Brostejador
F12	Psychomyiidae	8	8	Brostejador
F13	Simuliidae	4	5	Filtrador

F14	Ceratopogonidae	4	4	Brostejador
F15	Philopotamidae	8	8	Filtrador
F16	Bithyniidae	3	3	Brostejador
F17	Chironomidae	2	2	Recol·lector
F18	Gyrinidae	3	3	Depredador
F19	Chloroperlidae	10	10	Depredador
F20	Hygrobiidae	3	3	Depredador
F21	Dixidae	4	4	Recol·lector
F22	Gomphidae	8	8	Depredador
F23	Ptychopteridae	4	4	Recol·lector
F24	Leptophlebiidae	10	10	Brostejador
F25	Culicidae	1	2	Recol·lector
F26	Elmidae	7	5	Brostejador
F27	Ephydriidae	2	2	Recol·lector
F28	Psephenidae		3	Brostejador
F29	Acroloxidae	3		Brostejador
F30	Leuctridae	7	10	Brostejador
F31	Caenidae	5	4	Recol·lector
F32	Tubificidae		1	Recol·lector
F33	Hydropsychidae	5	5	Filtrador
F34	Oligoneuriidae	7	5	Brostejador
F35	Haplotaenidae	1		Triturador
F36	Planariidae	5	5	Depredador

Font i elaboració: pròpies

Taula 7: Recompte dels individus recol·lectats als dos mostrejos

Mostreig 1								
Control	N	pi	Impacte 1	N	pi	Impacte 2	N	pi
F1	1	0,019	F2	1	0,031	F2	3	0,060
F2	2	0,037	F6	1	0,031	F3	2	0,040
F3	1	0,019	F9	4	0,125	F4	4	0,080
F5	3	0,056	F10	4	0,125	F5	6	0,120
F6	1	0,019	F12	2	0,063	F9	3	0,060
F7	1	0,019	F13	6	0,188	F12	5	0,100
F9	4	0,074	F15	1	0,031	F13	3	0,060
F10	1	0,019	F17	6	0,188	F15	1	0,020
F11	23	0,426	F19	1	0,031	F17	12	0,240
F12	3	0,056	F20	2	0,063	F26	11	0,220
F13	2	0,037	F22	1	0,031	Total	50	1
F14	3	0,056	F24	1	0,031			
F16	1	0,019	F26	1	0,031			
F17	7	0,130	F33	1	0,031			
F18	1	0,019	Total	32	1			
Total	54	1						

Mostreig 2								
Control	N	pi	Impacte 1	N	pi	Impacte 2	N	pi
F2	1	0,002	F2	1	0,005	F2	2	0,005
F5	1	0,002	F4	3	0,014	F4	4	0,010
F8	2	0,004	F5	6	0,028	F5	4	0,010
F9	22	0,042	F6	9	0,042	F7	1	0,003
F11	10	0,019	F9	9	0,042	F8	5	0,013
F12	26	0,050	F11	6	0,028	F9	52	0,133

F17	432	0,823	F12	14	0,066	F11	50	0,128
F26	1	0,002	F17	160	0,755	F12	46	0,117
F29	13	0,025	F30	1	0,005	F14	28	0,071
F30	1	0,002	F32	1	0,005	F15	8	0,020
F35	5	0,010	F34	1	0,005	F16	1	0,003
F36	11	0,021	F35	1	0,005	F17	58	0,148
Total	525	1	Total	212	1	F23	3	0,008
						F25	67	0,171
						F26	2	0,005
						F27	3	0,008
						F29	55	0,140
						F30	1	0,003
						F31	1	0,003
						F35	1	0,003
						Total	392	1

N: abundància absoluta (nº d'individus)

pi: abundància relativa (Ni/N)

Font i elaboració: pròpies

Taula 8: Resultats de macroinvertebrats pels dos mostrejos realitzats

	Mostreig 1			Mostreig 2		
	Control	Impacte 1	Impacte 2	Control	Impacte 1	Impacte 2
Abundància	54	32	50	525	212	392
Riquesa (S)	15	14	10	12	12	20
EPTfamílies	4	6	4	3	4	3
OCHfamílies	11	4	2	7	6	6
DMaltres	7	4	4	3	4	2
Riquesa gasteròpodes	60	0	0	60	20	100
Abundància gasteròpodes	25	0	0	25	6	111
Diversitat de Shannon	2,98	3,41	2,99	1,16	1,51	3,27
Equitativitat	0,76	0,89	0,9	0,32	0,42	0,76
Puntuació BMWPC	88	97	67	70	72	100
Trituradors	1	1	0	1	1	1

Filtradors	2	4	4	1	2	3
Recol·lectors	1	1	1	1	2	5
Brostejadors	7	3	3	5	4	9
Depredadors	4	5	2	4	3	2

Font i elaboració: pròpies

4) Qualitat del bosc de ribera

Taula 9: Valoracions de cada bloc i final de l'índex qualitat del bosc de ribera

	Control	Impacte	
		1	2
QBR 1	15	15	15
QBR2	15	15	10
QBR3	25	25	25
QBR4	25	25	25
Total	80	80	75

Font: Protocol HIDRI, Agència Catalana de l'Aigua

5) Enquestes

Taula 10: de resultats de les enquestes del municipi d'Osor.

Pregunta	Possible resposta	Resultats enquesta	Percentatge(%)
1.Creu que la riera de Osor és un punt emblemàtic del municipi?	Sí	59	9
	No	6	91
2.Quina importància li dona al bon estat de la riera d'Osor?	Molt bona	42	64
	Bona	10	15
	Mitjana	7	11
	poca	1	2
	Molt poca	5	8
3. Considera que la riera d'Osor és un espai de lleure utilitzat per la gent del poble?	Sí	37	59
	No	26	41
4. Creu que l'entorn de la riera d'Osor està sotmesa a alguna font d'impacte urbanístic o per contaminació?	Sí	45	73
	No	17	27
5.Han observat canvis en la dinàmica de la riera al llarg del temps?	Sí	47	76
	No	15	24
6.Valori la qualitat de l'aigua de la riera d'Osor.	Molt dolenta	9	14
	Dolenta	11	18
	Mitjana	26	41

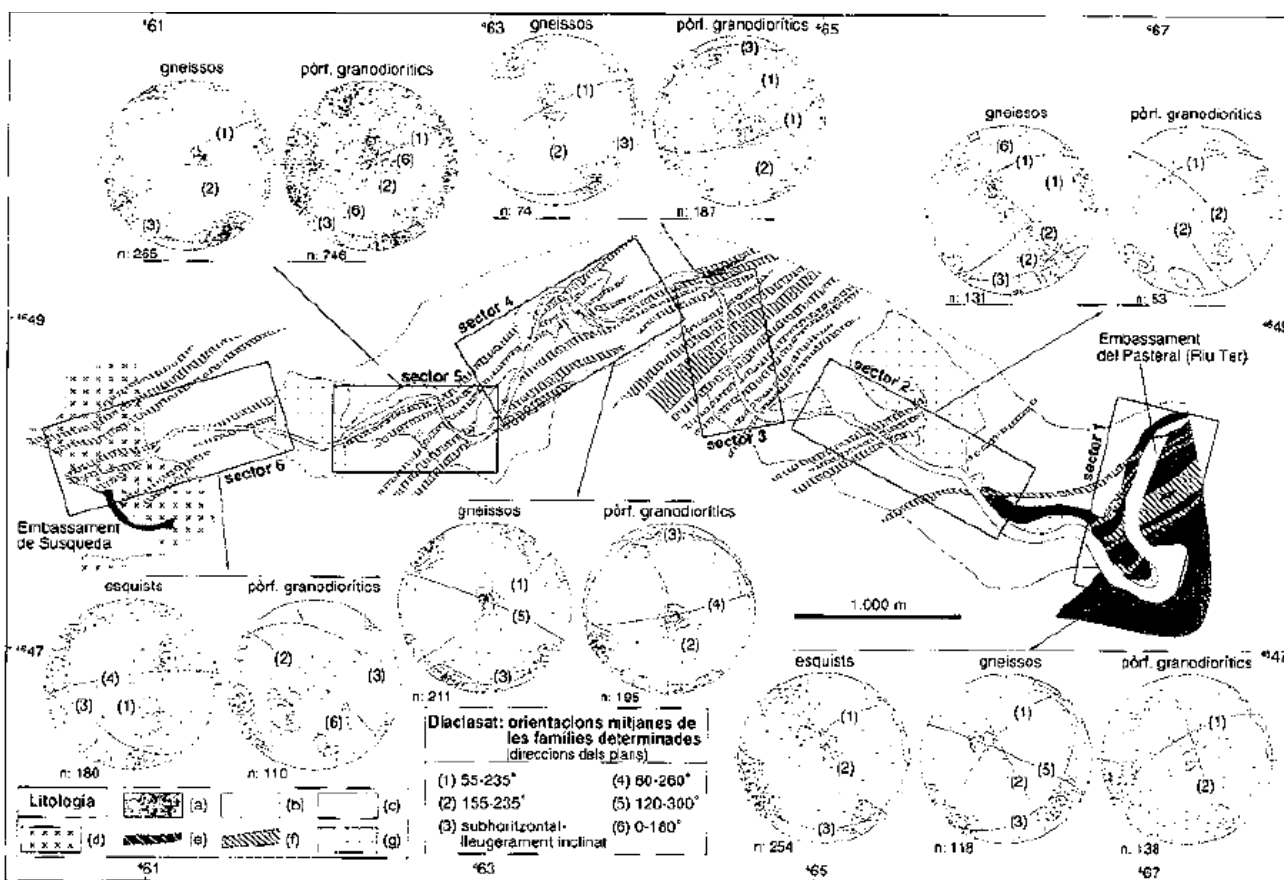
	Bona	17	27
	Molt bona	0	0
7. Coneix les instal·lacions de les antigues mines d'Osor?	Sí	53	76
	No	11	24
Casa colònies	Excel·lent	5	10
	Notable	21	43
	Suficient	11	22
	Insuficient	12	25
Actes i activitats	Excel·lent	0	0
	Notable	3	6
	Suficient	17	31
	Insuficient	34	63
Residus	Excel·lent	0	0
	Notable	2	4
	Suficient	2	4
	Insuficient	50	92
Aigües	Excel·lent	0	0
	Notable	1	2
	Suficient	2	4
	Insuficient	51	94
Mines	Excel·lent	0	0
	Notable	0	0

	Suficient	1	2
	Insuficient	53	98

Font i elaboració: pròpies.

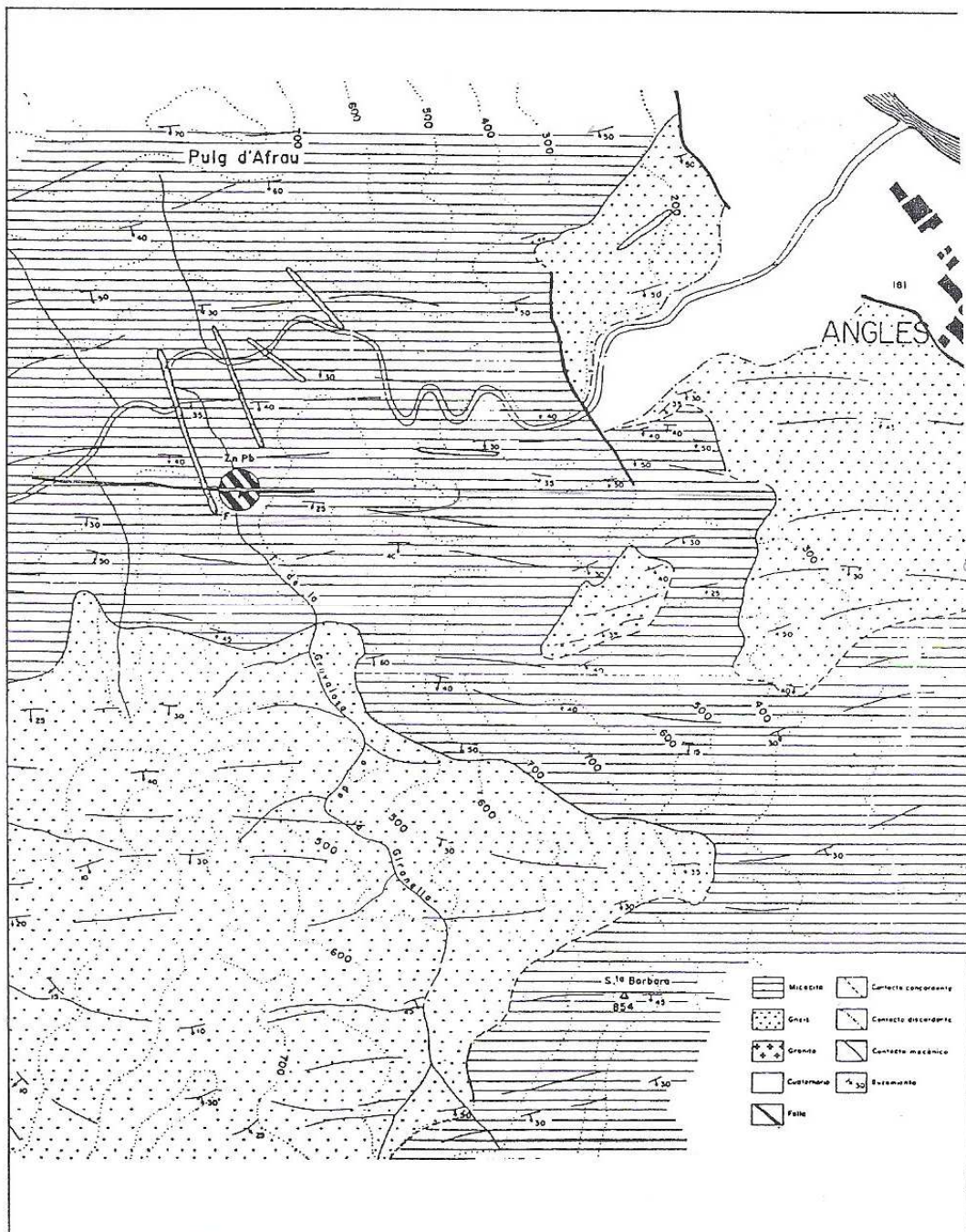
6) Geologia

Figura 5: Esquema geològic de l'àrea estudiada amb projeccions equiaereals (hemisferi inferior) de les diàclasis per a diferents conjunts rocallosos i sectors. (a) micasquistos de la formació Osor, (b) gneis de les Guilleries, (c) micasquistos de la formació Susqueda, (d) diorita de Susqueda, (e) pegmatites, (f) porfirs granodiorítics i (g) materials post paleozoics. Per raons de format, únicament es mostra el diaclasad dels cossos litològics més representatius -els micasquistos, els gneis i els pòrfirs granodiorítics-. El diaclasad present en altres litologies es pot observar a la figura 4. Els contorns de densitat dels estereogrames corresponen al 2% i a successius intervals del 2% (2, 4, 6%...). n: correspon al nombre de dades projectades. El número donat a les famílies de diàclasis per a la seva identificació en els diagrames no és indicatiu de l'ordre de formació.



Font i elaboració: Capellà et-al 1997

Figura 6: Mapa geològic on es pot veure el filó encaixat en la fractura i les diàclasis de la zona d'estudi.



Font i elaboració: Rodà 1996.

Taula 7: Dades de la projecció equiaereal de la esquistositat regional. A partir d'aquestes mesures in-situ s'ha calculat la direcció mitjana i l'angle de cabussament mitjà dels esquistos de la zona d'estudi. On n és el nombre de la mesura.

n	Direcció	Angle cabussament
1	250	79
2	315	58
3	315	59
4	42	78
5	256	74
6	49	54
7	312	60
8	151	65
9	250	83
10	299	79
11	320	87
12	2	77
13	352	83
14	47	70
15	164	48
16	226	84
17	292	76
18	176	60
19	191	41
20	180	50
21	159	37
22	280	73
23	284	75
24	240	82
25	308	80
26	294	68
27	332	39
28	282	63
29	168	66
30	40	90
31	320	73
32	314	60
33	39	86
34	28	86
35	38	72

- Font i elaboració: pròpies.

Taula 8: Dades de la projecció equiaereal de les fractures de la zona estudiada. A partir d'aquestes mesures in-situ s'han trobat les principals famílies (5 en total) de diàclasis de la zona, mesurades a la vessant S i SE de la riera d'Osor al seu pas per les colònies de les Mines d'Osor. On n és el nombre de la mesura.

n	Direcció (Graus)	Angle cabussament (Graus)
1	250	79
2	315	58
3	315	59
4	42	78
5	256	74
6	49	54
7	312	60
8	151	65
9	250	83
10	299	79
11	320	87
12	2	77
13	352	83
14	47	70
15	164	48
16	226	84
17	292	76
18	176	60
19	191	41
20	180	50
21	159	37
22	280	73
23	284	75
24	240	82
25	308	80
26	294	68
27	332	39
28	282	63
29	168	66
30	40	90
31	320	73
32	314	60
33	39	86

n	Direcció (Graus)	Angle cabussament (Graus)
39	148	70
40	276	84
41	296	84
42	334	87
43	124	79
44	158	72
45	228	70
46	94	86
47	100	82
48	101	85
49	303	72
50	292	84
51	288	82
52	222	40
53	274	43
54	294	81
55	295	51
56	230	48
57	41	81
58	294	90
59	47	88
60	230	80
61	156	50
62	294	90
63	40	86
64	201	87
65	312	86
66	310	89
67	209	90
68	220	87
69	240	86
70	184	84
71	330	81

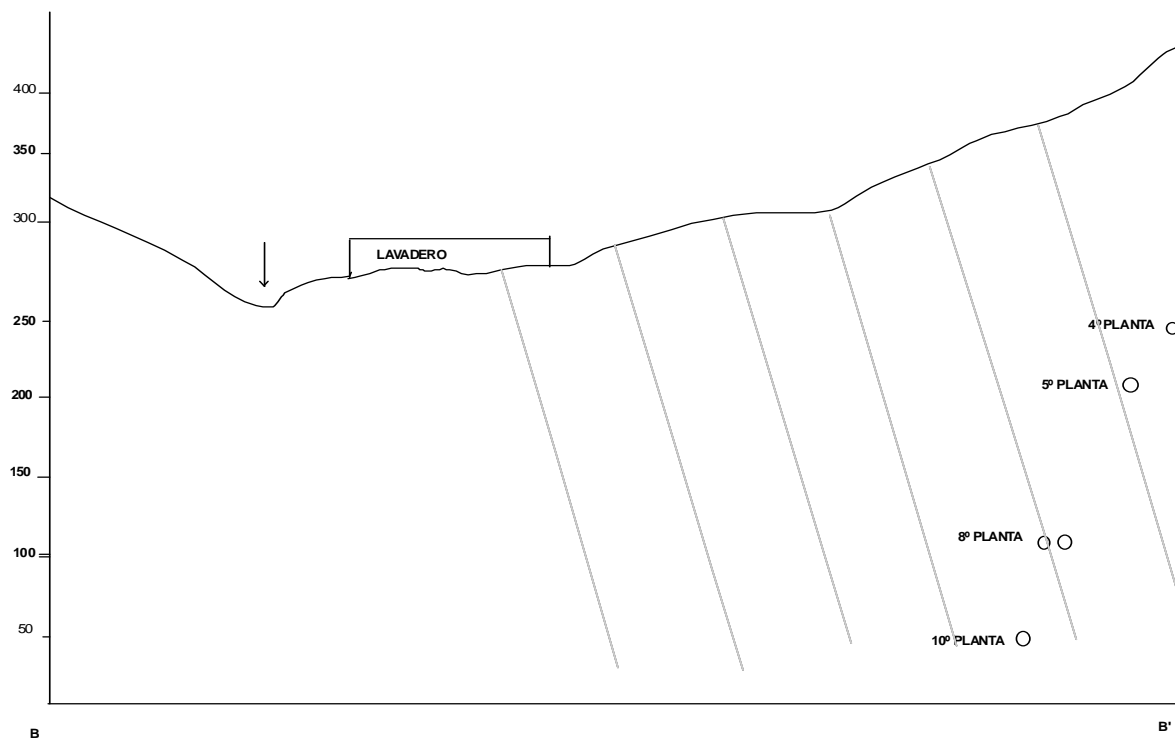
34	28	86
35	38	72
36	49	76
37	152	75
38	180	52

72	232	80
73	68	76
74	50	78
75	48	83
76	310	90

n:	Direcció (Graus)	Angle cabussament (Graus)
77	44	80
78	355	84
79	148	83
80	34	84
81	42	80
82	216	84
83	266	81
84	220	82
85	285	69
86	82	74
87	304	83
88	322	90
89	324	87
90	330	87
91	90	61
92	322	82
93	212	87
94	100	62
95	6	76
96	58	60
97	138	68
98	96	78
99	86	73
100	350	86
101	104	78
102	170	76
103	282	87
104	328	86
105	136	80
106	297	82
107	245	90

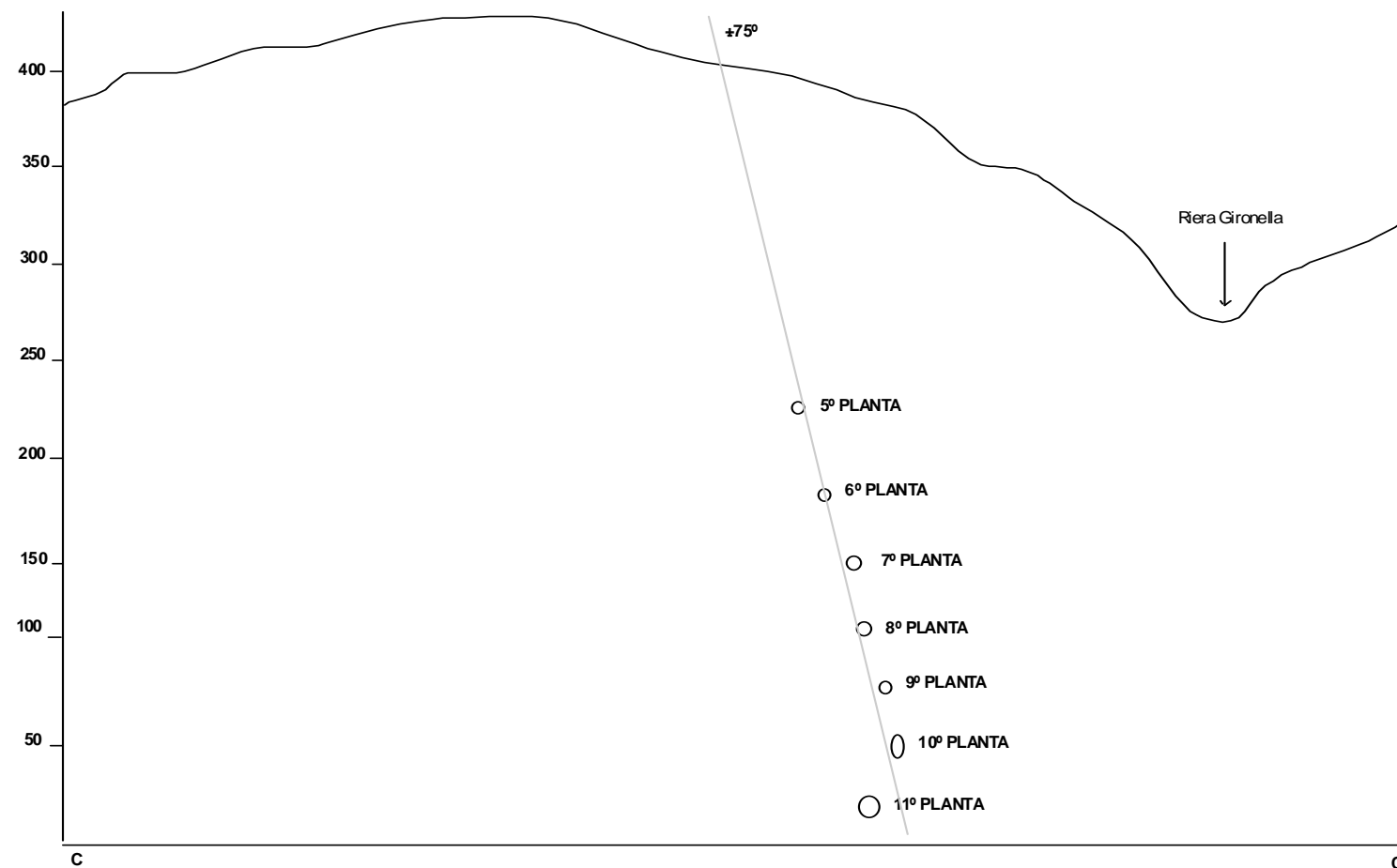
- Font i elaboració: pròpies.

Figura 7: Tall topogràfic B-B' del mapa general topogràfic (les línies grises representa l'esquistositat de la zona i la fletxa la riera d'Osor)



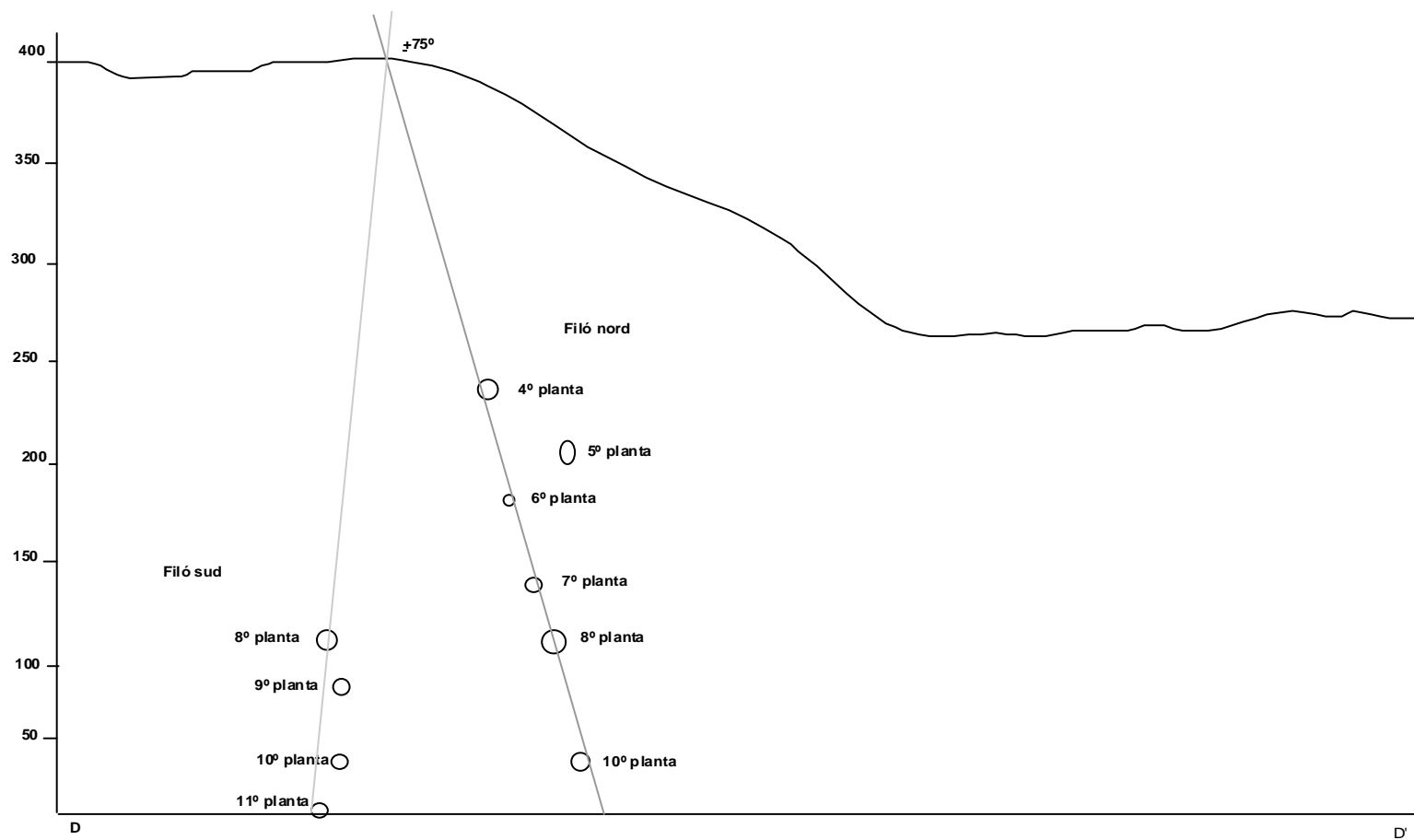
Font i elaboració: pròpia

Figura 8: Tall topogràfic C-C' del mapa general topogràfic (la línia gris representa el cabussament del filó)



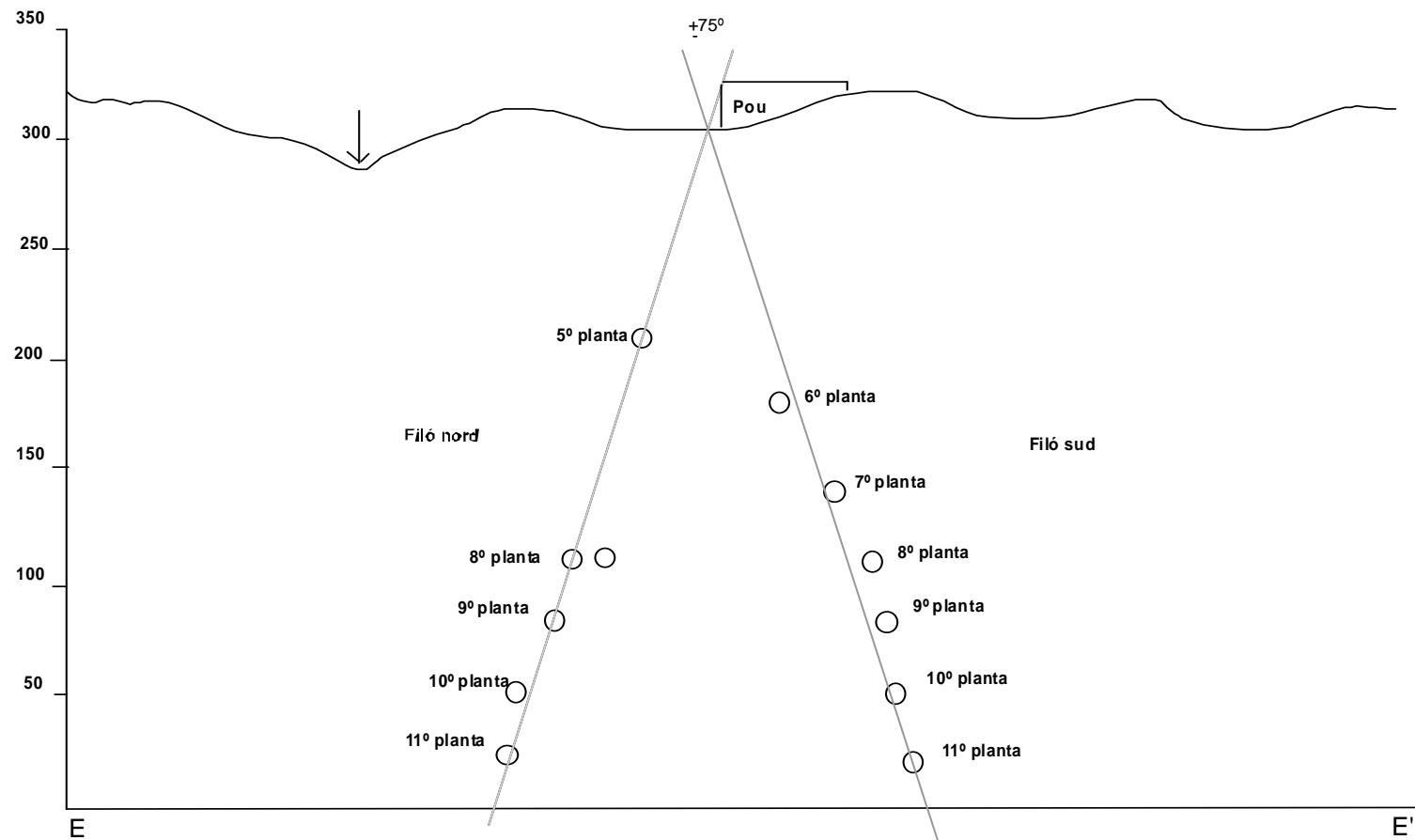
Font i elaboració: pròpia

Figura 9: Tall topogràfic D-D' del mapa general topogràfic (la línia gris representa el cabussament del filó N i S)



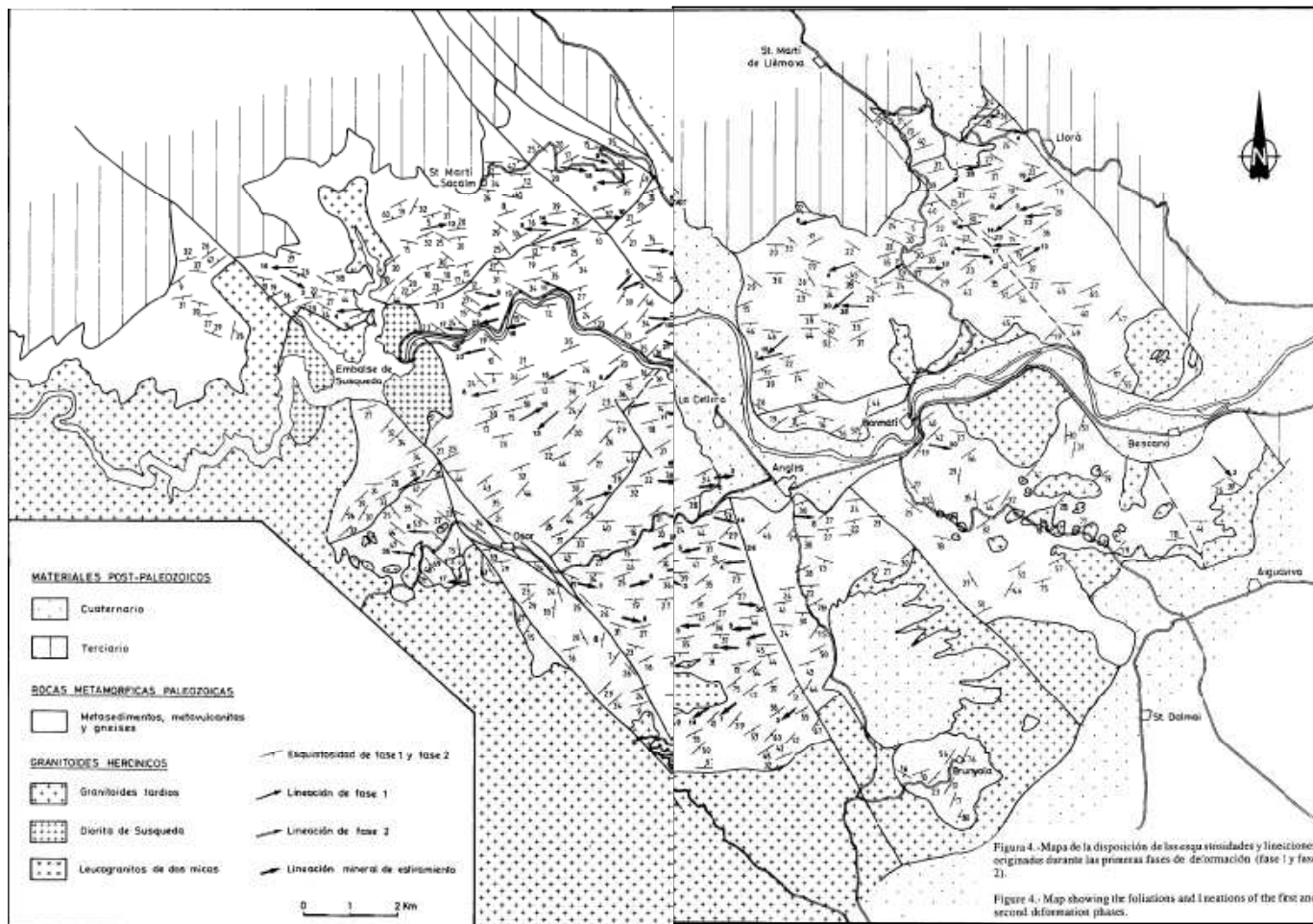
Font i elaboració: pròpia

Figura 10: Tall topogràfic E-E' del mapa general topogràfic (la línia gris representa el cabussament del filó N i S i la fletxa la riera d'Osor)



Font i elaboració: pròpia

Figura 11: Esquistositats i alineacions originades durant les primeres fases de deformació (fase 1 i fase 2)



Font i elaboració: Durán (1990)

impossibilita l'assignació d'un rang de qualitat. Malgrat tot, a títol orientatiu, mostrem els rangs generals que proposen tots dos índexs (Taula 7).

Macroinvertebrats bentònics

Els macroinvertebrats com a indicadors

Els macroinvertebrats han estat un dels organismes més utilitzats per avaluar l'estat del medi (Rosenberg i Resh, 1993), ja que presenten diversos avantatges (Barbour et al., 1999):

D'una banda, són abundants en la majoria de rius, i la seva elevada diversitat fa que apareguin en tot tipus d'ambients, que pertanyin a nivells tròfics diferents, que presentin diferents graus de tolerància ambiental i també, un ampli ventall de respostes davant l'estrès; això fa que sempre trobem una o altra espècie. Malgrat que han estat usats àmpliament per indicar contaminacions de tipus orgànic (Hellawell, 1986), aquesta elevada diversitat els fa útils també en d'altres situacions (per exemple, en contaminacions per metalls pesants (Kiffney i Clements, 2003)).

D'altra banda, són bons indicadors de les condicions locals ja que tenen una mobilitat limitada i fins i tot n'hi ha de sèssils. El fet que alguns organismes tinguin cicles de vida que poden durar tot l'any fa que puguin integrar l'efecte de les variacions ambientals a curt i mitjà termini. Els estadis inicials responen més ràpidament a l'estrès mentre que la comunitat sencera respon més lentament.

A més a més, el mostreig de macroinvertebrats és relativament senzill, requereix poc personal, és barat i no provoca efectes greus a la resta de biota, cosa que, a la pràctica, també afavoreix el seu ús.



Imatge 4. Dos famílies de tricòpters amb estoig. A l'esquerra, Limnephilidae i a la dreta, Sericostomatidae.

Metodologies quantitatives versus qualitatives

El valor indicador dels macroinvertebrats es dóna a dos nivells: a nivell individual, cada espècie té uns determinats requeriments ecològics i una sensibilitat i tolerància en front a pertorbacions del medi, cosa que li dóna un valor indicador de certes condicions. D'altra banda, l'estructura del conjunt de la comunitat (que té en compte tant la diversitat d'organismes com l'abundància de cadascun d'ells) dóna també una indicació de l'estat del medi. Per tant, a l'hora de fer servir els macroinvertebrats com a indicadors de l'estat del medi poden utilitzar-se metodologies de tipus qualitatiu, d'on s'obtenen dades de riquesa d'espècies, o bé de tipus quantitatiu, d'on a més de la riquesa, s'obté informació de l'estructura i l'abundància de la comunitat.

Les metodologies qualitatives requereixen un esforç de mostreig i de tractament posterior de les mostres molt inferior a les metodologies quantitatives i, en conseqüència, són més barates i més ràpides. Per contra, les metodologies quantitatives requereixen un mostreig més acurat, i el tractament posterior de les dades inclou el recompte dels individus capturats, cosa que allarga molt el temps de processat. En contrapartida, les mètriques que poden aplicar-se amb els resultats obtinguts d'una metodologia quantitativa són molt més diverses, i proporcionen molta més informació sobre l'ecologia de les comunitats. Una solució intermitja són les metodologies semiquantitatives, d'on a més de la riquesa s'obtenen proporcions o rangs d'abundància; tant l'esforç de mostreig i tractament de les mostres com la informació que se'n pot treure estan a un nivell intermedi entre el mostreig qualitatiu i el quantitatiu.

És objecte actual d'estudi saber si de cara a obtenir una indicació de la qualitat del medi, es pot arribar al mateix grau de precisió amb els dos tipus de metodologies.

Metodologies de presa i tractament de les mostres

La DMA especifica al seu annex V que per indicar la qualitat de cara a classificació de l'estat ecològic cal utilitzar la composició i l'abundància de les comunitats de macroinvertebrats. Caldria, doncs, utilitzar una metodologia que permetés l'obtenció de dades quantitatives. D'altra banda, l'objectiu final és avaluar l'estat ecològic, és a dir, classificar les masses d'aigua en rangs de qualitat. Actualment existeixen algunes metodologies que classifiquen les aigües en rangs de qualitat a partir de les comunitats de macroinvertebrats de forma prou satisfactòria (vegeu, per

- exemple, la metodologia Ecostrimed (Prat et al., 2000) o Guadalmed (Jáimez-Cuéllar et al., 2004)) i, en canvi, en tenen prou amb una metodologia qualitativa.

- En aquest manual s'adjunten dos protocols d'avaluació de la qualitat biològica. El primer, derivat del projecte AQEM (*Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers* – AQEM Consortium, 2002), és un mètode que permet l'obtenció de dades quantitatives. El segon, derivat del projecte Guadalmed (www.guadalmed.org), és un mètode qualitatiu en el qual fàcilment poden obtenir-se també dades semiquantitatives.

Cadascuna d'aquestes metodologies es troba detallada al protocol corresponent, a la segona part d'aquest document. Els aspectes generals estan basats en normes estandarditzades que assegurin tant la seguretat personal del treball com la qualitat de les mostres i les dades obtingudes (CEN, 1994a; 1994b; 1996). Exposem a continuació algunes dades generals, comunes a ambdues metodologies, i útils per al mostreig.

Els hàbitats

Els macroinvertebrats, degut a la seva elevada diversitat, poden colonitzar tots els hàbitats presents als rius. De forma general, poden diferenciar-se dos grans macrohàbitats: les zones amb aigües ràpides, o hàbitats lòtics o rò-fils, i les zones amb aigües lentes o quietes, hàbitats lenítics. A més a més, en funció del substrat present també tenim diferents categories:

- **Substrats durs (roques, còdols, pedres):** Són freqüents als ràpids i en determinats rius (rius de muntanya

i capçaleres) constitueixen el substrat dominant. Solen albergar les riqueses màximes de macroinvertebrats.

El seu mostreig es sol realitzar col·locant el bastidor de la xarxa sobre el substrat i remouent el substrat aigües amunt, de manera que tots els invertebrats que es desprenduin siguin arrossegats pel corrent i entrin dins la xarxa (Figura 3). Les pedres més grosses convé netejar-les a mà davant la xarxa, i inspeccionar-les després per assegurar-se que no hi queda cap organisme adherit. Les pedres més petites poden remoure's directament amb els peus per tal de fer sortir els animals.

- **Sorra i altres sediments inorgànics fins:** Freqüent a les basses i zones lenítics, o als marges i ribes, principalment a les zones de deposició. També, en rius de zones baixes i poc pendent. Tot i que, en general, constitueixen el substrat amb menys diversitat de fauna, poden albergar tàxons específics d'aquests substrats.

Allà on l'aigua porti un corrent prou fort, el mostreig d'aquest substrat fi es pot fer tal com s'exposa al punt anterior, remouent-lo amb els peus davant la xarxa. En zones de baix corrent on, per tant, no pot ser l'aigua l'encarregada de transportar fins a la xarxa els organismes que es desprenen del substrat, ha de ser l'operador el que mogui activament la xarxa de mà per capturar els animals. Alternativament, i especialment en llocs més profunds o allà on l'operador no pot entrar el riu amb seguretat, els sediments fins es poden mostrejar passant la xarxa per sobre el substrat (enfonsada només uns pocs cm) al llarg d'un petit tram, i repetir l'operació en diverses zones.

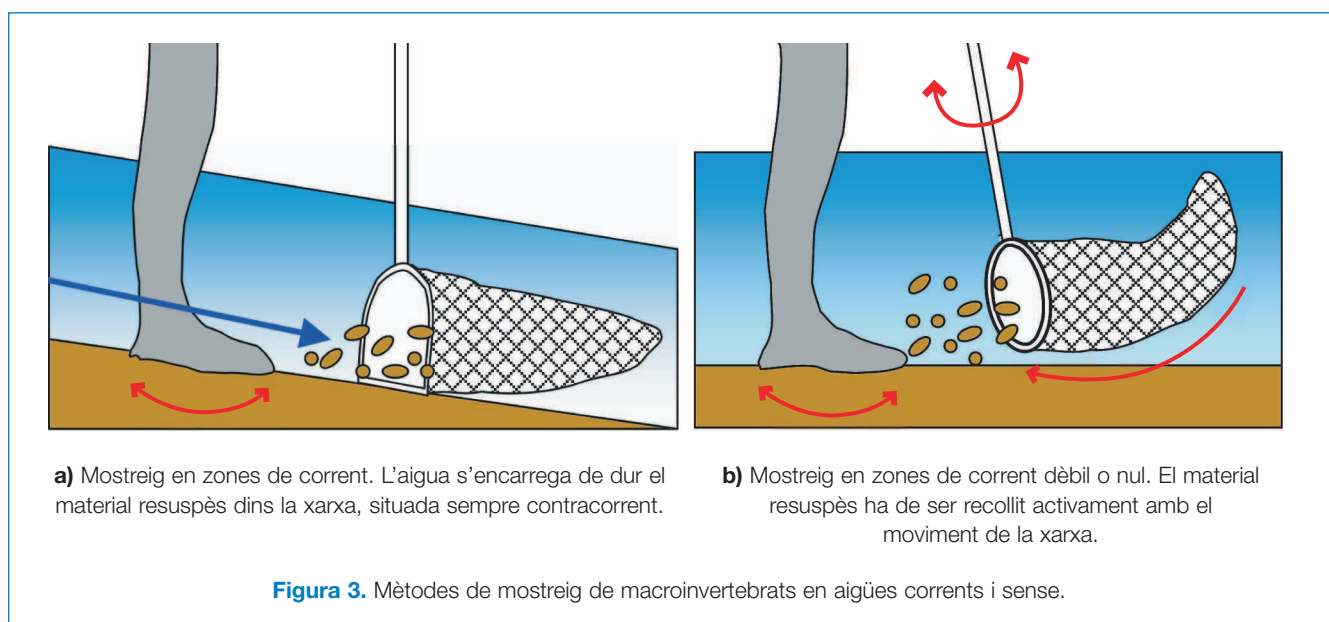


Figura 3. Mètodes de mostreig de macroinvertebrats en aigües corrents i sense.

- **Troncs, branques, fulles i altres restes vegetals:** Constitueixen un hàbitat físic a alguns macroinvertebrats alhora que són també font d'aliment. Com més temps porten submergits, més fauna poden tenir-hi associada. Solen acumular-se en obstacles i allà on l'aigua s'alenteix o queda retinguda.

Les restes vegetals de mida més petita es mostregen remouent-les davant o dins la xarxa per tal de fer desprendre els organismes. Les més grosses, com les branques, es netegen amb la mà dins la xarxa i s'inspeccionen per assegurar que no hi queden organismes adherits. Els troncs més grans s'han d'evitar ja que és difícil mostrejar-los adequadament.

- **Macròfits submergits:** Molts macròfits tenen un creixement estacional, motiu pel qual l'hàbitat que representen també pot canviar durant l'any. Tot i així, són també un important substrat per molts tàxons, particularment aquells de zones més calmes o que tenen tendència a viure nedant a la columna d'aigua. De vegades, en fulles i tiges s'hi troben organismes adherits.

Cal passar la xarxa de baix a dalt entre la vegetació per tal de recollir aquells organismes que hi viuen entremig o adherits a les tiges. Convé fer les primeres passades més ràpides, per agafar organismes que naden lliurement a la columna d'aigua (com heteròpters o coleòpters), i després més lentament tot movent la xarxa en ziga-zaga, per facilitar el desprendiment dels organismes que estiguin sobre la vegetació (mol·luscs, alguns odonats, etc.).

Va millor mostrejar amb les xarxes de mà petites (figura 4), que són més lleugeres, fàcils de moure i penetren millor dins de la vegetació; ara bé, en grans rius o en grans mates de vegetació també es pot utilitzar una xarxa més gran.

- **Helòfits:** La part submergida de la tija dels helòfits també dóna hàbitat a alguns tàxons, tal i com ho fan els macròfits submergits.

Es mostregen igual que la resta de macròfits.

- **Ribes vegetades:** Les arrels i la vegetació de la riba que queden submergides en moments amb cabals elevats poden també ser colonitzats per macroinvertebrats, de la mateixa manera que en macròfits submergits i helòfits.

Es mostregen com la resta de macròfits. En zones poc profundes, i sempre i quan es vulguin tenir separades les

mostres de cada hàbitat, cal anar en compte de no tocar el substrat amb la xarxa, per tal de no barrejar organismes de substrats diferents.

La malla de mostreig

S'utilitzarà una malla amb una llum de 500 µm, que permeti la recol·lecció de pràcticament tots els macroinvertebrats, a excepció dels estadijs més petits. La forma de la xarxa dependrà de la mida del riu a mostrejar, i de l'hàbitat. Se n'utilitzaran de dos tipus:

- **Xarxa de mà petita:** Seran circulars amb un diàmetre d'entrada de 20-30 cm. El gruix i la longitud del mànec i del bastidor no són importants, i poden variar (Figura 4).

Aquestes xarxes s'utilitzaran per mostrejar rius petits o determinats hàbitats, com per exemple les zones lenítiques amb vegetació aquàtica submergida, flotant o helòfits.

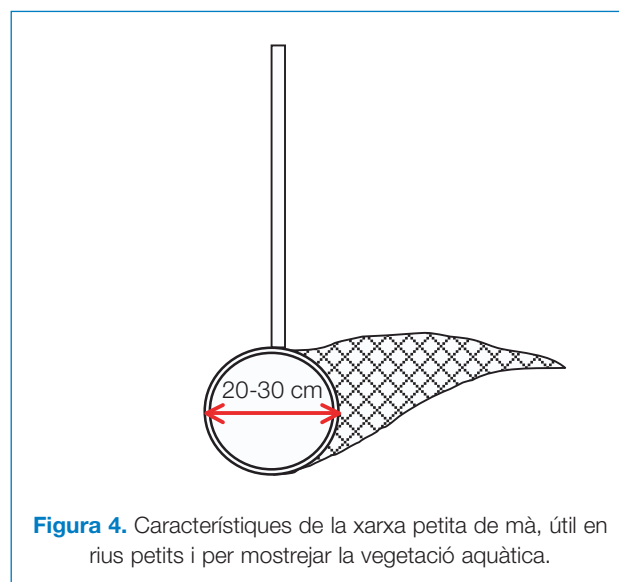
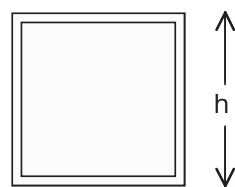
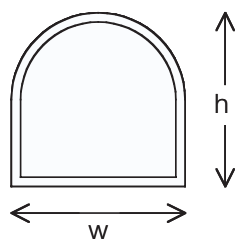


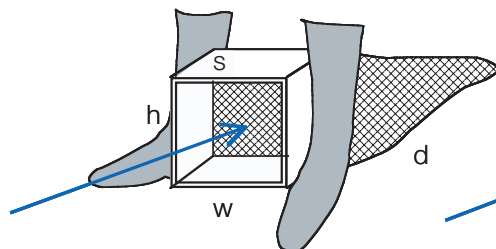
Figura 4. Característiques de la xarxa petita de mà, útil en rius petits i per mostrejar la vegetació aquàtica.

- **Xarxes grans:** Tindran, com a mínim, una superfície plana que es pugui recolzar sobre el substrat, d'uns 30 cm de llargada. El bastidor pot ser rectangular o en forma de D, i pot anar subjectat o no a un mànec. Si no duu mànec, el bastidor serà ample per tal que, en recolzar-lo sobre el substrat, pugui ser aguantat amb facilitat entre les cames de l'operador (Figura 5).

Aquestes xarxes s'utilitzaran en grans rius, amb cabal elevat o amb corrent fort. Preferentment, s'usaran per mostrejar les zones de ràpids, malgrat que també poden utilitzar-se en altres ambients, especialment si disposen de mànec. La manca de mànec, d'altra banda, les fa més útils en rius de fort cabal, ja que en facilita el seu ús.



h = 20-30 cm
w = 20-40 cm
s = 10-20 cm
d = 40-50 cm



a) Forma i mida del marc

b) Utilització (sense mànec i amb mànec)

Figura 5. Característiques generals de les xarxes de mostreig grans, preferentment per hàbitats reòfils i grans rius.

Mètriques d'avaluació de la qualitat amb macroinvertebrats

Proposem el càlcul de tres mètriques: la riquesa de famílies (S), l'índex IBMWP (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988, Alba-Tercedor i Pujante, 2000, Alba-Tercedor, 1996, Alba-Tercedor et al., 2004; Jáimez-Cuéllar et al., 2004) i l'índex BMWPC (Benito i Puig, 1999).

Riquesa de famílies

La riquesa de macroinvertebrats disminueix en fer-ho la qualitat del medi. Per això, a grans trets, pot ser utilitzat com un indicador de qualitat.

Consisteix en el recompte de totes les famílies presents al punt de mostreig, englobant el conjunt dels hàbitats.

$$(4) \quad S = \text{nombre total de famílies}$$

Cal remarcar que alguns grups taxonòmics no cal identificar-los fins a família, sinó que es determinaran només fins a nivells superiors. És el cas del taxons: Briozoa, Porifera, Oligochaeta, Hidracarina i Ostracoda. A efectes del càlcul de la riquesa S (4), seran tractats com si fossin família. A més, Copepoda i Cladocera no es comptabilitzaran.

Índex IBMWP

El valor indicador de l'índex es basa en la unió del valor indicador de la riquesa (vegeu l'apartat anterior) i del valor indicador de cada família. Així doncs, les diferents famílies de macroinvertebrats tenen associat un valor d'entre 1 (mínim valor indicador) i 10 (màxim valor indicador) en funció dels requeriments ecològics de totes les espècies del grup: obte-

nen millor puntuació aquelles famílies en què totes les seves espècies són molt sensibles a les perturbacions, mentre que tenen una puntuació baixa aquelles famílies que, o bé estan formades per espècies tolerants, o bé tenen espècies amb requeriments ecològics molt diferents i que, per tant, no permeten donar un valor indicador global de la família.

L'índex es calcula a partir de la fórmula

$$(5) \quad IBMWP = \sum V_i \quad \text{on}$$

V_i és el valor indicador de la família i (puntuació)

Les puntuacions per cada família es troben al full de camp.

Índex BMWPC

Es tracta d'una modificació de l'índex anterior, en què la puntuació de les famílies s'ha adaptat als cursos fluvials catalans.

La seva filosofia i funcionament són doncs iguals que per a l'IBMWP. Les puntuacions per cada família es troben al full de camp.

Assignació del nivell de qualitat segons els macroinvertebrats

No totes les mètriques proposades tenen darrere estudis que estableixin nivells de qualitat segons la tipologia fluvial, especialment si acotem l'àmbit d'estudi a les conques catalanes. Malgrat tot, posarem uns rangs orientatius que, en un futur acabaran de ser definits (Taula 8).

Taula 8. Proposta de nivells de qualitat segons el valor dels índexs IBMWP i BMWPC, per cada tipus fluvial.

Tipus fluvial	Nivell de qualitat									
	Molt bo		Bo		Mediocre		Deficient		Dolent	
	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC
Rius de muntanya humida silícica	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15
Rius de muntanya humida calcària	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15
Rius de muntanya med. silícica	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15
Rius de muntanya med. calcària	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10
Rius de muntanya med. d'elevat cabal	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10
Rius med. de cabal variable	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10
Rius med. silícics	> 140	> 90	86-140	56-90	51-85	31-55	20-50	15-30	< 20	< 15
Rius mediterranis càrstics	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10
Eixos fluvials principals	> 100	> 85	61-99	51-85	35-60	31-50	15-35	10-30	< 15	< 10
Torrents litorals	> 120		71-120		41-70		20-40		< 20	



a) Truita comuna (*Salmo trutta*)



b) Barb comú (*Barbus graellsii*)



c) Bagra (*Squalius cephalus*)

Imatge 5. Algunes espècies autòctones dels rius catalans.

Els rangs proposats s'han definit a partir de les dades utilitzades al document IMPRESS (Agència, 2005) i seguint les directrius del document ECOSTATS (Grup de treball 2A de la Comissió Europea en l'Estratègia Comú d'Implantació de la Directiva Marc de l'Aigua - CIS). Aquests rangs podran ser modificats un cop finalitzi el procés d'intercalibració que la Comissió Europea està liderant i en el qual l'Agència Catalana de l'Aigua hi participa de manera activa. Les possibles modificacions dels rangs de qualitat es publicaran, un cop consensuats, en versions actualitzades del protocol.

Peixos

La metodologia de mostreig, tractament de mostres i aplicació de mètriques per avaluar la qualitat biològica amb els peixos s'ha desenvolupat majoritàriament en el treball *Desenvolupament d'un índex d'integritat biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya* (Agència, 2003b), que l'Agència Catalana de l'Aigua va realitzar en conveni amb la Universitat de Barcelona, i es basa en normes estandaritzades de mostreig (CEN, 2003).

● PROTOCOL 3b

● MACROINVERTEBRATS - PROTOCOL QUALITATIU

● I SEMI-QUANTITATIU

Introducció

Es presenta aquí un protocol de mostreig de macroinvertebrats, derivat del projecte Guadalmed¹, que permet l'obtenció de dades qualitatives o semi-quantitatives. S'indica el treball que cal fer al laboratori i les mètriques que es proposen per avaluar la qualitat biològica a partir dels macroinvertebrats. També, breument, s'indiquen altres tipus de mètriques que poden aplicar-se.

El present document consta de tres parts:

- Material
Inclou el material mínim necessari per dur a terme tant els treballs de camp com els de laboratori.
- Esquema general
Per donar una visió ràpida de conjunt de tot el procés.
- Protocol
Part 0: Consideracions prèvies
Part 1: Mostreig qualitatiu
Part 2: Treball de laboratori
Part 3: Aplicació de mètriques i obtenció del nivell de qualitat
S'expliquen els passos a seguir des de l'obtenció de les dades fins a l'aplicació de les mètriques i la determinació del nivell de qualitat. El protocol es mostra en un format de dues columnes, la primera de les quals conté els passos a seguir pròpiament dits i a la segona s'hi troben anotacions o aclariments per tal de fer més fàcil la seva aplicació.

Material de mostreig i de laboratori

Seguretat personal

- Botes de pescador
- Guants de goma o làtex
- Equipament resistent a l'aigua
- Drap o tovallola

Material de mostreig

- Xarxa per recollir macroinvertebrats, amb una llum de 500 µm i, com a mínim, un diàmetre d'obertura d'uns 30 cm i 1 m de llargada
- Safates blanques de com a mínim 20 x 30 cm
- Pinces o aspirador entomològic
- Lupa de mà

Conservació i identificació de mostres

- Pots de plàstic de com a mínim 1/4 de litre per recollir les mostres
- Vials de plàstic per recollir organismes desconeguts
- Retoladors permanents, tissors, cinta aïllant o etiquetes per marcar els pots de les mostres
- Llapis i etiquetes de paper per etiquetar els organismes desconeguts que ens enduguem per identificar-los al laboratori
- Formol amb una dilució mitjana (vora el 40%)
- Alcohol de 96°

Altres

- Full de camp
- Càmera de fotos
- Mapes i/o GPS (opcional)

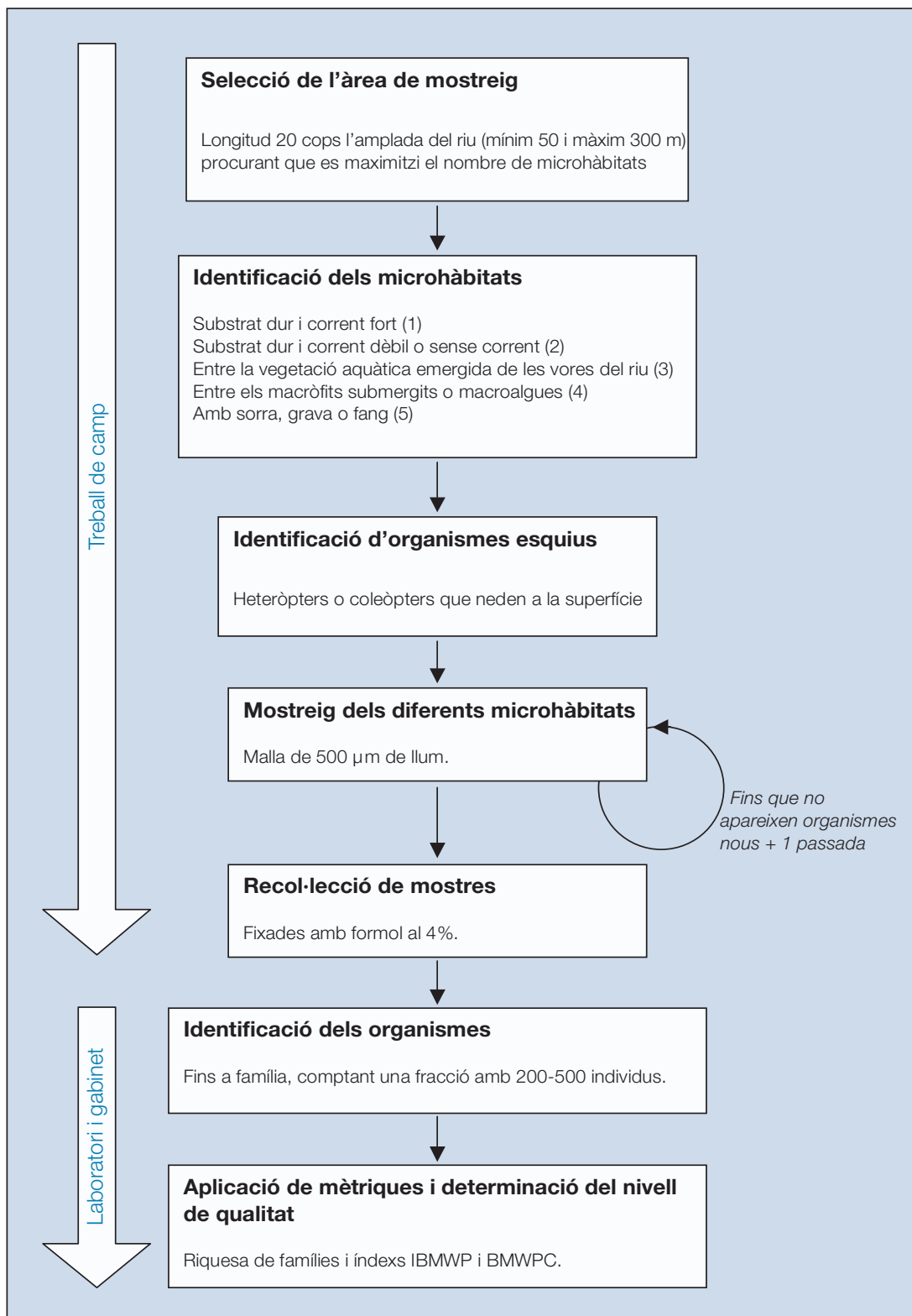
Material de laboratori (seguretat personal, identificació d'organismes)

- Aigüera
- Campana extractora o habitacle ben ventilat
- Màscara protectora
- Lupa binocular
- Tamisos de 500 µm
- Pinces entomològiques
- Plaques de Petri

¹ 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 ML, Toro M, Vidal-Abarca MR, Zamora-Muñoz C i Alba-Tercedor J. (2004). Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnética*, 21 (3-4), (2002): 187-204 (www.guadalmed.org)

- 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



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 mostreja 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 indicadores de qualitat.</p> <p>Convé mostrear 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'una avinguda 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>

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, Gyridae, etc.) per tal de no perdre'ls i tenir-los en compte en el recompte final de tàxons.</p>	



3. Mostreig

Mostregeu els diferents hàbitats localitzats:

- 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.

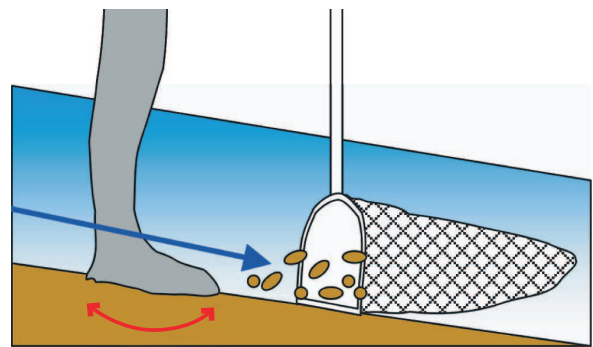
Aneu buidant periòdicament el contingut de la xarxa en safates de plàstic blanques, i observeu a ull nu les famílies que hi ha. Quan després de fer una passada ja no apareguin noves famílies, tornarem a fer una altra passada de confirmació, i, si tampoc n'apareixen més, donarem el mostreig per acabat. La passada de confirmació i l'anterior (que no aporten famílies noves respecte les primeres passades) no es recolliran.

Renteu bé la xarxa abans de canviar a un altre punt de mostreig.

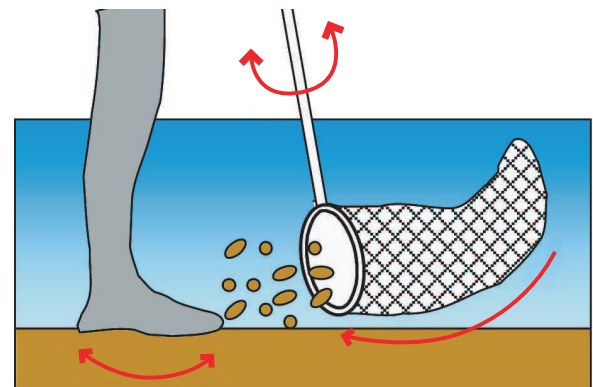
La xarxa ha de tenir una llum de 500 µm. És preferible que la xarxa sigui rectangular o en forma de D, per tal que una superfície plana pugui posar-se correctament sobre del substrat. Per zones lenítiques i entre la vegetació, també pot usar-se una xarxa circular amb un diàmetre més petit.

Comenceu mostrejant les zones més baixes i continueu aigües amunt, per evitar que la pertorbació faci fugir els organismes.

Mostreig amb els peus en aigües corrents (1):



Mostreig amb els peus en aigües quietes (2 i 5):



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 fixe-u-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, traieu 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'haver 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 esquives vistes al camp i no recollides a les mostres (punt 2). S'obté així un llistat taxonòmic complert 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). Porífera, 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>

Passos a seguir	Observacions										
<p>8.2. Obtenció de dades semi-quantitatives</p> <p>Sota una lupa binocular, identifiqueu i compteu tots els organismes que es troben a la fracció separada. Multipliqueu l'abundància trobada de cada tàxon per la fracció mirada, per obtenir el número total d'individus a la mostra.</p> <p>Identifiqueu i compteu també els organismes grossos prèviament separats.</p> <p>Ajunteu aquestes dades amb aquelles famílies esquives vistes al camp i no recollides a les mostres.</p> <p>A partir del nombre d'individus de cada tàxon es poden calcular les abundàncies relatives de cadascun d'ells, o bé transformar les dades a rangs d'abundància.</p>	<p>Per saber la resolució taxonòmica a la qual cal arribar, llegiu les observacions del punt 8.1.</p> <p>A partir del recompte dels individus, podem obtenir rangs d'abundància segons la taula següent:</p> <table border="1" data-bbox="871 465 1465 685"> <thead> <tr> <th>Nombre d'individus</th> <th>Rang d'abundància</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 – 3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4 – 10</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>11 – 100</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>> 100</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre d'individus	Rang d'abundància	1 – 3	1	4 – 10	2	11 – 100	3	> 100	4
Nombre d'individus	Rang d'abundància										
1 – 3	1										
4 – 10	2										
11 – 100	3										
> 100	4										



Passos a seguir	Observacions
<p>9. Aplicació de les mètriques</p> <p>Es proposa l'aplicació de tres mètriques: la riquesa de famílies i els índexs biològics IBMWP² i BMWPC³. Totes tres mètriques poden calcular-se a partir de dades qualitatives (punt 8.1) i semi-quantitatives (punt 8.2).</p> <p>Riquesa de famílies (S): Comptabilitzeu el nombre total de famílies aparegudes en el conjunt de les mostres recollides, per cada punt de mostreig.</p> <p>S = núm. famílies de macroinvertebrats</p> <p>Índexs IBMWP i BMWPC: Els índexs poden calcular-se a partir de les dades que consten en el full de camp: Sumeu la puntuació associada a cadascuna de les famílies presents al punt de mostreig per obtenir el valor final de l'índex. Aquells tàxons que no tenen una puntuació associada no es tindran en compte per al còmput final de l'índex.</p>	<p>Amb el mostreig proposat es poden calcular mètriques qualitatives o de proporcions. Les mètriques poden fer referència a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riquesa (d'espècies, gèneres o famílies totals, segons nivell d'identificació; d'EPT – efemeròpters, plecòpters i tricòpters –; de tàxons sensibles, etc.) • Dominància de tàxons indicadors (d'oligoquets, quironòmids, etc.) • Dominància de grups tròfics i estratègies (herbívors, detritívors, carnívors; filtradors, recol·lectors, brostejadors, etc.) • Índexs biològics (IBMWP, BMWPC, ASPT, ASPTC, FBILL, etc.)

² Alba-Tercedor J i Sánchez-Ortega A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.

Alba-Tercedor J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*. Almería. Vol II: 203-213.

Alba-Tercedor J i Pujante AM. (2000). Running-water biomonitoring in Spain: Opportunities for a predictive approach. A: Wright JF, Sutcliffe DW, Furse MT eds. *Assessing the biological quality of fresh waters. RIVPACS and similar techniques*. Freshwater Biological Association, Ambleside, 207-216.

Alba-Tercedor J et al. (2004). Caracterización del estado ecológico de los ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnética* 21 (3-4), (2002): 175-185.

³ Benito G i Puig MA. (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.

Passos a seguir		Observacions									
<p>10. Assignació del rang de qualitat</p> <p>L'assignació d'un rang de qualitat a partir de les mètriques seleccionades està en procés d'estudi per a les diferents tipologies fluvials de Catalunya.</p> <p>De forma provisional es proposen els següents rangs de qualitat:</p>		<p>Els rangs proposats en aquest protocol s'han definit a partir de les dades utilitzades al document IMPRESS⁴ i seguint les directrius del document ECOSTATS (Grup de treball 2A de la Comissió Europea en l'Estratègia Comú d'Implantació de la Directiva Marc de l'Aigua - CIS). Aquests rangs podran ser modificats un cop finalitzi el procés d'intercalibració que la Comissió Europea està liderant i en el qual l'ACA hi participa de manera activa. Les possibles modificacions dels rangs de qualitat es publicaran, un cop consensuats, en versions actualitzades del protocol.</p>									
Tipus fluvial	Nivell de qualitat										
	Molt bo		Bo		Mediocre		Deficient		Dolent		
	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	
Rius de muntanya humida silícica	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15	
Rius de muntanya humida calcària	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15	
Rius de muntanya med. silícica	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15	
Rius de muntanya med. calcària	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Rius de muntanya med. d'elevat cabal	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Rius med. de cabal variable	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Rius med. silícics	> 140	> 90	86-140	56-90	51-85	31-55	20-50	15-30	< 20	< 15	
Rius mediterranis càrstics	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Eixos fluvials principals	> 100	> 85	61-99	51-85	35-60	31-50	15-35	10-30	< 15	< 10	
Torrents litorals	> 120		71-120		41-70		20-40		< 20		

⁴ Agència Catalana de l'Aigua. (2005). *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries) en compliment als articles 5, 6 i 7 de la Directiva*. Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.

PROTOCOL 3a

MACROINVERTEBRATS - PROTOCOL QUANTITATIU

Introducció

Es presenta aquí un protocol de mostreig de macroinvertebrats, derivat del projecte AQEM¹, que permet l'obtenció de dades quantitatives. S'indica el treball que cal fer al laboratori i les mètriques que es proposen per avaluar la qualitat biològica a partir dels macroinvertebrats. També, breument, s'indiquen altres tipus de mètriques que poden aplicar-se i que, amb un mostreig d'aquest tipus, són molt abundants i diverses.

El present document consta de tres parts:

- Material
Inclou el material mínim necessari per dur a terme tant els treballs de camp com els de laboratori.
- Esquema general
Per donar una visió ràpida de conjunt de tot el procés.
- Protocol
Part 0: Consideracions prèvies
Part 1: Mostreig quantitatiu
Part 2: Treball de laboratori
Part 3: Aplicació de mètriques i obtenció del nivell de qualitat
S'expliquen els passos a seguir des de l'obtenció de les dades fins a l'aplicació de les mètriques i la determinació del nivell de qualitat. El protocol es mostra en un format de dues columnes, la primera de les quals conté els passos a seguir pròpiament dits i a la segona s'hi troben anotacions o aclariments per tal de fer més fàcil la seva aplicació.

Material de mostreig i de laboratori

Seguretat personal

- Botes de pescador
- Guants de goma o làtex
- Equipament resistent a l'aigua
- Drap o tovallola

Material de mostreig

- Xarxa per recollir macroinvertebrats, amb una llum de 500 µm i, com a mínim, un diàmetre d'obertura de 25 cm (xarxa rectangular o en forma de D amb una amplada de 25 cm i una alçada mínima de 25 cm). Pot utilitzar-se un Surber obert de les mateixes dimensions (25 x 25 cm)
- Safates blanques de com a mínim 20 x 30 cm
- Pincers o aspirador entomològic
- Lupa de mà

Conservació i identificació de mostres

- Pots de plàstic de com a mínim 1/4 de litre per recollir les mostres
- Vials de plàstic per recollir organismes desconeguts
- Retoladors permanents, tisores, cinta aïllant o etiquetes per marcar els pots de les mostres
- Llapis i etiquetes de paper per etiquetar els organismes desconeguts que ens enduguem per identificar-los al laboratori
- Formol amb una dilució mitjana (vora el 40%)
- Alcohol de 96°

Altres

- Full de camp
- Càmera de fotos
- Mapes i/o GPS (opcional)

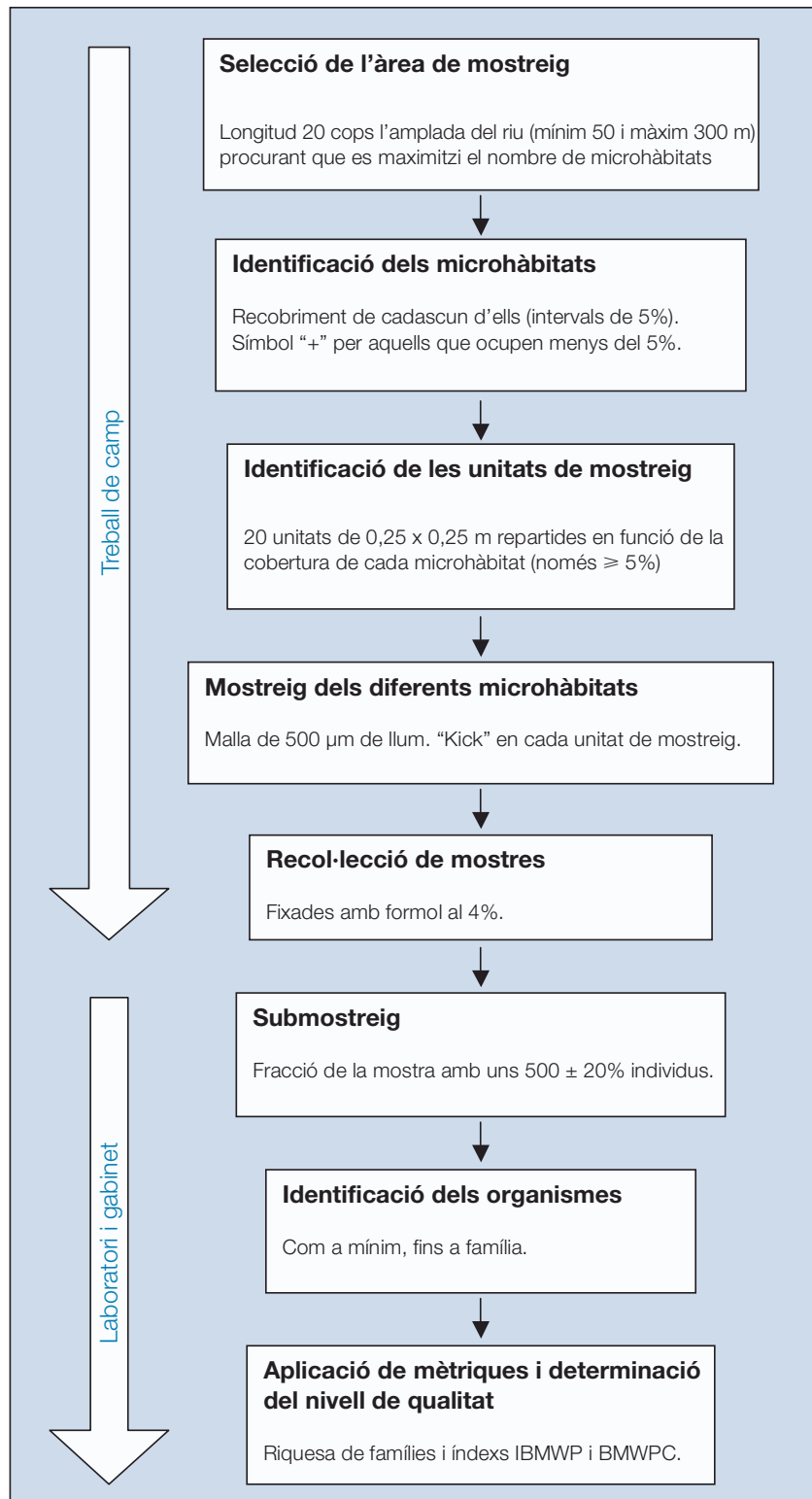
Material de laboratori (seguretat personal, submostreig, identificació d'organismes)

- Aigüera
- Campana extractora o habitacle ben ventilat
- Màscara protectora
- Lupa binocular
- Tamisos de diferents mides (250 µm, 1 mm, 2 mm i 10 mm) (els tamisos gruixuts també poden dur-se al camp)

¹ AQEM Consortium. (2002). *Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive.* Version 1.0, February 2002.

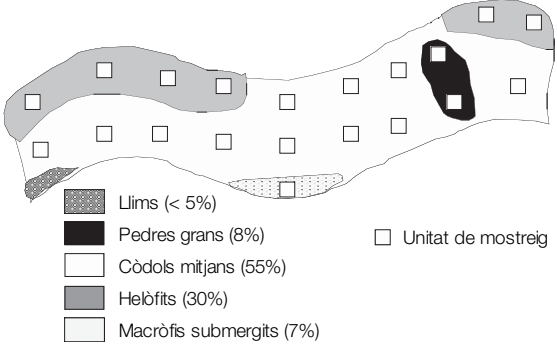
- Safata de 30 x 36 cm amb una quadrícula de 6 x 6 cm (per sub-mostrejar)
- Pinceres entomològiques
- Plaques de Petri
- Comptadors
- Vials petits hermètics per conservar organismes
- Material per etiquetar resistent a l'alcohol
- Alcohol de 70°
- Guies d'identificació adequades a l'àmbit d'estudi

Esquema general



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 i el de laboratori porten el codi R-3a.</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 indicadores 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>

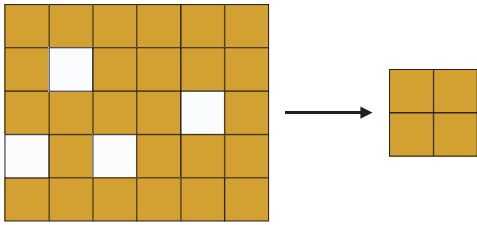


Passos a seguir	Observacions
<p>1. Selecció de l'àrea de mostreig</p> <p>Identifiqueu els microhàbitats presents al tram de mostreig i anoteu el seu grau de cobertura (en intervals del 5%) al full de camp del mostreig quantitatiu. Fixeu-vos en la composició del substrat i en la velocitat de l'aigua per tal de diferenciar els hàbitats. Marqueu amb el símbol "+" aquells que representin menys del 5%.</p> <p>Distribuiu 20 unitats de mostreig en el total de microhàbitats que tinguin una cobertura superior al 5% en funció del % de cobertura de cada microhàbitat.</p>	<p>Vegeu els microhàbitats al full de camp del mostreig QUANTITATIU (R-3a). Convé fer un esquema per facilitar l'assignació de percentatges de cobertura i la distribució de les unitats de mostreig.</p> <p>En cas que els hàbitats presents al riu no s'ajustin als que surten al full de camp (per ex. perquè es troben diferents substrats barrejats), assigneu-li la categoria del full de camp que sigui majoritària, i anoteu quina és la composició real de l'hàbitat.</p> <p>El nombre d'unitats de mostreig per microhàbitat variarà en funció de l'extensió de cada microhàbitat.</p> 
<p>2. Mostreig</p> <p>Es realitza en les 20 unitats de mostreig. Cada unitat de mostreig té unes dimensions de 0,25 x 0,25 m. Aquesta superfície es remou amb els peus o les mans recollint el material amb una xarxa situada contracorrent ("kick").</p> <p>Inspeccioneu visualment les pedres grosses o trossos de fusta, després de netejar-les dins la xarxa, per evitar que quedin organismes fixats.</p> <p>Buideu el contingut de la xarxa en una safata després de 2 o 3 unitats de mostreig per evitar el col·lapse de la xarxa.</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. També pot usar-se un Surber obert.</p> <p>Comenceu mostrejant les zones més baixes i continueu aigües amunt, per evitar que la pertorbació faci fugir els organismes o bé apareguin organismes arrossegats des d'aigües amunt.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>3. Identificació i recol·lecció dels organismes</p> <p>Els organismes grossos, rars o amenaçats (per ex. nàiades) es poden identificar i comptar al camp per poder-los, després, alliberar.</p> <p>La resta de la mostra es passa per un sedàs de llum grossa (1 mm per rius sorrencs i 2 mm per rius pedregosos) per tal d'obtenir una fracció fina i una gruixuda que es guarden per separat. De vegades és millor fer aquest filtrat al laboratori.</p> <p>Fixeu les mostres amb formol al 4% i etiqueteu-les de manera que hi consti, com a mínim, el nom del punt de mostreig, la data i el fixador utilitzat. Assenyaleu també que es tracta de mostres QUANTITATIVES, i en cas d'haver separat la fracció fina de la gruixuda, indiqueu-ho.</p>	<p>Per facilitar la identificació d'alguns tàxons pot utilitzar-se una lupa de mà.</p> <p>Per tal de fer disminuir el volum de la mostra, traieu 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>Quan les zones lòtiques i lenfiques estan clarament diferenciades, gardeu les mostres de cada lloc en pots diferents. S'obtenen així 4 mostres per punt de mostreig: ràpids i lents, fracció fina i gruixuda. En funció dels objectius de l'estudi, també poden guardar-se per separat les mostres preses en els diferents microhàbitats, o bé es poden ajuntar tots els hàbitats.</p> <p>Si, degut a l'elevada toxicitat del formol, es vol fixar la mostra amb alcohol al 70%, la mostra haurà de ser re-fixada al laboratori després d'extreure la màxima quantitat de substrat, o bé no podrà ser conservada durant molt temps.</p>



Passos a seguir	Observacions
<p>4. Rentat de la mostra</p> <p>Passeu les mostres de rius sorrencs per un tamís de 1 mm (si no s'havia fet al camp) i per un de 250 µm, i les dels rius pedregosos, per un de 2 mm i un de 500 µm. En alguns casos, convé passar la mostra abans per un sedàs gruixut (de més de 10 mm) per tal de separar pedres i CPOM. Recolliu en un recipient el formol que en surti.</p> <p>Renteu bé les dues mostres (fracció fina i fracció gruixuda) amb aigua, preferentment sota una campana extractora, per eliminar el sediment fi i tot el 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>Abans de la classificació dels organismes, cal passar la mostra per un seguit de tamisos a fi d'eliminar el substrat fi i facilitar el tractament posterior de la mostra.</p> <p>Si la mostra havia estat recollida en més d'un recipient, és ara el moment d'ajuntar-la. Per al càlcul de determinats índexs o en funció dels objectius de l'estudi cal mantenir les mostres de les zones de ràpids i les de lents per separat, o fins i tot les dels diferents hàbitats.</p>
<p>5. Identificació precisa i recompte d'organismes</p> <p>Al laboratori, i sota una lupa binocular, identifiqueu els organismes. El recompte es realitzarà d'una manera o d'una altra en funció de la fracció.</p> <p>5.1. Fracció gruixuda</p> <p>Compteu i classifiqueu tots els organismes. Guardeu-los classificats en petits vials amb alcohol al 70%. Si algun tàxon presenta més de 500 individus, pot ser submostrejat (vegeu apartat 5.2).</p>	<p>El nivell taxonòmic a identificar depèn dels objectius de l'estudi però es recomana, com a mínim, identificar fins a família els cnidaris, triclàdids, hirudinis, mol·luscs, crustacis i insectes. Porífers, Briozoa, Oligochaeta, Ostracoda i Hydracarina es poden identificar fins aquest nivell superior. Algunes mètriques requereixen la identificació de Cladocera i Copepoda, i també identificar a família els porífers i els oligoquets.</p>

Passos a seguir	Observacions
<p>5.2. Fracció fina</p> <p>Un cop la mostra estigui neta i homogeneïtzada, escampeu-la sobre una safata de 30 x 36 cm amb una graella de 6 x 6 cm marcada.</p> <p>Anoteu la presència dels tàxons molt abundants, sense retirar-los de la mostra.</p> <p>Agafeu tot el material de 4 quadrats (6 x 6) a l'atzar i ajunteu-lo. Aquesta submostra serà la fracció a mirar (4/30 del total).</p> <p>En cas d'haver-hi molts organismes (>> 500), torneu a posar la submostra a la graella i aneu agafant quadrat per quadrat fins obtenir un total de $500 \pm 20\%$ individus. En cas que en el primer quadrat ja hi hagi massa individus, torneu-lo a posar en una graella i repetiu el procés.</p> <p>Si, per contra, a la primera submostra hi ha molt pocs individus, afegiu més quadrats a l'atzar fins obtenir uns $500 \pm 20\%$ individus.</p> <p>Anoteu sempre la fracció de la mostra finalment obtinguda.</p> <p>Compteu i classifiqueu tots els organismes de la submostra i guardeu-los en vials separats amb alcohol al 70%. Guardeu també la resta de la mostra per a possibles comprovacions posteriors.</p>	<p>Treure una submostra estalvia molt temps de treball de laboratori.</p> <p>La safata pot tenir unes altres mides, i les fraccions agafades també, però sempre s'ha d'anotar quina és la proporció de mostra finalment recollida.</p>  <p>D'entre aquells animals que queden entre 2 quadrats, cal establir un criteri d'inclusió. Per exemple, es poden agafar aquells organismes que tinguin el cap dins el quadrat seleccionat, o bé aquells que hi tinguin la major part del cos.</p>
<p>6. Obtenció de la llista taxonòmica final</p> <p>A les dades obtingudes de la identificació i el recompte d'organismes al laboratori, cal afegir-hi aquells organismes que han estat identificats directament al camp i alliberats.</p>	

● Part 3 - Aplicació de mètriques i obtenció del nivell de qualitat

Passos a seguir	Observacions
<p>7. Aplicació de les mètriques</p> <p>Es proposa l'aplicació de tres mètriques: la riquesa de famílies i els índexs biològics IBMWP² i BMWPC³.</p> <p>Riquesa de famílies (S): Comptabilitzeu el nombre total de famílies aparegudes en el conjunt de les mostres recollides, per cada punt de mostreig.</p> <p>S = núm. famílies de macroinvertebrats</p> <p>Índexs IBMWP i BMWPC: ELS índexs poden calcular-se a partir de les dades que consten en el full de camp: Sumeu la puntuació associada a cadascuna de les famílies presents al punt de mostreig per obtenir el valor final de l'índex. Aquells tàxons que no tenen una puntuació associada no es tindran en compte per al còmput final de l'índex.</p>	<p>Amb el mostreig proposat es poden calcular molts tipus de mètriques, tant de tipus qualitatiu com referides a una superfície. Per exemple, les mètriques poden fer referència a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riquesa (d'espècies, gèneres o famílies totals; d'EPT – efemeròpters, plecòpters i tricòpters –; de tàxons sensibles, etc.) • Abundància i densitat de tàxons (total, d'EPT, etc.) • Abundància de grups tròfics (densitat, percentatges...) • Dominància o abundància de tàxons indicadors • Índexs de diversitat (Índex de Simpson, Índex Shanon-Wiener, Índex de Margalef) • Índexs biològics (IBMWP, BMWPC, FBILL (només hàbitats reòfils), ASPT)

² Alba-Tercedor J i Sánchez-Ortega A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.

Alba-Tercedor J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*. Almería. Vol II: 203-213.

Alba-Tercedor J i Pujante AM. (2000). Running-water biomonitoring in Spain: Opportunities for a predictive approach. A: Wright JF, Sutcliffe DW, Furse MT eds. *Assessing the biological quality of fresh waters. RIVPACS and similar techniques*. Freshwater Biological Association, Ambleside, 207-216.

Alba-Tercedor J et al. (2004). Caracterización del estado ecológico de los ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnética* 21 (3-4), (2002): 175-185.

³ Benito G i Puig MA. (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.

Passos a seguir		Observacions									
<h3>8. Assignació del rang de qualitat</h3> <p>L'assignació d'un rang de qualitat a partir de les mètriques seleccionades està en procés d'estudi per a les diferents tipologies fluvials de Catalunya.</p> <p>De forma provisional* es proposen els següents rangs de qualitat:</p>		<p>* Els rangs proposats en aquest protocol s'han definit a partir de les dades utilitzades al document IMPRESS⁴ i seguint les directrius del document ECOSTATS (Grup de treball 2A de la Comissió Europea en l'Estratègia Comú d'Implantació de la Directiva Marc de l'Aigua - CIS). Aquests rangs podran ser modificats un cop finalitzi el procés d'intercalibració que la Comissió Europea està liderant i en el qual l'ACA hi participa de manera activa. Les possibles modificacions dels rangs de qualitat es publicaran, un cop consensuats, en versions actualitzades del protocol.</p>									
		Nivell de qualitat									
Tipus fluvial	Molt bo		Bo		Mediocre		Deficient		Dolent		
	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	IBMWP	BMWPC	
Rius de muntanya humida silícica	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15	
Rius de muntanya humida calcària	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15	
Rius de muntanya med. silícica	> 140	> 100	86-140	61-99	51-85	35-60	20-50	15-35	< 20	< 15	
Rius de muntanya med. calcària	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Rius de muntanya med. d'elevat cabal	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Rius med. de cabal variable	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Rius med. silícics	> 140	> 90	86-140	56-90	51-85	31-55	20-50	15-30	< 20	< 15	
Rius mediterranis càrstics	> 120	> 85	71-120	51-85	41-70	31-50	20-40	10-30	< 20	< 10	
Eixos fluvials principals	> 100	> 85	61-99	51-85	35-60	31-50	15-35	10-30	< 15	< 10	
Torrents litorals	> 120		71-120		41-70		20-40		< 20		

⁴ Agència Catalana de l'Aigua. (2005). *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries) en compliment als articles 5, 6 i 7 de la Directiva*. Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.

PUNT DE MOSTREIG:		Data:	Hora:
Operador/a:			
Massa d'aigua:		Riu:	Conca:
UTM X:	UTM Y:	Localització:	

Assenyalen la presència o el rang d'abundància

Especialment dels organismes esquius que no es recol·lectin a les mostres

Núm individus	Rang d'abundància
1 – 3	1
4 – 10	2
11 – 100	3
> 100	4

	Puntuació			Puntuació		
	IBMWP	BMWPC		IBMWP	BMWPC	
CNIDARIA						
Clavidae						
Hydridae	5					
BRYOZOA						
PORIFERA						
Spongillidae	8					
TRICLADIDA						
Dendrocoelidae	5					
Dugesidae	5	5				
Planariidae	5	5				
OLIGOCHAETA	1					
Enchytraeidae	1					
Haplotaxidae	1					
Lumbricidae	1					
Lumbriculidae	1					
Naididae	3					
Tubificidae	1					
HIRUDINEA						
Erpobdellidae	3	3				
Glossiphoniidae	3	5				
Hirudinidae	3	3				
Piscicolidae	4					
MOLLUSCA						
Acroloxidae		3				
Ancylidae	6	6				
Bithyniidae	3	3				
Ferrissidae	6					
Hydrobiidae	3	3				
Lymnaeidae	3	3				
Margaritiferidae		7				
Neritidae	6					
Physidae	3	3				
Pisidiidae*		5				
Planorbidae	3	3				
Sphaeriidae	3	3				
Thiaridae	6					
Unionidae	6	5				
Valvatidae	3	3				
Viviparidae	6	6				
HYDRACARINA			4	4		
COPEPODA				3		
OSTRACODA			3	3		
CLADOCERA				3		
ANPHIPODA						
Corophiidae			6			
Gammaridae			6	5		
ISOPODA						
Asellidae			3	3		
DECAPODA						
Astacidae			8	10		
Atyidae			6	7		
Palaemonidae			6	10		
EPHEMEROPTERA						
Ameletidae				10		
Baetidae			4	5		
Caenidae			4	5		
Ephemerellidae			7	7		
Ephemeridae			10	10		
Heptageniidae			10	10		
Leptophlebiidae			10	10		
Oligoneuriidae			5	7		
Polymitarcidae			5	10		
Potamanthidae			10	10		
Prosopistomatidae			7	8		
Siphonuridae			10	10		
ODONATA						
Aeshnidae			8	8		
Calopterygidae			8	8		
Coenagrionidae			6	6		
Cordulegasteridae			8	8		
Corduliidae			8	9		
Gomphidae			8	8		
Lestidae			8	8		
Libellulidae			8	8		
Platycnemididae			6	6		

* Formen part dels Sphaeriidae, però es contempen per separat al BMWPC

	Puntuació		
	IBMWP	BMWPC	
PLECOPTERA			
Capniidae	10	10	
Chloroperlidae	10	10	
Leuctridae	10	7	
Nemouridae	7	8	
Perlidae	10	10	
Perlodidae	10	7	
Taeniopterygidae	10	10	

LEPIDOPTERA			
Crambidae	4	7	

COLEOPTERA			
Chrysomelidae	4		
Clambidae	5		
Curculionidae	4		
Dryopidae	5	5	
Dytiscidae	3	3	
Elmidae	5	7	
Gyrinidae	3	3	
Haliplidae	4	4	
Helophoridae	5	5	
Heteroceridae			
Hydraenidae	5	7	
Hydrochidae	5	5	
Hydrophilidae	3	3	
Hydroscaphidae			
Hygrobiidae	3	3	
Noteridae	3	3	
Psephenidae	3		
Scirtidae	3	4	
Limnichidae			

TRICHOPTERA			
Beraeidae	10	10	
Brachycentridae	10	10	
Calamoceratidae	10	9	
Ecnomidae	7	10	
Glossosomatidae	8	9	
Goeridae	10	10	
Helicopsychidae		10	
Hydropsychidae	5	5	
Hydroptilidae	6	6	
Lepidostomatidae	10	10	
Leptoceridae	10	10	
Limnephilidae	7	7	
Molannidae	10	8	
Odontoceridae	10	10	
Philopotamidae	8	8	
Phryganeidae	10	9	
Polycentropodidae	7	7	
Psychomyiidae	8	8	
Rhyacophilidae	7	8	
Sericostomatidae	10	10	
Uenoidae	10	10	

MEGALOPTERA			
Sialidae	4	5	

NEUROPTERA			
Osmylidae		10	
Sisyridae		9	

HETEROPTERA			
Aphelocheiridae	10		
Corixidae	3	3	
Gerridae	3	3	
Hebridae		3	
Hydrometridae	3	3	
Mesovelidae	3	3	
Naucoridae	3	8	
Nepidae	3	3	
Notonectidae	3	3	
Ochteridae		3	
Pleidae	3	3	
Veliidae	3	5	

DIPTERA			
Anthomyiidae	4	4	
Athericidae	10	10	
Blephariceridae	10	10	
Ceratopogonidae	4	4	
Chaoboridae			
Chironomidae	2	2	
Culicidae	2	1	
Dixidae	4	4	
Dolichopodidae	4	4	
Empididae	4	4	
Ephydriidae	2	2	
Limoniidae	4	4	
Psychodidae	4	4	
Ptychopteridae	4	4	
Rhagionidae	4	4	
Scatophagidae	4		
Sciomyzidae	4	4	
Simuliidae	5	4	
Stratiomyidae	4	4	
Syrphidae	1	1	
Tabanidae	4	4	
Thaumaleidae	2	2	
Tipulidae	5	4	

<u>Espècies introduïdes</u>		
Cambaridae		
Altres organismes (<i>especifiqueu</i>):		

Nombre de famílies (S) =

IBMWP =

BMWPC =

PUNT DE MOSTREIG:	Data:	Hora:
Operador/a:		

Massa d'aigua:	Riu:	Conca:
UTM X:	UTM Y:	Localització:

FOTOGRAFIES REALITZADES:

Vista general

amunt: avall:

Detalls

ESQUEMA GENERAL *(dibuixeu la localització dels hàbitats i de les unitats de mostreig):*

MOSTRES RECOLLIDES:

Mostreig QUANTITATIU (metodologia AQEM)

PROPORCIÓ DE SUBSTRATS

assenyaleu amb una "+" si ocupa < 5%, i la resta en rangs de 5%

	Cobertura (%)	Nº rèpliques (proporcional a la cobertura)	Subst. artificial (marqueu en cas afirmatiu)
SUBSTRATS MINERALS	Superfícies higroptèriques Làmina d'aigua sobre superfície sòlida	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Megalithal > 40 cm Pedres grans, còdols, blocs i roca mare	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Macrolithal > 20 a 40 cm Pedres, còdols i blocs de la mida indicada, amb una proporció variable de pedretes, grava i sorra.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Mesolithal > 6 a 20 cm Còdols de la mida indicada, amb una proporció variable de grava i sorra	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Microlithal > 2 a 6 cm Grava gruixuda, amb una proporció variable de grava mitjana i fina	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Akal > 0,2 a 2 cm Grava mitjana i fina	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Psammal > 6 µm a 2 cm Sorra i llim	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Argythal < 6 µm Llot, margues i argila	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Phytal Mates de macròfis, gespes i/o plomalls de bacteris i fongs, tapets de moltes i algues	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Algues Algues filamentoses, plomalls algals	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SUBSTRATS ORGÀNICS	Macròfits submergits Macròfits. S'inclouen moltes i Characeae	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Macròfits emergits Helòfits i similars (per ex. <i>Typha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i>)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Parts vives de plantes terrestres Arrels fines, vegetació ripària flotant	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Fusta Troncs, branques, arrels, fusta morta	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	CPOM (matèria orgànica particulada grollera) (per ex. dipòsits de fulles)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	FPOM (matèria orgànica particulada fina) Dipòsits de FPOM	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Llots orgànics Dipòsits de fangs i llots orgànics	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Detritus Restes orgàniques i inorgàniques acumulades a les ribes	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Bacteris, fongs i sapropel Bacteris i fongs d'aigües residuals (<i>Sphaerotilus</i> , <i>Leptomitus</i>), i del sofre (<i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i>), sòls sublacustres rics en compostos orgànics	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	SUMA:	100%	20 rèpliques

PUNT DE MOSTREIG:	Data mostreig:	Data identificació:
Operador/a:		

Proporció de la mostra identificada i comptada:

Tota la mostra Fracció (anoteu-la) =

Inventari de famílies:

	Puntuació		Abundància			Puntuació		Abundància	
	IBMWP	BMWPC	Submostra	TOTAL		IBMWP	BMWPC	Submostra	TOTAL
CNIDARIA					HYDRACARINA	4	4		
Clavidae									
Hydridae	5				COPEPODA		3		
BRYOZOA					OSTRACODA	3	3		
					CLADOCERA		3		
PORIFERA					ANPHIPODA				
Spongillidae	8				Corophiidae	6			
TRICLADIDA					Gammaridae	6	5		
Dendrocoelidae	5				ISOPODA				
Dugesiidae	5	5			Asellidae	3	3		
Planariidae	5	5			DECAPODA				
OLIGOCHAETA	1				Astacidae	8	10		
Enchytraeidae		1			Atyidae	6	7		
Haplotaxidae		1			Palaemonidae	6	10		
Lumbricidae		1			EPHEMEROPTERA				
Lumbriculidae		1			Ameletidae		10		
Naididae		3			Baetidae	4	5		
Tubificidae		1			Caenidae	4	5		
HIRUDINEA					Ephemerellidae	7	7		
Erpobdellidae	3	3			Ephemeridae	10	10		
Glossiphoniidae	3	5			Heptageniidae	10	10		
Hirudinidae	3	3			Leptophlebiidae	10	10		
Piscicolidae	4				Oligoneuriidae	5	7		
MOLLUSCA					Polymitarcidae	5	10		
Acroloxidae		3			Potamanthidae	10	10		
Ancylidae	6	6			Prosopistomatidae	7	8		
Bithyniidae	3	3			Siphonuridae	10	10		
Ferrissidae	6				ODONATA				
Hydrobiidae	3	3			Aeshnidae	8	8		
Lymnaeidae	3	3			Calopterygidae	8	8		
Margaritiferidae		7			Coenagrionidae	6	6		
Neritidae	6				Cordulegasteridae	8	8		
Physidae	3	3			Corduliidae	8	9		
Pisidiidae*		5			Gomphidae	8	8		
Planorbidae	3	3			Lestidae	8	8		
Sphaeriidae	3	3			Libellulidae	8	8		
Thiaridae	6				Platycnemididae	6	6		
Unionidae	6	5							
Valvatidae	3	3							
Viviparidae	6	6							

* Formen part dels Sphaeriidae, però es contemplen per separat al BMWPC

	Puntuació		Abundància			Puntuació		Abundància	
	IBMWP	BMWPC	Submostra	TOTAL		IBMWP	BMWPC	Submostra	TOTAL
PLECOPTERA					MEGALOPTERA				
Capniidae	10	10			Sialidae	4	5		
Chloroperlidae	10	10			NEUROPTERA				
Leuctridae	10	7			Osmylidae		10		
Nemouridae	7	8			Sisyridae		9		
Perlidae	10	10			HETEROPTERA				
Perlodidae	10	7			Aphelocheiridae	10			
Taeniopterygidae	10	10			Corixidae	3	3		
LEPIDOPTERA					Gerridae	3	3		
Crambidae	4	7			Hebridae		3		
COLEOPTERA					Hydrometridae	3	3		
Chrysomelidae	4				Mesoveliidae	3	3		
Clambidae	5				Naucoridae	3	8		
Curculionidae	4				Nepidae	3	3		
Dryopidae	5	5			Notonectidae	3	3		
Dytiscidae	3	3			Ochteridae		3		
Elmidae	5	7			Pleidae	3	3		
Gyrinidae	3	3			Veliidae	3	5		
Halplidae	4	4			DIPTERA				
Helophoridae	5	5			Anthomyiidae	4	4		
Heteroceridae					Athericidae	10	10		
Hydraenidae	5	7			Blephariceridae	10	10		
Hydrochidae	5	5			Ceratopogonidae	4	4		
Hydrophilidae	3	3			Chaoboridae				
Hydroscaphidae					Chironomidae	2	2		
Hygrobiidae	3	3			Culicidae	2	1		
Noteridae	3	3			Dixidae	4	4		
Psephenidae	3				Dolichopodidae	4	4		
Scirtidae	3	4			Empididae	4	4		
Limnichidae					Ephydriidae	2	2		
TRICHOPTERA					Limoniidae	4	4		
Beraeidae	10	10			Psychodidae	4	4		
Brachycentridae	10	10			Ptychopteridae	4	4		
Calamoceratidae	10	9			Rhagionidae	4	4		
Ecnomidae	7	10			Scatophagidae	4			
Glossosomatidae	8	9			Sciomyzidae	4	4		
Goeridae	10	10			Simuliidae	5	4		
Helicopsychidae		10			Stratiomyidae	4	4		
Hydropsychidae	5	5			Syrphidae	1	1		
Hydroptilidae	6	6			Tabanidae	4	4		
Lepidostomatidae	10	10			Thaumaleidae	2	2		
Leptoceridae	10	10			Tipulidae	5	4		
Limnephilidae	7	7			<u>Espècies introduïdes</u>				
Molannidae	10	8			Cambaridae				
Odontoceridae	10	10			Altres organismes (especifiqueu):				
Philopotamidae	8	8							
Phryganeidae	10	9							
Polycentropodidae	7	7							
Psychomyiidae	8	8							
Rhyacophilidae	7	8							
Sericostomatidae	10	10							
Uenoidae	10	10							

Nombre de famílies (S) =

IBMWP =

BMWPC =

Consideracions prèvies a tenir en compte en l'aplicació de l'índex

Passos a seguir	Observacions
<h3>1 Selecció de l'àrea d'observació</h3> <p>Seleccioneu un tram d'uns 150 m procurant que tingui unes riberes representatives de la massa d'aigua. Cal considerar la totalitat de l'amplada potencial del bosc de ribera per tal de calcular el QBR. En ella diferenciarem i delimitarem visualment el llit baix del riu, la riba i la ribera.</p> <p>Cal tenir en compte que en zones planes de trams mitjos i baixos les riberes poden ocupar franges de desenes o fins i tot centenars de metres d'amplada.</p> <p>Indicadors útils per diferenciar els àmbits d'aplicació de l'índex:</p> <p>Límit riba-ribera:</p> <ul style="list-style-type: none">• Talús • Espècies presents <p>Límit extern de la ribera:</p> <ul style="list-style-type: none">• Composició específica de la comunitat vegetal • Taques residuals de vegetació de ribera • Canvi en l'orografia del terreny: augment del pendent	<p>Llit baix. Zona de la llera inundada durant la majoria de dies de l'any.</p> <p>Riba. Zona de la llera inundable en crescudes ordinàries en un període aproximat de dos anys.</p> <p>Ribera. Zona inundable en crescudes de gran magnitud (períodes de fins a 100 anys). Poden estar incloses diverses terrasses al·luvials.</p> <p>L'acció modeladora de les crescudes ordinàries sol resultar en la formació d'un talús (bankfull) que en marca el límit i es converteix en el millor indicador del final de la riba i l'inici de la ribera.</p> <p>La riba es veu afectada de forma freqüent per crescudes de cabal, per tant les espècies vegetals que hi viuen han d'estar adaptades a aquestes perturbacions. Els helòfits i les espècies del gènere <i>Salix</i>, en especial les de port arbustiu, són per la seva flexibilitat les més ben adaptades a aquestes condicions. La substitució d'aquestes espècies per llenyoses més rígides pot ser indicatiu de la interfase riba-ribera.</p> <p>Per determinar el límit extern de riberes amb cobertura vegetal natural, el millor indicador és el canvi de comunitats dominades per espècies de ribera a comunitats dominades per espècies pròpies de l'ecosistema forestal adjacent.</p> <p>En riberes alterades per usos agrícoles o, de forma parcial, per usos urbans o industrials, cal fixar-se en la presència de taques residuals de vegetació de ribera més enllà dels prats, camps de cultiu o espais construïts. La seva existència indicarà la proximitat del nivell freàtic a la superfície i per tant l'extensió de la zona de ribera.</p> <p>Un augment significatiu del pendent també pot ser un bon indicador del límit de la ribera, donat que implica un distanciament entre la superfície i el nivell freàtic.</p>



Passos a seguir	Observacions
<ul style="list-style-type: none">• Observació de la riba oposada o de trams situats aigües amunt o aigües avall	<p>En casos en què la zona de ribera estigui completament alterada per activitats humanes i no s'apreciï cap dels indicadors esmentats, o quan tot i haver-hi indicadors persisteixen els dubtes sobre el límit de la ribera, és molt útil buscar referències o bé en la ribera oposada o en d'altres trams de riu propers, de condicions geomorfològiques (amplada i pendent del riu, pendent de les riberes) semblants. En aquests casos es pot estimar l'amplada de ribera d'estudi a partir d'aquests referents.</p>
2 Independència dels blocs a analitzar Els quatre blocs en què es basa el QBR per al seu càlcul són independents i la puntuació de cada bloc no pot excedir de 25 ni estar per sota de 0.	
3 Càlcul bloc per bloc En cada bloc s'ha d'entrar per una de les quatre opcions principals, puntuant 25, 10, 5 o 0. Tan sols es pot escollir una entrada: la que compleixi la condició exigida sempre llegint de dalt a baix. La puntuació final de cada bloc serà modificada per les condicions exposades en la part baixa de cada bloc, tantes vegades com es compleixi la condició (sumant o restant).	<p>De les quatre opcions principals se n'ha d'escollir només una.</p> <p>La puntuació final de cada bloc s'arrodonirà a 25 si excedeix d'aquesta xifra o a 0 si és negativa.</p> <p>Les condicions s'analitzaran considerant ambdós marges del riu com una sola unitat.</p>
4 Puntuació final La puntuació final s'extraurà de la suma dels quatre blocs i, per tant, variarà entre 0 i 100.	
5 Nota Els ponts i camins utilitzats per accedir a l'estació de mostreig no seran tinguts en compte per a l'avaluació de l'índex QBR de la zona. Si és possible, el QBR hauria de ser analitzat aigües amunt o avall d'aquests llocs d'accés. Altres ponts o les carreteres (per exemple, les paral·leles al riu) sí que seran considerades.	<p>Els trams per on accedim al riu solen estar pertorbats atesa la fàcil accessibilitat i ens poden fer decreïxer la puntuació.</p> <p>Si és possible, fóra interessant fer diversos transectes (cada 100-200 m) i avaluar-ne el QBR en un tram llarg per tenir una puntuació representativa de la zona.</p>

Delimitació de l'espai fluvial. Àmbit d'aplicació de l'índex

QBR: índex d'aplicació en riberes de cursos fluvials permanents i efímers

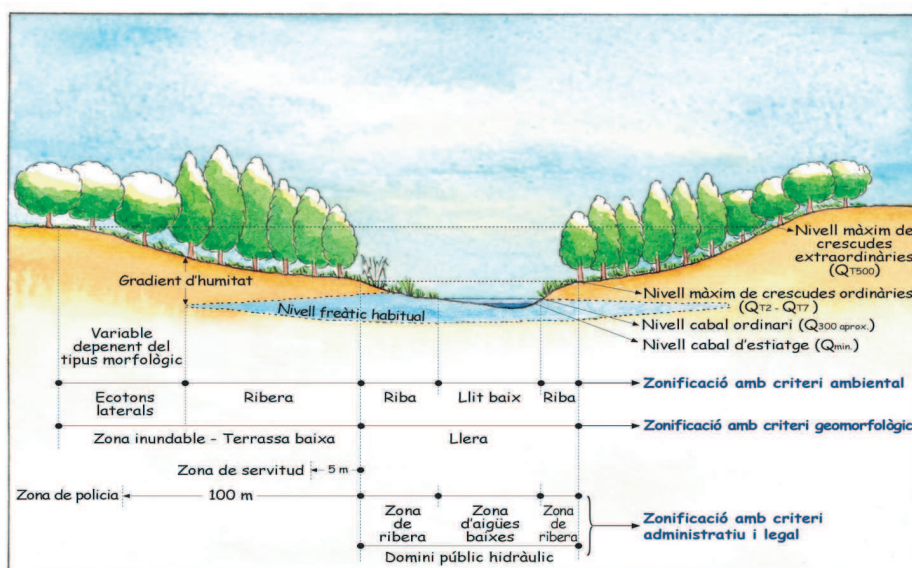


Riu permanent

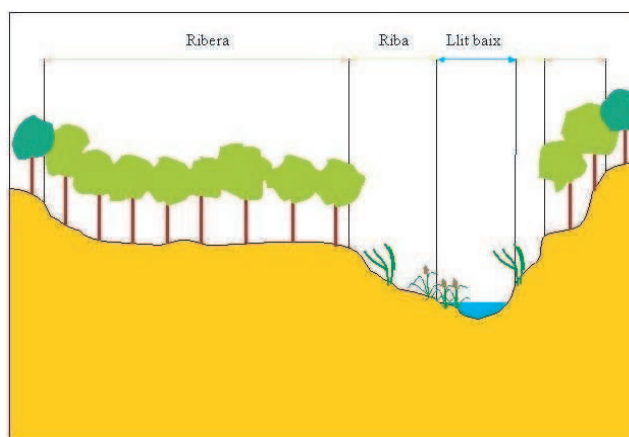
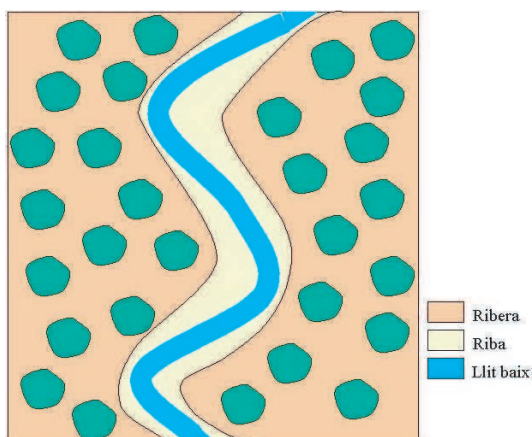


Riu efímer

Àrea d'aplicació de l'índex



Zonificació de l'àmbit d'influència fluvial en funció de diferents criteris

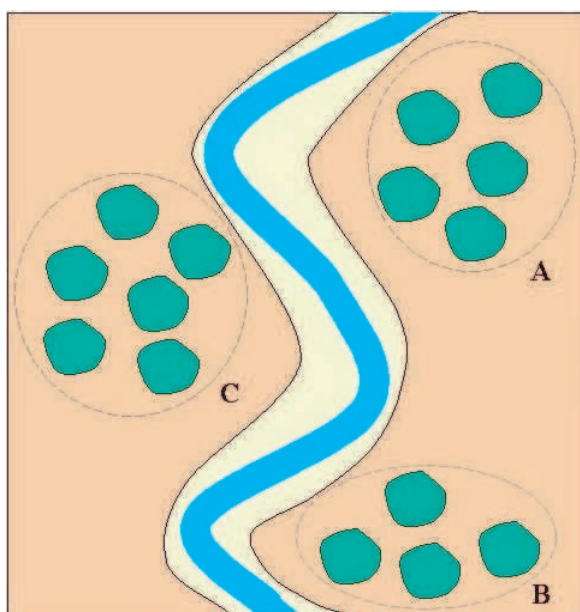


Zona d'aplicació del QBR: Llit baix; Riba; Ribera

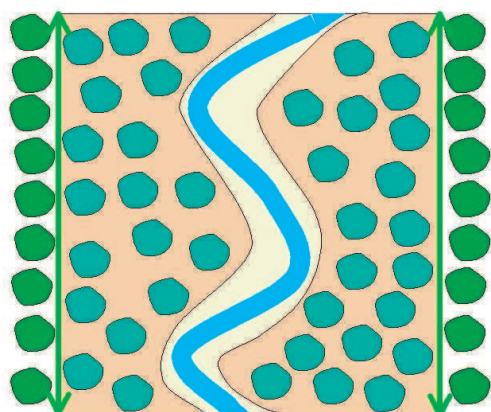
● Bloc 1. Grau de cobertura de la zona de ribera

Consideracions	Observacions
<p data-bbox="132 271 472 300">Grau de cobertura ripària</p> <p data-bbox="132 347 722 560">Es mesura el % de cobertura de tota la vegetació, excepte de les plantes de creixement anual. Es tenen en compte, doncs, arbres, arbustos (tant petites mates com grans arbustos), lianes, canyes i herbàcies no anuals. Es consideren ambdues bandes del riu conjuntament.</p> <p data-bbox="132 607 722 672">S'avalua el grau de cobertura tan sols de les riberes, excloent-ne les ribes i el llit baix.</p> <p data-bbox="132 864 722 965">En rius efímers els percentatges de cobertura que determinen l'entrada de puntuació principal (1a, 1b, 1c, 1d) són inferiors als de la resta de rius.</p> <p data-bbox="132 1086 722 1187">Cal tenir en compte, també, la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent a l'hora de sumar o restar punts (1i, 1ii, 1iii, 1iv).</p>	<p data-bbox="831 347 1425 521">Ens interessa puntuar la cobertura del terreny per part de la vegetació sense tenir en compte la seva estructura vertical, que es puntuarà a l'apartat següent. Es destaca en aquest bloc el paper de la vegetació com a element estructurador de l'ecosistema de ribera.</p> <p data-bbox="831 607 1425 819">Tampoc es pretén valorar la qualitat de la cobertura. Cal doncs considerar tota la vegetació (excepte les plantes anuals), incloent-hi plantacions i conreus d'espècies no anuals com els pollancre, els fruiters o la vinya i també espècies arbustives indicadores d'alteració com els esbarzers.</p> <p data-bbox="831 864 1425 1039">En rius efímers el desenvolupament potencial de la vegetació de ribera no assoleix els graus de cobertura propis d'ambients més humits. És per això que cal rebaixar els percentatges de cobertura exigits per assolir els diferents nivells de puntuació.</p> <p data-bbox="831 1086 1425 1630">Els camins no asfaltats amb menys de 4 metres d'amplada no es consideren com a elements d'aïllament amb l'ecosistema adjacent. Sí que es consideren elements que trenquen la connectivitat, a més de les carreteres asfaltades i els camins amples, els camps de conreu i en general tots els usos del sòl que impliquin la desaparició de la coberta vegetal natural (construccions, sòl industrial, activitats extractives, etc.), tant si es troben dins la zona de ribera com si estan al límit entre la ribera i l'ecosistema adjacent. Els canals de derivació d'aigua a cel obert es consideraran elements d'aïllament quan no comptin amb estructures que facilitin el pas de les espècies de fauna vinculades a ambients riberencs (passeres per creuar, rampes per sortir en cas de caiguda, etc.).</p>

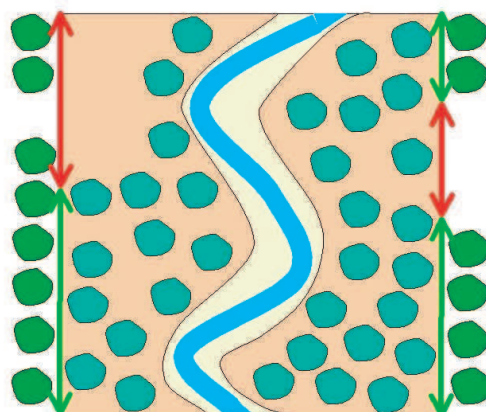
Grau de cobertura de la zona de ribera



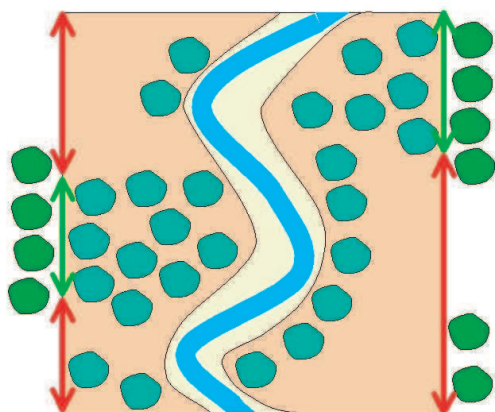
Percentatge de la suma de les superfícies A, B i C respecte de la superfície total de les riberes (àrea carabassa)



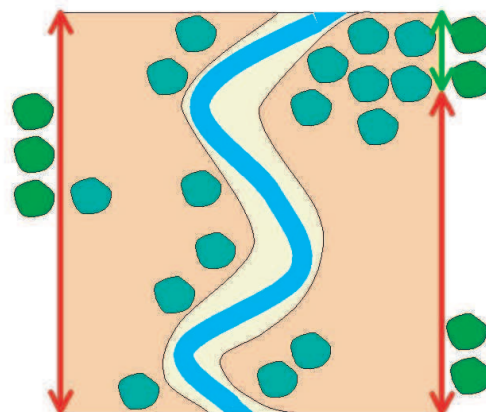
1i) connectivitat total



1ii) connectivitat superior al 50%



1iii) connectivitat entre el 25 i el 50%



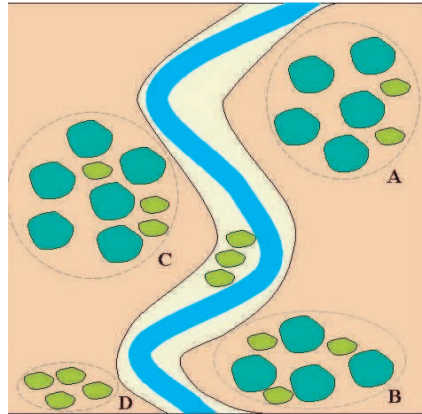
1iv) connectivitat inferior al 25%



● Bloc 2. Estructura de la coberta

Consideracions	Observacions
<p>Estructura de la coberta</p> <p>La puntuació es realitza segons el percentatge de cobertura d'arbres i arbusts. Es valora tan sols sobre les zones on existeix cobertura de vegetació, no sobre la totalitat de les riberes. Cal tenir en compte que sobre una mateixa superfície, la suma del percentatge de cobertura d'arbres i arbusts pot ser superior al 100% donat que són estrats de vegetació diferents que poden sobreposar-se.</p> <p>La puntuació de l'entrada principal seleccionada (2a, 2b, 2c, 2d) està en funció del grau de cobertura determinat en el bloc 1 (1a, 1b, 1c, 1d).</p> <p>Es consideraran les riberes d'ambdós marges.</p> <p>En rius efímers els arbusts amb una alçada superior a 1,5 metres es consideraran com a arbres en la determinació dels percentatges de cobertura d'aquest bloc.</p> <p>Elements com la linealitat en els peus dels arbres (síntomes de plantacions), o les cobertures distribuïdes no uniformement i formant taques es penalitzen en l'índex (2iv, 2v, 2vii), mentre que la presència d'helòfits i arbusts a la riba (2i, 2ii) i la interconnexió entre arbres i arbusts a la ribera (2iii) es potencien.</p> <p>En trams d'alta muntanya la presència d'herbassars megafòrbics a les ribes són considerats favorablement en la puntuació (2i, 2ii). La manca d'un sotabosc consolidat, per contra, evidencia una degradació de l'ecosistema i resta en la puntuació del bloc (2vi).</p>	<p>En aquest apartat el que es vol és mesurar la complexitat de la vegetació que pot ser causa d'una major biodiversitat animal i vegetal a la zona.</p> <p>Quan la cobertura arbòria i l'arbustiva es sobreposen és a dir, quan per sota els arbres hi trobem arbusts, la suma dels percentatges de cobertura d'arbres i arbusts d'una taca de vegetació serà superior al 100%.</p> <p>Per no redundar en la valoració del grau de cobertura de les riberes s'analitza només l'estructura d'aquelles zones cobertes de vegetació. Tanmateix, la puntuació es pondera tenint en compte la cobertura avaluada al bloc 1, de manera que no es pot obtenir una bona puntuació en casos en què la cobertura sigui baixa per molt ben estructurada que estigui la vegetació. D'aquesta manera s'evita la sobrevaloració de petites illes de vegetació en molt bon estat.</p> <p>En rius efímers es considera que les espècies arbustives de port arbori ocupen el paper funcional dels arbres de les riberes de zones més humides quant a l'estructura vertical de l'ecosistema.</p> <p>Quan a causa de les característiques geomorfològiques o hidrològiques del tram el bosc adjacent ocupa la zona de ribera, aquest es comptabilitza als apartats de cobertura, estructura i qualitat de la coberta.</p>

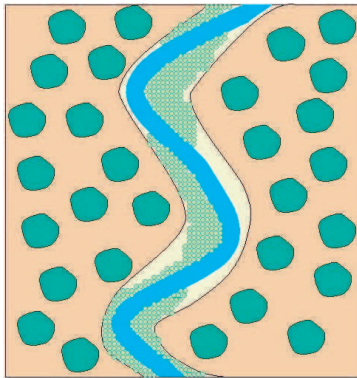
Estructura de la coberta



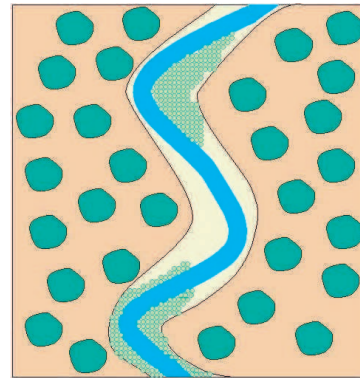
arbres 

arbusts 

Percentatge d'arbres i arbusts a la zona de ribera amb cobertura (suma de les superfícies A, B, C i D)



2i) cobertura d'helòfits o arbusts a la riba superior al 50%



2ii) cobertura d'helòfits o arbusts a la riba entre el 25 i el 50%



Cobertura helòfits o arbusts a la riba



2iv) plantació amb sotabosc > al 50%



2vii) plantació amb sotabosc < al 50%

● Bloc 3. Qualitat de la coberta

Consideracions	Observacions
<p data-bbox="132 271 422 300">Qualitat de la coberta</p> <p data-bbox="132 347 722 450">Per omplir aquest apartat cal primer determinar el tipus geomorfològic mitjançant les indicacions del revers del full de camp.</p> <p data-bbox="132 497 722 707">Un cop seleccionat el tipus geomorfològic (1 a 3) comptarem el nombre d'espècies arbòries i arbustives natives presents a la riba i la ribera. En rius efimers, els arbusts considerats de port arbori a l'apartat d'estructura seran comptabilitzats també com a arbres en aquest bloc.</p> <p data-bbox="132 754 722 965">Les espècies no hidròfiles típiques de les rambles i rius efimers, i les espècies dels ecosistemes forestals adjacents a la zona ripària que solen trobar-se a les riberes dels rius temporals i dels trams de capçalera es comptabilitzen igualment en la valoració de la qualitat de la coberta.</p> <p data-bbox="132 1012 722 1115">Els boscos en forma de túnel al llarg del riu fan augmentar la puntuació depenent del seu percentatge de recobriment al llarg del tram estudiat (3i, 3ii).</p> <p data-bbox="132 1162 722 1301">La disposició de les diferents espècies arbòries en bandes paral·leles, és a dir en grups que es succeeixen de més a prop a més lluny de l'aigua, puntuen augmentant el valor de l'índex (3iii).</p> <p data-bbox="132 1348 722 1408">La diversitat d'espècies arbustives autòctones millora la puntuació (3iv).</p> <p data-bbox="132 1456 722 1594">Aquelles espècies introduïdes a la zona i naturalitzades penalitzen en aquest bloc de l'índex. La penalització és més forta quan es troben formant comunitats (3vii), i menor si es troben tan sols de forma aïllada (3vi).</p> <p data-bbox="132 1641 722 1744">L'existència d'estructures o construccions d'origen antròpic i els abocaments de deixalles fan baixar la qualitat i per tant també la puntuació (3v, 3viii).</p>	<p data-bbox="831 347 1422 819">Per determinar el tipus geomorfològic cal usar el revers del full de camp. En aquesta part indicarem amb un cercle la puntuació del marge esquerre i del dret segons el seu desnivell i forma. La puntuació final s'obté de la suma dels dos marges complementada per les restes i sumes dels apartats inferiors (si calen). La presència d'illes en el riu fa decreixer la puntuació, mentre que la presència d'un sòl rocós i dur (lloses) amb una baixa potencialitat per arrelar-hi una vegetació de ribera el fa augmentar. El resultat de l'operació ens indica el tipus geomorfològic del canal del tram a estudiar pel qual ens fixarem a l'hora de determinar la columna a utilitzar en la puntuació del tercer bloc.</p> <p data-bbox="831 866 1422 1077">A les riberes dels rius efimers prenen gran rellevància espècies no hidròfiles amb requeriments hídrics menys exigents. També és freqüent l'ocupació de l'espai de ribera de trams de capçalera i rius temporals per la vegetació climàtica dels ecosistemes forestals adjacents.</p> <p data-bbox="831 1456 1422 1630">Existeix una llista de les espècies introduïdes (considerades no naturals) més freqüents a Catalunya al revers del full de camp. No es penalitzaran espècies introduïdes en temps remots que apareguin de forma espontània i aïllada, com les figueres.</p> <p data-bbox="831 1677 1422 1960">No s'han de tenir en compte les estructures o construccions de dimensions molt reduïdes ni tampoc aquelles que estiguin completament naturalitzades i integrades en la vegetació. La presència de deixalles disperses fruit de la capacitat d'arrossegament de l'aigua o d'una acció incívica aïllada no s'ha de considerar. Només penalitzen les zones d'acumulació de deixalles per abocaments.</p>

Qualitat de la coberta

Tipus geomorfològics



Tipus 1. Riberes tancades



Tipus 1. Sòl rocós



Tipus 2. Riberes de trams mitjos



Tipus 3. Riberes extenses, de trams baixos

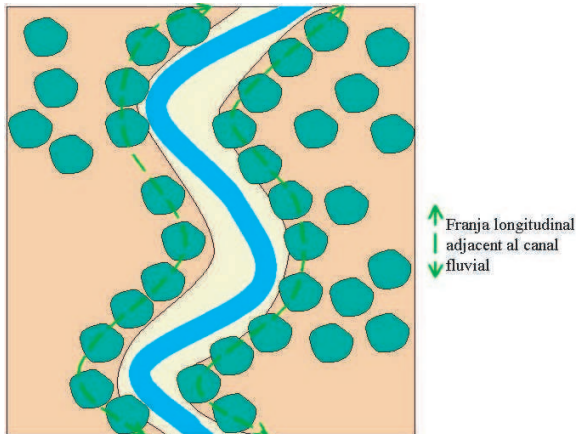
Espècies dominants en rius efímers



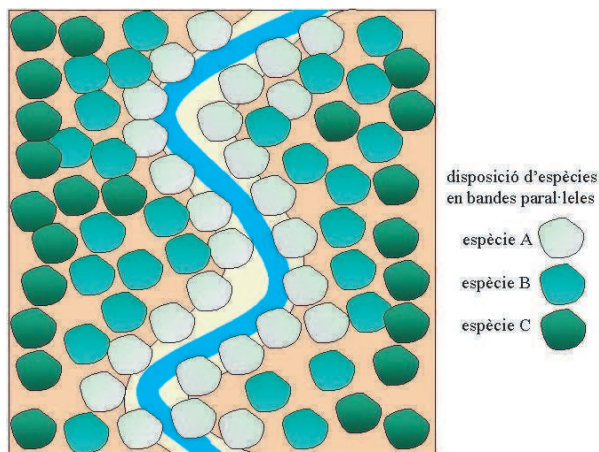
Ribera d'un riu efímer ocupada per baladres. Cal comptabilitzar l'espècie en la puntuació del bloc (3a; 3b; 3c; 3d)



● Qualitat de la coberta



3i) continuïtat longitudinal de la comunitat de ribera al llarg del canal



3iii) disposició de les espècies de ribera en bandes paral·leles al riu



Construccions d'origen antròpic naturalitzades en el paisatge ($3v = 0$)



Construccions a la zona de ribera no integrades en la vegetació ($3v = - 5$)

Bloc 4. Grau de naturalitat del canal fluvial

Consideracions	Observacions
<p>Grau de naturalitat del canal fluvial</p> <p>La modificació de les terrasses adjacents al riu implica que el canal d'aquest es redueixi, els marges es facin més drets i el riu més recte. Els camps de conreu propers al riu i les activitats extractives produeixen aquest efecte.</p> <p>Quan a més existeixen estructures sòlides, com ara parets, murs, etc., els signes d'alteració són més evidents i la puntuació més baixa.</p> <p>La presència de qualsevol tipus d'estructura artificial dins el llit del riu resta en la puntuació final del bloc (4i, 4ii).</p>	<p>No es consideren els ponts ni els passos per creuar el riu utilitzats per accedir a l'estació de mostreig a efectes del càlcul del QBR.</p>

Nivells de qualitat de l'índex QBR

Nivell de qualitat		Valor índex QBR	Coloració DMA 2000/60/CE
Molt bo	<i>Bosc de ribera sense alteracions, estat natural</i>	≥ 95	Blau
Bo	<i>Bosc lleugerament pertorbat</i>	75-90	Verd
Mediocre	<i>Inici d'alteració important</i>	55-70	Groc
Deficient	<i>Alteració forta</i>	30-50	Taronja
Dolent	<i>Degradació extrema</i>	≤ 25	Vermell

● **Grau de naturalitat del canal fluvial**



4a) llera inalterada



4b) modificació de terrasses adjacents



4c) estructures rígides intermitents



4d) riu canalitzat en ambdues ribes



4i) estructura sòlida (tapa del col·lector) al llit del riu



4ii) infraestructura transversal al llit del riu