



SEGUIMENT DE LA QUALITAT BIÒTICA DELS RIUS D'ANDORRA PEL PERÍODE 2018-2021, ADAPTACIÓ DE LA METODOLOGIA A LA NORMATIVA EUROPEA I DETERMINACIÓ DELS CABALS ECOLÒGICS DELS RIUS PRINCIPALS. PROJECTE DMAS-1801568.

LOT 1 - ADAPTACIÓ DE LES METODOLOGIES I INDICADORS



SUSTAINABLE PROJECTS
BEST SOLUTIONS

PROTOCOL DE MOSTREIG PER TAL D'AVALUAR ELS ÍNDEXS MACROBÈNTICS ALS RIUS D'ANDORRA

**GOVERN D'ANDORRA - MINISTERI DE MEDI AMBIENT,
AGRICULTURA I SOSTENIBILITAT**

MEMÒRIA | Ref: 2018 IBGN 8 | 26 de setembre de 2022.



ÍNDEX

0. Context _____	3
1. Objecte _____	4
2. Anàlisi comparatiu _____	4
3. Consideracions prèvies _____	16
4. Nou protocol metodològic _____	19
5. Mitjans materials _____	49
 Annex _____	 51

0. Context

Els rius d'Andorra flueixen a Espanya (principalment), i més particularment a Catalunya, i a França, pel que fa a l'Arieja.

Fins ara, els monitoratges hidrobiològics dels cursos fluvials del Principat d'Andorra, sobre la base de mostres de macroinvertebrats, estan basats en el protocol IBGN del sistema de seguiment francès, i el protocol BMWP' del sistema de vigilància espanyol / català. Amb l'adopció de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/ CE/60) de la Unió Europea (DMA en endavant), que inclou Espanya i França, i la transcripció a la legislació nacional de cada país de la DMA, han portat a una evolució dels protocols de monitorització hidrobiològica, basats en mostres de macroinvertebrats. De fet, la DMA exigeix que la puntuació de l'índex obtinguda per un indicador biològic, els invertebrats en aquest cas, mesuri una desviació d'una referència.

Espanya i França han adoptat la DMA i han posat en pràctica nous protocols i/o proves. França ha adaptat el seu primer protocol i ha transformat l'índex IBGN en l'índex IBG DMA, i ha creat un altre índex, l'índex d'Invertebrats multimètric (I2M2).

Espanya / Catalunya també s'han adaptat els protocol de monitorització de macroinvertebrats, modificant primer el protocol IBMWP' i després, amb la creació de diversos índexs multimètrics (IMMi-T i IMMi-L).

De fet, aquests protocols han de complir dues funcions: d'una banda, mesurar una desviació de la referència i de l'altra, intercalibrar amb els índexs d'altres països de la Unió Europea.

Andorra, per la seva posició geogràfica, es veu en l'obligació de proporcionar els resultats dels monitoratges hidrobiològics de macroinvertebrats d'acord amb els requisits DMA i d'acord amb els índexs descrits.

1. Objecte

El nou protocol metodològic, comú per a totes les estacions, té com a objectius:

- Establir un procediment per la presa de mostres i la identificació en el laboratori de la fauna bentònica de macroinvertebrats dels cursos fluvials adaptat al Principat d'Andorra per tal d'avaluar la qualitat biològica dels mateixos.
- Permetre calcular els índexs vells (IBGN i BMWP'') i els nous índexs (IBG-DCE/I2M2) i (IMMi-T/IMMi-L) amb la finalitat que es pugui fer l'enllaç i relativitzar la disminució eventual de la classe de qualitat, en raó del canvi de referència.
- Permetre al Govern d'Andorra d'adquirir dades de forma estandarditzada al seu territori per tal de poder establir una política global i adaptable segons els resultats obtinguts.
- Permetre al Govern de comunicar els resultats a Espanya i França, sobre la base de la compatibilitat amb la metodologia establerta a cada país.

2. Anàlisi comparatiu

Per tal de redactar el nou protocol metodològic d'avaluació d'indicadors macrobiòtics adaptat als rius d'Andorra tot respectant la DMA i les metodologies franceses (FR) i espanyoles (ES) / catalanes (CA) s'ha seguit el següent pla de treball:

Fase I: Recollida de documentació

La normativa de referència emprada per a la redacció del present protocol es descriu a continuació:

Normativa Europea:

- Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) de 23 d'octubre de 2000.

Normativa Espanyola:

- Reial Decret 817/2015, d'11 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris de seguiment i avaluació de l'estat de les aigües superficials i les normes de qualitat ambiental.
- Protocol de mostreig i laboratori de fauna bentònica d'invertebrats en rius vadejables. Codi: ML-Rv-I-2013. MAGRAMA, 2013. Adaptat pel l'Agència Catalana de l'Aigua.

Normativa Francesa:

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

- NF T90-333 de setembre de 2016 i Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement.
- Norme FD T90-733 (Août 2017): Qualité d'eau – Guide d'application de la norme NF T90-333:2016 pel mostreig de macro-invertebrats en rius de poca fondària.

Fase II: Exploració i anàlisi de la informació

Durant aquesta fase es realitza:

- Anàlisi comparatiu de la informació recollida
- Avaluació i conclusions de l'anàlisi comparatiu

Fase III: Redacció del nou protocol

Atès l'avaluació i les conclusions de l'estudi comparatiu dels diferents protocols es redacta el nou protocol metodològic d'avaluació d'indicadors macrobiòtics adaptat als rius d'Andorra que integra les diferents etapes de cadascun dels protocols emprats com a referència.

2.1 Anàlisi comparatiu de la informació recollida

En aquesta etapa s'ha realitzat un anàlisi comparatiu de la informació recollida i citada a la Fase I- Recollida de documentació.

A continuació, es mostra una taula comparativa del que estableixen els diferents protocols de mostreig anteriorment citats i en conformitat amb l'establert a la Directiva Marc de l'Aigua.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

	Protocol Francès	Protocol Espanyol / Català	
Índexs vells	IBGN	IBMWP'/BMWP'C	
Conformitat DMA	No		
Nous índexs	IBG-DCE i I2M2	IBMWP'C-2013	Índexs multimètrics (IMMi-T i IMMi-L)
Conformitat DMA	Si		
Documents de referència	Norme NF T90-333 i FD T90-733	ML-Rv-I-2013 BIORI (Agència Catalana de l'Aigua)	
Valors límits de classe d'estat	Segons el tipus de curs d'aigua	Independents del curs d'aigua	Segons el tipus de curs d'aigua
Nombre d'unitats de mostreig per punt	12 en 3 fases	20	
Nombre d'hàbitats	11	5	
Velocitat del corrent	4 tipus	5 tipus	
Longitud de l'estació	En funció de l'amplada "à plein bord moyenne"	100 m	
Es té en compte el recobriment dels substrats?	Si		
Distinció entre substrat marginal (M) i dominant (D)?	Si		
Límit de recobriment M/D?	5%		
Unitats de mostreig	4 per fase: en funció de l'ordre de prioritats (fase A i B) i del recobriment (fase C)	Proporcional al recobriment	

Taula 1. Taula comparativa dels diferents aspectes del protocol de mostreig.

Aquesta taula es deriva de l'agregació dels elements proporcionats per la norma NF T90-333 i FD T90-733 per al protocol francès, el document ML-Rv-I-2013 PROTOCOL DE MOSTREIG I LABORATORI DE LA FAUNA BENTÒNICA D'INVERTEBRATS EN RIUS VADEJABLES per al protocol espanyol i el PROTOCOL D'AVUACIÓ DE LA QUALITAT BIOLÒGICA DELS RIUS (BIORI), publicat per l'Agència Catalana de l'Aigua.

Alguns elements són comuns en ambdós protocols, com la diferenciació entre substrat marginal (M) i substrat dominant (D), basada en el recobriment del substrat en %. El límit entre M i D, per ambdós protocols és del 5%. Encara que no s'indica en aquesta taula, l'elecció de l'estació es basa en el caràcter representatiu en relació amb el curs d'aigua, en la mesura del possible i en relació amb els elements pertorbadors a avaluar.

A continuació, es realitzarà una descripció de caire general i de forma resumida de les diferents etapes de mostreig d'ambdós protocols.

2.1.1 Protocol de mostreig i laboratori de la fauna bentònica d'invertebrats en rius vadejables (Codi ML-Rv-I-2013) (ES) i Protocol BIORI (CA)

El protocol que es descriu a continuació permet calcular l'índex BMWP'' i els índexs multimètrics específics del tipus (METI). A partir d'aquest protocol de mostreig, també es poden calcular altres índexs, incloent l'IMMi-L (qualitatiu) i l'IMMi-T (quantitatiu) que s'utilitzen àmpliament a Catalunya.

2.1.1.1 Selecció i delimitació del punt de mostreig

Per tal de seleccionar l'àrea de mostreig es realitza una primera inspecció *in situ* per tal que el tram seleccionat sigui representatiu de les característiques de la massa d'aigua. Aquest tram ha de presentar els tipus d'hàbitat més freqüents en la massa d'aigua àmbit d'estudi per tal que aquest sigui representatiu de la variabilitat natural d'elements físics i estructurals

Es tenen en compte els aspectes següents:

- El tram de mostreig ha de reflectir la seqüència de ràpids - lents dominant.
- La morfologia fluvial i composició de l'hàbitat són les característiques del tram a avaluar (ex. s'evitaran zones canalitzades si la resta del tram no ho està).
- La cobertura de la vegetació (densitat, ombra) és la característica del tram, així s'evita de mostrejar una zona de ombra, si aquest fet no és habitual en el tram.
- S'han d'evitar les zones pròximes a ponts, assuts, etc., a menys que siguin representatius del tram.
- Es mostrejaran punts de mostreig accessibles.

El punt de mostreig és un tram seleccionat de 100 m representatiu de les característiques de la massa d'aigua.

A diferència del protocol espanyol, el protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius (BIORI) publicat per l'Agència Catalana de l'Aigua estableix que la delimitació de l'àrea a mostrejar dependrà de l'amplada del riu. Per a l'àrea de mostreig defineix que es prendrà una longitud de 20 cops l'amplada del riu, amb un mínim de 50 i màxim de 300 metres tot procurant que es maximitzi el nombre de microhàbitats.

2.1.1.2 Identificació dels microhàbitats

La identificació dels tipus d'hàbitat presents en el tram es duu a terme tenint en compte els següents grups (5 en total):

- **Substrats durs:** roques, pedres i graves predominants en zones de ràpids.
- **Detritus vegetals (fullaraca, troncs de diferent tamany):** els detrits i altres restes vegetals que han estat submergides durant un temps relativament llarg proporcionen **una excel·lent colonització.**
- **Ribes vegetades:** bancs submergits, amb arrels i plantes emergents associades a ells.
- **Macròfits submergits:** són estacionals i poden no estar presents en tots els cursos.
- **Sorra i sediments fins:** generalment en zones de baixa corrent i associats a les vores.

Una vegada que aquesta identificació s'ha completat, s'avalua l'àrea relativa de cadascun dels hàbitats en forma de percentatge. Qualsevol hàbitat que cobreixi una àrea superior o igual al 5% de l'àrea d'estació es considera substrat dominant (D). Qualsevol hàbitat que cobreixi una superfície inferior al 5% es considera substrat marginal (M). Una unitat de mostreig ha de representar almenys un 5% de la superfície de cobertura d'un hàbitat. Això significa que només els substrats D són objecte dels mostrejors. No obstant això, si la suma de les superposicions dels substrats M representa una unitat de mostreig, és a dir, un 5%, es realitzarà un mostreig compost d'aquests substrats. Aquesta mostra composta es considerarà com una sola mostra.

Pel que fa als substrats D, el nombre de mostres que es farà per substrat serà proporcional a la seva superfície de cobertura, de manera que cada unitat de mostreig representi un 5% de la superfície de cobertura d'un hàbitat. Es realitzen un total de 20 unitats de mostreig per estació.

Per tant, per tal de determinar el nombre de mostres que s'han de prendre en un hàbitat donat, simplement cal aplicar la següent fórmula:

NM = Freqüència relativa de superfície de cobertura del substrat x Nombre total de mostres.

Substrat 1: $NM=0,55 \times 20=11$

Substrat 2: $NM=0,08 \times 20= 1,6$ (2)

NM= nombre de mostres a prendre.

Totes aquestes mostres s'han de distribuir sobre una longitud de 100 m per estació i s'han de disseminar sobre els substrats corresponents.

Tota aquesta informació es reportada sobre un diagrama descriptiu de l'estació i una taula que resumeixi el total de mostres preses i els substrats mostrejats.

2.1.1.3 Mostreig

El mostreig es realitza remuntant el riu (d'aigües avall cap a aigües amunt).

Abans d'iniciar la fase pròpiament de mostreig s'identifiquen aquells macroinvertebrats que es troben nedant a la superfície de l'aigua o posicionats en el subsòl. Aquests són anotats a la fitxa de camp per tal de ser inclosos en la fase de recompte.

Les mostres es recullen en flascons de plàstic. Cada flascó ha d'estar acuradament etiquetat. L'etiqueta de cadascun d'ells mostrarà: data, nom del curs d'aigua, codi del punt de mostreig, nom de l'estació nom, etc. Les mostres recollides seran fixades (per ex. amb alcohol etílic).

2.1.1.4 Laboratori

Durant el tractament d'una mostra, aquesta s'aboca sobre una columna de tamís que es troba composta de 3 tamisos: el tamís superior de malla 5 mm, el tamís intermedi de malla 1 mm i el tamís inferior de mida 0,5 mm. La mostra es renta i l'aigua amb el fixador que en surti es recull en un recipient.

D'aquesta manera s'obtenen 3 fraccions: 1 fracció anomenada gruixuda corresponent al refús del tamís superior; 1 fracció intermèdia corresponent al refús del tamís de malla 1 mm i 1 fracció anomenada fina corresponent al refús del tamís inferior.

Tots els invertebrats de la fracció gruixuda (fracció G) s'identifiquen i es compten. Si hi ha algues i / o macròfits presents, es permet un submostreig. La fracció s'homogeneïtza en un recipient petit subdividit en 2 o 4 quadrats iguals. S'analitza una submostra corresponent respectivament a 1 o 2 quadrats per tal d'identificar i comptar els invertebrats presents. S'ha de comptar un nombre mínim de 100 individus. Una vegada que s'arriba a aquest número, s'inspeccionen les altres fraccions per tal de verificar que els tàxons no identificats no siguin presents. Si aquest és el cas, s'identifiquen i es compten. Els tàxons es mantenen en un flascó etiquetat amb G.x amb $1/x$ que representarà el recompte de submostra (x = el nombre de submostra analitzat).

Pel rebuig de tamís intermedi, si cal, es procedeix a extreure els macroinvertebrats. Tots els macroinvertebrats extrets es dipositen en un recipient en el que la superfície es troba dividida en quadrats idèntics. Després de l'homogeneïtzació, es procedeix a la identificació i el recompte dels invertebrats presents en una part de les zones delimitades.

Un nombre mínim de 100 individus han de ser identificats per a ser recomptats. S'ha de garantir que les proporcions que s'obtinguin siguin coherents amb les observades en el recipient. Una vegada que aquests 100 o més individus s'identifiquin i comptin, el recipient s'inspecciona per tal de detectar qualsevol tàxon no identificat. Tots aquests invertebrats es mantenen en un flascó marcat amb M.a, amb $1/a$ que representa la part de submostreig (a = el nombre de submostres analitzades).

Pel rebuig del tamís inferior, cal procedir a una separació dels elements inorgànics dels elements orgànics. Un control de la fracció inorgànica es duu a terme prenent algunes mostres d'una petita fracció dipositada en una placa de Petri. Es verifica llavors l'absència

de tàxons. Un cop executada aquesta verificació, la part que conté els macroinvertebrats s'homogeneïtza. A continuació, per a la identificació i el recompte s'extreuen 2 o 3 submostres que representen cadascuna un 1/20 del total. El nombre de macroinvertebrats comptabilitzats ha de ser almenys de 100 en total. Tots aquests macroinvertebrats s'emmagatzemen en un vial etiquetat anomenat F.b amb $1/b$ que representa la submostra de la mostra analitzada (b = el nombre de submostra analitzada).

2.1.1.5 Resultats

A partir de les submostres així determinades, es dedueix la quantitat de cada tàxon en cada fracció, per la totalitat de l'estació. D'aquesta manera, obtenim una llista faunística complementada per les observacions *in situ* de macroinvertebrats durant el mostreig. A partir d'aquesta llista es poden calcular els diversos índexs sol·licitats: IBMWP', IMMi-T, IMMi-L, així com els índexs i paràmetres útils per a la interpretació: abundància, freqüència relativa, etc.

D'aquesta manera obtenim una puntuació d'índex, vinculada a una de les 5 classes de qualitat de la DMA, d'acord amb els valors llimars que delimiten cada classe.

Atès que aquest protocol és compatible amb el càlcul IBMWP', seria possible vincular les notes anteriors dels índexs a les obtingudes el 2018 i posteriors. A continuació, seria possible avaluar les possibles diferències entre els vells i els nous índexs, constituint així un nou sistema de referència. Podria ser però que, a causa del canvi de protocol, però especialment pel canvi en el mètode de càlcul, s'observessin diferències en les classes de qualitat de l'aigua.

2.1.2 Norma NF T90-333 i FD T90-733 (FR)

El protocol implementat a nivell francès permet el càlcul d'un índex IBG compatible amb la DMA (IBG-DCE) i del nou índex adoptat per futurs estudis, l'índex d'invertebrats multimètrics (I2M2). En l'actualitat, la legislació francesa requereix que es proporcionin els dos índexs. L'IBG-DCE ha d'anar acompanyat del Ràtio de Qualitat Ambiental (EQR) i la qualificació de l'índex I2M2 com a suplement obligatori. La presència d'aquestes dues puntuacions d'índexs resulta necessària per tal d'adequar el nou índex i familiaritzar-se amb ell, però també per comprendre les possibles diferències que això comporta.

2.1.2.1 Selecció i delimitació del punt de mostreig

A l'igual que el protocol ES / CA, el tram seleccionat ha de ser representatiu de la secció del curs d'aigua estudiada i / o permetre l'avaluació dels impactes de les pertorbacions que cal controlar / identificar.

Per aquest propòsit, el tram de mostreig ha de correspondre a una distància corresponent a 5-8 seqüències de fàcies ràpides - fàcies lentes, o una distància igual a 30-50 vegades la "*largeur à plein bord*" (Lpb). Cal excloure qualsevol element no representatiu de l'estació, tret que aquest s'observi de forma regular al curs. D'aquesta manera, la sectorització es duu a terme mitjançant

la identificació de les diferents fàcies i hàbitats. El tram es fixa de manera que els resultats obtinguts corresponguin a l'expectativa de l'estudi.

Un cop definida la posició de l'estació, cal fixar la seva longitud. Aquesta es fixa vegada amb l'ajuda de les seqüències fàcies ràpides - fàcies lentes. El nombre de seqüències que cal tenir en compte dependrà de la tipologia del curs d'aigua, definida a partir de la Lpb. La longitud així obtinguda es compara amb la longitud teòrica (basada en la Lpb). Si la diferència és superior al 50%, es realitza una nova sectorització, tot assegurant que les fàcies siguin ben marcades i identificables. La longitud de les seqüències es redefineix. Si s'obté un resultat idèntic, es pren una seqüència adicional. Si la diferència encara és important, la longitud de l'estació es fixa utilitzant el valor teòric.

Aquest valor teòric es manté si les fàcies són difícils d'identificar o absents.

La taula següent mostra les longituds de l'estació en funció de les seqüències i la Lpb.

Lpb (m)	Seqüències (prioritari)	Determinació teòrica longitud	Longitud teòrica corresponent	Tipologia
< 8	3	18 Lpb	Fins a 144 m	Molt petit curs d'aigua
8 a 25	2	12 Lpb	96 a 300 m	Petit i mitjà curs d'aigua
>25	1	6 Lpb	Més de 150 m	Gran i molt gran curs d'aigua

Taula 2. Determinació de la longitud d'una estació de mostreig.

2.1.2.2 Identificació dels microhàbitats

Són 12 en nombre i es troben classificats en ordre de prioritat de mostres (anteriorment habitabilitat o capacitat biogènica: capacitat del substrat per proporcionar condicions que afavoreixin la presència de tàxons).

La totalitat dels substrats presents a l'estació es detallen, així com les classes de velocitat presents, a la taula següent.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Tipus de velocitat (cm·s ⁻¹)	Velocitat
$V < 5$	Nul·la
$5 \leq V \leq 25$	Lenta
$25 \leq V \leq 75$	Mitjana
$V \geq 75$	Ràpida

Taula 3. Diferents classes de velocitat.

A continuació, es realitza un esquema de l'estació amb els diferents substrats i classes de velocitat identificades. A l'igual que el protocol ES / CA, s'aplica una distinció entre substrat marginal (M) i dominant (D), amb un valor límit del 5% de la superfície de cobertura d'un hàbitat. D'aquesta manera, qualsevol substrat la cobertura del qual a l'estació sigui inferior al 5% és un substrat M; qualsevol substrat la cobertura de la qual a l'estació sigui superior o igual al 5% és un substrat D.

Sobre la base de tots aquests elements, s'elabora un pla de mostreig per tal d'establir el nombre mostres a realitzar, un total de 12. Aquestes mostres es divideixen en 3 fases de 4 mostres elementals.

La **Fase A** agrupa els substrats M. En el cas en el que s'identifiquin més de 4 substrats M a l'estació (que no ha de ser el cas d'aquest estudi), només els 4 substrats que disposen de les ordres de màxima prioritats són tema de mostreig. Les mostres es determinen segons ordre descendent de prioritats i segons ordre decreixent de representativitat de les classes de velocitat. En aquesta fase, es pot simplificar un substrat diverses vegades.

La **Fase B** agrupa els substrats tipus D. A l'igual que l'anterior, si es detecten més de 4 substrats D, només es tenen en compte els 4 substrats que disposen d'ordres de màxima prioritats. Les mostres es determinen en ordre descendent de prioritats i en ordre decreixent de representativitat de les velocitats. S'aplica una regla addicional, anomenada regla del 25%, en el supòsit que només s'identifiquin 2 substrats D.

La **Fase C** també agrupa els substrats D. En primer lloc, es prenen mostres de substrats no mostrejats a la fase B. En aquesta fase, les mostres es prenen en proporció a la cobertura del substrat. Quan tots els substrats D són mostrejats, els mostrejos pendents de realitzar en aquesta fase C, es duren a terme mitjançant prorrata de les superfícies de recobriment. Les superfícies de recobriment identificades per a cada substrat D es redueixen en un 10% per cada mostra prèvia anterior realitzada (a la Fase B i la Fase C). Ex: Substrat dur; recuperació del 50%. Es van prendre 3 mostres prèviament, de manera que el càlcul és el següent: $50 - (3 \text{ mostres} * 10) = 20$.

2.1.2.3 Mostreig

El mostreig es realitza d'aigües avall cap a aigües amunt i segons ordre d'aparició en l'esquema, no essent necessàriament ordre cronològic. Cada mostra està numerada de la P1 a la P12, de manera que les mostres:

- P1 a P4 corresponen a la Fase A.
- P5 a P8 corresponen a la Fase B.
- P9 a P12 corresponen a la Fase C.

Per tant, és imperatiu d'estar atents durant aquesta etapa al nombre de la mostra que es realitza.

De cada mostra es retiren aquells elements grollers que poden interferir amb la classificació al laboratori.

Les mostres recollides es netegen amb un petit pulveritzador per eliminar qualsevol partícula fina present.

2.1.2.4 Laboratori

Les mostres es processen per estació i en ordre cronològic: processament i anàlisi de la mostra P1, després de la P2 i així successivament per a una estació determinada. La determinació es fa en la majoria dels casos a nivell de gènere, però pot ser necessària només la subfamília, la família o la classe. Alguns tàxons com els *Hydracarina* només s'indiquen com presents a la llista faunística final.

La mostra que s'analitza, és esbandida en un tamís de 0,5 mm, si està net. En cas contrari, es passa per una columna de tamís. S'eliminen els diferents elements grollers. Tots els macroinvertebrats es dipositen en un recipient, el fons del qual es troba subdividit en quadrats de mida idèntica. Cal realitzar una homogeneïtzació. Si la quantitat d'invertebrats és important, es procedeix a realitzar una submostra, prenent una sèrie de quadrats. En cas contrari, la totalitat de la placa, per fracció, s'analitza sota una lupa binocular. Per cada mostra, s'estableix una llista faunística.

Després d'esbandir els diferents instruments, s'analitza la mostra P2 de l'estació que s'està processant. I d'aquesta manera, fins que totes les mostres d'una estació siguin processades i totes les estacions siguin tractades.

D'aquesta manera, obtenim, per estació, una llista faunística establerta per mostreig i per fase.

2.1.2.5 Resultats

A partir de la llista faunística obtinguda, es poden calcular l'IBG-DCE (per fer l'enllaç amb l'IBGN) de les mostres de la Fase A i la Fase B, l'EQR i l'I2M2. També s'indicarà el grup Indicador IBG.

Aquesta llista faunística també permet calcular:

- Índex de Shannon: indica la diversitat de les espècies. El seu valor varia de 0 a 5. Un valor superior a 3 és indicador d'una població ben diversificada.
- Índex de Simpson: s'utilitza per comprovar la dominància entre tàxons. El seu valor varia de 0 (sense domini d'un tàxon) a 1 (domini d'un tàxon dins de la població).
- Índex d'equitabilitat: indica l'homogeneïtat de les captures i l'equilibri de la població. El seu valor varia de 0 (un tàxon representa la totalitat de les captures) a 1 (repartició equitativa).
- Coeficient morfodinàmic: indica el grau d'hospitalitat del medi ambient, és a dir, la capacitat de proposar un hàbitat de qualitat que afavoreixi la presència de macroinvertebrats.
- Índex de similitud de Jaccard o Sorensen: per tal d'avaluar el grau de diferència entre dues estacions consecutives. Aquests índexs també permetran destacar els tàxons que desapareixen / apareixen al llarg d'un eix amunt/avall i verifiquen si aquesta evolució és normal o no.

Per tant, es determina la classe de qualitat de l'aigua de l'estació. En general, s'observa una disminució d'1 a 2 classes entre l'índex IBG-DCE i l'índex I2M2. No obstant, la classe de qualitat és idèntica.

2.2 Avaluació i conclusions de l'anàlisi comparatiu

A continuació, es descriuen aquells aspectes a destacar que s'han tingut en compte a l'hora de dissenyar el nou protocol metodològic per als cursos fluvials d'Andorra resultant de la comparació d'ambdós protocols (FR) - (ES) / (CA).

Compliment requisits de la DMA

En relació al compliment dels requisits de la DMA, sembla després de la realització de l'anàlisi comparatiu que hi ha menor detall amb el protocol ES / CA donat que només es poden seleccionar aquells substrats que ocupen una superfície igual al 5% de la superfície de cobertura d'un hàbitat. Els substrats amb una cobertura per sota d'aquest límit, per tant, no es tenen en compte, a excepció de si la suma de les superfícies d'aquests substrats marginals és superior o igual al 5% (mostra composta).

A diferència, al protocol francès d'acord amb els requisits de la DMA, es tenen en compte els substrats marginals. A més per als substrats vegetals, és possible prendre una mostra de fins a 3 parcel·les de mostreig, sempre que hi hagi una superfície d'1/20 m².

L'únic cas en què els substrats marginals es negligeixen és quan hi ha més de 4 substrats marginals. En aquest cas, les mostres es prenen dels 4 substrats més biogènics, és a dir, d'aquells substrats que presenten la major probabilitat de disposar d'una gran diversitat. Per tant, es creu que per aquest aspecte, el protocol francès és més precís.

Calibració índex vells vs índexs nous

La utilitat del reajustament dels índexs vells és un punt important per fer el vincle entre el protocol antic i el nou. Aquesta compilació la permet tant la metodologia francesa com l'espanyola.

Tipus de substrat

De fet, respecte als rius andorrans, amb el protocol català només es tindrà en compte 1 grup de substrat, ja que principalment en aquests rius predomina la granul·lometria gruixuda. Els altres substrats seran massa petits per tal de ser considerats. Aquest fet implica una possible pèrdua d'informació, ja que alguns tàxons estan presents a substrats específics.

Identificació i recompte de tàxons

A nivell de determinació, el protocol ES requereix únicament el nivell de família, mentre que el protocol francès requereix el nivell de gènere. Aquest últim és més precís, ja que permet ressaltar les diferències de preferències dins de la mateixa família.

Valors de referència per al càlcul dels índexs

Per a l'índex BMWP'' es tenen valors llindars i per tant, es poden comunicar els resultats a l'ACA, per a l'índex IMMi-T l'Agència no té referències sobre els valors llindars d'aquest índex per als rius andorrans. Per tant, no es pot garantir que es puguin adaptar als valors llindars disponibles, ja que no s'han estudiat aquests cursos d'aigua. Per tant, hi ha un risc potencial de no poder explotar els resultats derivats del càlcul IMMi-T per manca de referència, i així definir una qualitat de l'aigua d'acord amb els requisits de la DMA. D'altra banda, l'índex francès proporciona una referència als rius pirinencs. A causa de la intercalibració requerida per la DMA, els resultats obtinguts a partir del nou protocol possiblement adaptat del protocol francès, permetran definir, almenys, els nivells de qualitat de l'aigua que es comunicaran a l'ACA.

Així doncs, i després de l'avaluació dels diferents aspectes anteriorment descrits es pot concloure que per al disseny del nou protocol metodològic d'avaluació d'indicadors macrobiòtics resulta ésser més adequat partir del protocol francès i, possiblement, adaptar-lo, ja que engloba els requisits del protocol espanyol i els valors de llindar per definir una qualitat de l'aigua estan disponibles i adaptats als cursos d'aigua andorrans.

3. Consideracions prèvies

3.1 Mètode de definició de l'estació

Si l'elecció de les estacions és guiada per la representativitat d'aquestes últimes, sigui quin sigui el protocol adoptat, les dimensions d'aquestes són variables. De fet, el protocol espanyol (ES) / català (CA) requereix una longitud d'estació d'uns 100 m que ha de contenir tots els substrats desitjats. El protocol francès (FR) requereix una longitud basada tant en la successió de seqüències de fàcies com en una longitud teòrica; que és una funció sobre l'amplada total (Lpb) del curs d'aigua de l'estació. Així, l'estació definida segons el protocol CA s'inclou a l'estació definida segons el protocol FR.

Per l'exposat anteriorment, es conclou que la definició de l'estació en aquest nou protocol metodològic es basa en la metodologia del protocol francès.

3.2 Els hàbitats

Els hàbitats són definits com el component entre la velocitat del flux i el substrat present en un punt donat d'un curs d'aigua. Tal i com s'ha descrit anteriorment, el protocol ES / CA defineix únicament 5 substrats en contra dels 11 substrats definits al protocol FR.

Així, sobre la base dels substrats definits segons el protocol FR, obtenim els substrats del protocol ES /CA, simplement agrupant els substrats elementals, i així poder calcular els índexs.

Per als hàbitats doncs, sembla més apropiat utilitzar les categories definides en el protocol FR.

Independentment del protocol, els substrats s'agrupen en 2 grans conjunts: marginal o dominant. L'elecció per classificar-los en un o altre d'aquests conjunts es regeix per les mateixes regles:

- Un substrat marginal (M) és un substrat amb una superfície total de recobriment inferior al 5% de la superfície de l'estació.
- Un substrat dominant (D) és un substrat amb una superfície total de recobriment superior o igual al 5% de la superfície de l'estació.

D'altra banda, els substrats D no es tenen en compte necessàriament en el protocol ES / CA, mentre que sí que s'hi troben en el protocol FR.

3.3 Les velocitats

En relació a les velocitats, hi ha una petita diferència entre ambdós protocols. El protocol FR contempla 4 tipus de velocitats en comparació amb els 5 tipus del protocol ES / CA. Els 5 tipus de velocitat es defineixen de la manera següent:

- Nul·la: velocitat inferior a 5 cm. s⁻¹
- Lenta: $5 \leq \text{Velocitat} < 25$ cm. s⁻¹.
- Mitjana: $25 \leq \text{Velocitat} < 75$ cm. s⁻¹.
- Ràpida: $75 \leq \text{Velocitat} < 150$ cm. s⁻¹.
- Molt ràpida: velocitat superior o igual a 150 cm. s⁻¹.

Per tant, mantindrem les classes de 5 velocitats definides en el protocol ES / CA, per tal de satisfer ambdues metodologies.

3.4 Les estacions

Per tal d'evitar d'introduir un esbiaix potencial modificant dràsticament la posició de les estacions seguides fins ara, s'inclourà a la "nova estació", l'antiga estació, sobre la qual s'han dut a terme les mostres d'invertebrats d'acord amb el protocol IBGN / BMWP'' en els períodes anteriors. Si això no fos possible, es proporcionarà una justificació i es mencionarà en l'anàlisi dels resultats. Tanmateix, cal esmentar que un lleuger canvi d'ubicació no hauria de produir en principi cap canvi significatiu en termes d'hàbitats disponibles, ja que el desplaçament serà de l'ordre de desenes de metres no superant tampoc els centenars de metres.

3.5 Unitats de mostreig

El nombre és diferent entre el protocol francès, que requereix 12 unitats de mostreig i el protocol espanyol / català, que en requereix 20.

Durant aquests dos primers anys de mostreig es recolliran 20 unitats de mostreig. Al final d'aquests dos anys, es determinarà si és possible reduir aquest nombre. Veure apartat 4.8 Aplicació mètriques i determinació del nivell de qualitat.

3.6 Tria i determinació taxonòmica

El protocol francès requereix una determinació de gènere en la majoria dels casos. Però d'acord amb els tàxons, només és possible una determinació de la subfamília o de la família. Els Oligoquets només es determinen a nivell de classe. Altres tàxons, com ara Nemàtodes, són simplement indicats com a presents.

El protocol ES / CA requereix una determinació a nivell de família.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

En conclusió, la determinació taxonòmica es farà amb el nivell requerit pel protocol francès, que inclou el nivell de determinació requerit pel protocol ES /CA.

4. Nou protocol metodològic d'avaluació d'indicadors macrobiòtics

Després de l'anàlisi comparatiu dels protocols de mostreig de fauna bentònica d'invertebrats de cada país, es proposa un nou protocol metodològic d'avaluació d'indicadors macrobiòtics que té en compte les característiques dels rius d'Andorra i que permet calcular els diferents índexs sol·licitats (IBGN, IBMWP'', I2M2, IMMi-T i IMMi-L). Així, el Govern d'Andorra pot vincular aquests protocols i relativitzar el possible descens de la classe de qualitat dels cursos fluvials, a causa del canvi de referència. També permet una comparació a tot el territori, ja que aquest nou protocol haurà de ser comú a totes les estacions.

A continuació es descriu el nou protocol de mostreig proposat. Aquest ha estat dividit en dues etapes: treball de camp (A) i treball de laboratori (B).

A. TREBALL DE CAMP – MOSTREIG QUANTITATIU

4.1 Identificació de l'àrea de mostreig

Per tal de seleccionar l'àrea de mostreig es realitza una primera inspecció *in situ* per tal que el tram seleccionat sigui representatiu de les característiques de la massa d'aigua. Aquest tram haurà de presentar els tipus d'hàbitat més freqüents en la massa d'aigua àmbit d'estudi per tal que aquest sigui representatiu de la variabilitat natural d'elements físics i estructurals. Es tenen en compte els aspectes següents:

- El tram de mostreig ha de reflectir la seqüència de ràpids - lents dominant.
- La morfologia fluvial i composició de l'hàbitat hauran de ser les característiques del tram a avaluar (ex. s'evitaran zones canalitzades si la resta del tram no ho està).
- La cobertura de la vegetació (densitat, ombra) ha de ser la característica del tram, així s'evitarà de mostrejar una zona de ombra, si aquest fet no és habitual en el tram.
- S'eviten les zones pròximes a assuts, ponts, etc., a menys que siguin representatius del tram.
- Es mostrejaran punts de mostreig accessibles.

Cada tram seleccionat es delimitarà mitjançant l'anotació de les coordenades Lambert del punt d'inici.

4.2 Delimitació de l'àrea de mostreig

Per a cada estació, s'anirà a la ubicació on es realitzaren els mostrejos en els períodes anteriors. Un cop situats, s'estimarà l'amplada total "*largeur à plein bord*" (Lpbe) de manera visual del curs d'aigua. Aquesta amplada correspon al límit de desbordament del curs d'aigua. En el cas de riberes verticals, s'avaluarà aquesta Lpb a mitja altura. En el cas de riberes de diferents altures, es prendrà la dimensió al nivell de la ribera més baixa.

A continuació, es realitzarà una mesura de la Lpb en 10 transectes, separats d'1,5 Lpbe. Es calcularà una mitjana. Aquest valor mitjà serà considerat com la Lpb del curs d'aigua a nivell de l'estació. Aquesta Lpb calculada servirà per a determinar la tipologia del curs d'aigua i, per tant, fixar la longitud teòrica de l'estació.

A continuació, es recorrerà el curs d'aigua tot efectuant una sectorització sobre l'equivalent de 5 a 8 seqüències (que representen 30-50 Lpb): identificació de fàcies, mesurament de la longitud o amplada de cadascuna, i eventualment, identificació mitjançant GPS límit aigües avall i/o aigües amunt a partir de la ribera de prospecció.

Qualsevol element potencial de pertorbació o singularitat (ponts, construccions diverses, passos de fauna, etc.) s'indicarà durant aquesta identificació. Aquesta sectorització es realitza en ambdós sentits. De fet, depenent de la direcció del recorregut, les fàcies poden aparèixer de forma més o menys clara. Es realitzarà una comparació dels dos passatges. En el cas que les fàcies no s'identifiquin de la mateixa manera, caldrà realitzar un altre passatge comprovant la presència de tots els criteris de la clau de determinació.

En aquest punt, per tant, es determinaran les seqüències de fàcies ràpides - fàcies lentes presents a l'estació.

Les diferents fàcies seran identificades d'acord amb la tipologia establerta per Malavoi i Souchon (2002)¹. No obstant això, ja que estem en un entorn pirinenc muntanyós, aquesta tipologia pot ésser que no estigui adaptada a tots els sectors. És per aquest motiu que, en cas de dificultat d'identificació, primer s'utilitzarà la tipologia definida per Delacoste et al (1995)². A continuació, es realitza una transposició en la tipologia de Malavoi.

Si les fàcies són inexistents o difícils de determinar, emprar la longitud teòrica calculada a partir de la tipologia del curs d'aigua.

¹ Malavoi J.R., Souchon Y., 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière: clé de détermination qualitative et mesures physiques. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2002) **365/366**: 357-372.

² Delacoste M., Baran P., Lek s. et Lascaux J.M., 1995. Classification et clé de détermination des faciès d'écoulement en rivières de montagne. Bull. Fr. Pêche Piscic. (1995) **337/338/339**:149-156.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

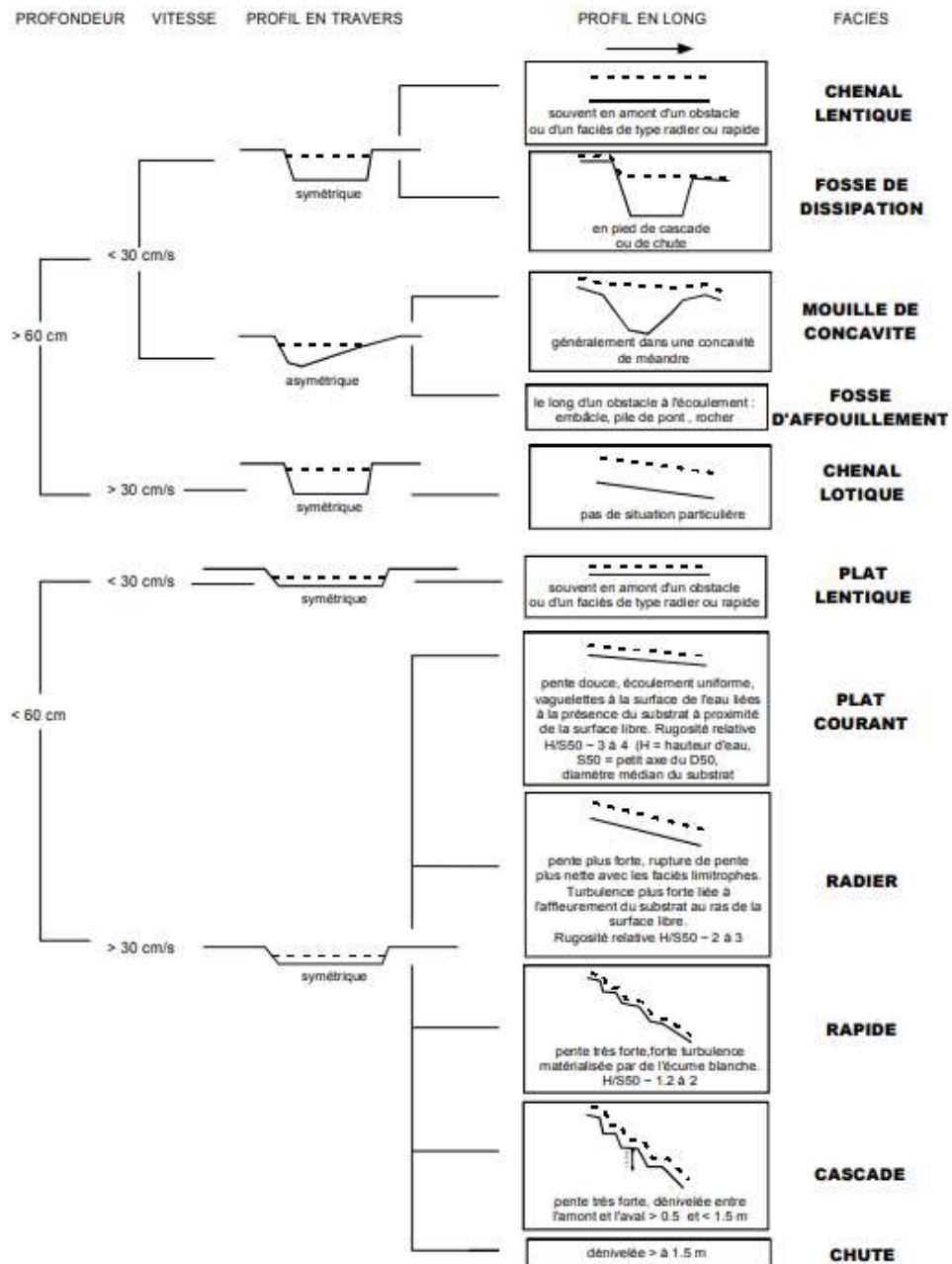
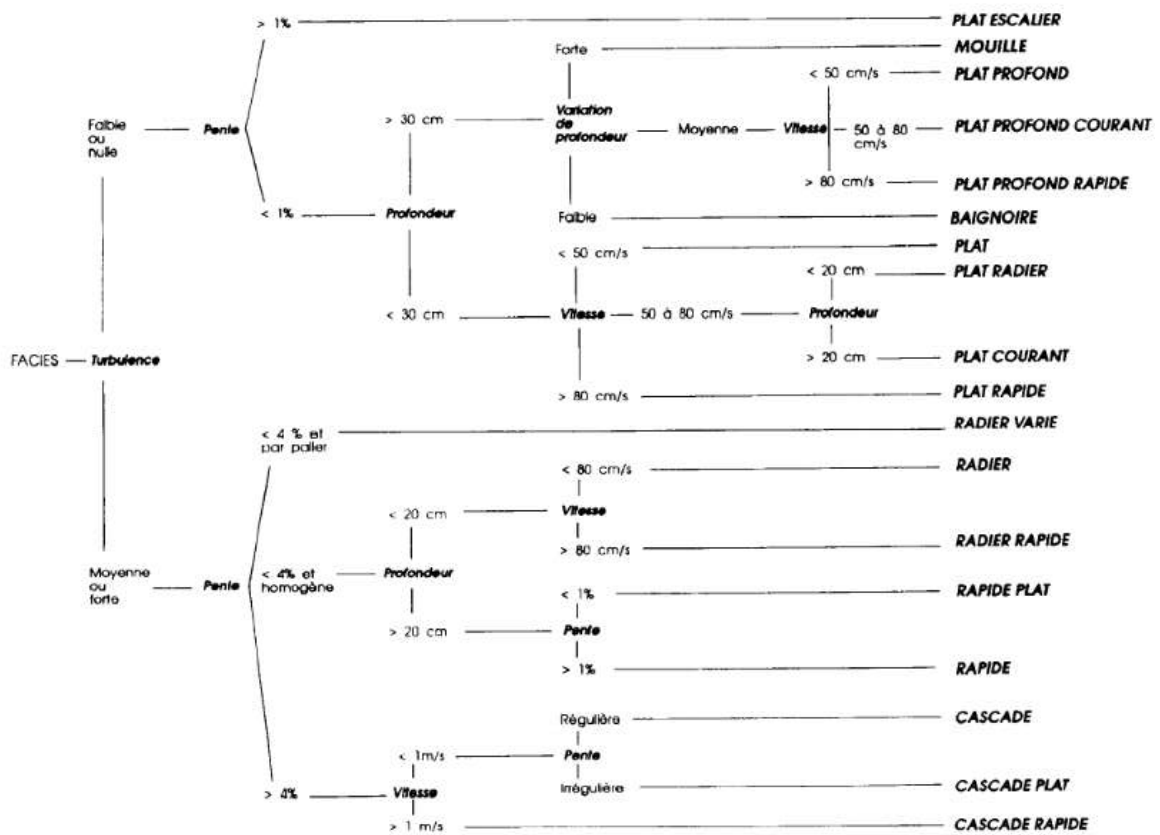


Figura 1. Classificació i tipologia segons Malavoi i Souchon (2002).

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA



Durant l'identif. *Figura 2. Classificació i tipologia segons Delacoste et al. (1995).* bdues claus

Utilitzant tots els elements recollits durant la sectorització, s'escolliran aquelles seqüències contigües més representatives per definir l'estació. Si s'han detectat elements no naturals, seran:

- Exclosos si apareixen de manera puntual i no repetitiva.
- Inclousos si són característics del tram recorregut (repetició constatada i demostrada).

El nombre de seqüències seleccionades dependrà de la tipologia del curs d'aigua (veure taula 2). En el cas dels cursos fluvials del Principat, la tipologia dels corrent d'aigua prevista hauria de ser: corrent d'aigua molt petit, petit corrent o corrent mitjà.

Un cop fixades les seqüències, es verificarà que la longitud de l'estació no sigui dues vegades més petita que la longitud teòrica. Si aquest fos el cas, s'afegirà una tercera seqüència. Si malgrat aquesta addició, la longitud de l'estació és encara igualment inferior a la meitat de la longitud total, es prendrà la longitud teòrica com a referència. Els límits de l'estació es fixaran de manera que corresponguin amb els límits de les fàcies. Les coordenades GPS del límit aigües amunt / avall es realitzaran a partir d'una sola ribera.

Un cop que l'estació està definida, s'omplirà la fitxa d'estació.

4.3 Fitxa d'estació

Seguidament, es completarà la fitxa d'estació. Aquesta recull informació sobre l'estació, com ara la hidrologia, la presència / absència d'elements contaminants, els paràmetres fisicoquímics que es mesuraran *in situ* (pH, conductivitat i temperatura), les coordenades GPS de l'estació i tota la informació necessària i útil per a la interpretació dels resultats. Un cop emplenada aquesta fitxa es durà a terme el mostreig en sí.

- **Dades identificatives del mostreig:**
 - Codi punt de mostreig.
 - Coordenades Lambert punt de mostreig.
 - Condicions climàtiques.
 - Caracterització i identificació de la mostra: codi mostra, data i hora de la presa de mostra, identificació de l'equip de mostreig, agent mostrejador i número de *kicks* recollits.
 - Descripció del punt de mostreig: informació relativa a la localització de l'àrea de mostreig mitjançant coordenades Lambert d'inici i final i alguna referència associada.
 - Número de pots i conservant utilitzat.
 - Descripció de l'accés i localització del tram.
- **Característiques físicoquímiques:** pH, temperatura, conductivitat, oxigen dissolt, nitrits, nitrats, amoni i fosfats.
- **Context ambiental:** aspecte llera i marge, onatge sobre l'aigua, escuma de detergent, presència de fustes i fulles mortes, matèria orgànica flotant, altres cossos presents, presència de tint a l'aigua, color de l'aigua, netedat de l'aigua, olor, recobriment ombra (%), terbolesa de l'aigua, rebliment i intensitat del rebliment, vegetació terrestre i vegetació aquàtica.
- **Característiques hidromorfològiques:**
 - Amplada mitjana del tram, profunditat mitjana del tram i longitud del tram.
- **Esquema de l'estació:**
 - Croquis dels diferents substrats amb la ubicació, cobertura aproximada i classes de velocitat.
- **Pla de mostreig.**
- **Graella de mostreig**

- **Mostreig complementari** (adequació diferenciació nombre de mostres recollides entre el protocol FR i ES).
- **Observacions i incidències**
 - Es podrà anotar en aquest apartat aquells macroinvertebrats de superfície difícils de capturar, i exemplars capturats i posteriorment lliberats (nombre d'exemplars capturats i densitat assignada).

A l'Annex s'hi troba un model de fitxa d'estació.

4.4 Pla de mostreig

Abans de recollir les mostres s'establirà un pla de mostreig. Aquest es basa en un esquema de l'estació que inclou els diferents substrats i classes de velocitat. D'aquesta manera, seguint les indicacions establertes per a la presa de mostres, s'indicaran sobre l'esquema, els punts de mostreig.

El pla de mostreig es compon de les etapes següents:

- **Calcular l'amplada mitjana:** mesurar en 10 transsectes espaiats d'1,5 Lpbe. Calcular la mitjana.
- **Calcular la superfície:** a partir de la llargada total de l'estació i de l'amplada, calcular la superfície de l'estació.
- **Identificar els substrats presents i les classes de velocitat i fer l'esquema de l'estació.**

Per cada substrat avaluar el recobriment així com les classes de velocitat de l'aigua representatives:

Es recorrerà el punt de mostreig i es realitzaran observacions de la presència dels hàbitats fluvials, així com de les característiques de les riberes. Aquest recorregut es realitzarà per la riba sempre que aquesta sigui accessible per tal d'evitar així de trepitjar el tram abans del mostreig.

Per a la identificació dels tipus d'hàbitat es prendran els 11 grups definits en el protocol FR en detriment dels 5 grups proposats pel mètode espanyol. A continuació es mostra una taula comparativa dels diferents grups de substrat.

Tipus de substrat Protocol FR	Tipus de substrat Protocol ES/CA Reagrupació
Roques	Substrats durs

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS
MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Pedres	
Graves	
Fulles mortes	Detritus vegetals (fullaraca, troncs de diferent tamany)
Branques, arrels	
Hidròfits	Ribes vegetades
Briòfits	
Helòfits	
Algues	Macròfits submergits
Sorres, llims	Sorra i sediments fins
Argiles	
Fangs	

Taula 4. Tipus de substrats i reagrupació segons protocol FR i ES.

Els diferents tipus d'hàbitat es descriuen a continuació:

- **Substrats durs:** roques, pedres i graves predominants en zones de ràpids.
- **Detritus vegetals** (fullaraca, troncs de diferent tamany). Els detrits i altres restes vegetals que han estat submergides durant un temps relativament llarg proporcionen una excel·lent colonització.
- **Ribes vegetades:** bancs submergits, amb arrels i plantes emergents associades a ells.
- **Macròfits submergits:** són estacionals i poden no estar presents en tots els cursos.
- **Sorra i sediments fins:** generalment en zones de baixa corrent i associats a les ribes.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

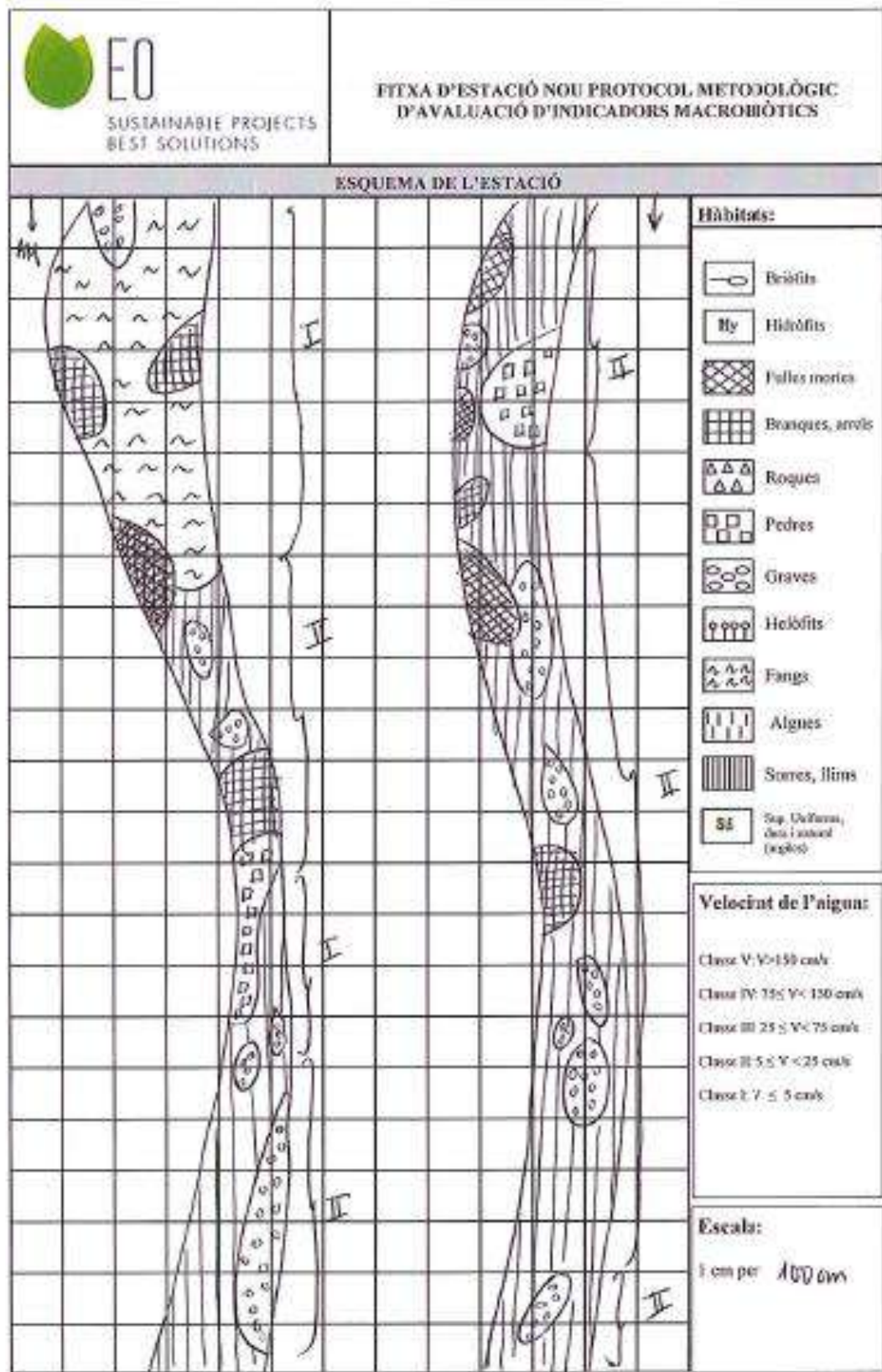


Figura 3. Exemple d'esquema d'estació per establir el pla de mostreig.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

	<p>P2: 2n substrat en la seva classe de velocitat, la més representativa.</p> <p>P3: 1r substrat en la 2a classe de velocitat, la més representativa.</p> <p>P4: 2n substrat en la 2a classe de velocitat, la més representativa.</p>
M=3	1 mostra /substrat dins l'ordre decreixent d'habitabilitat i dins de la classe de velocitat més representativa. P4 s'ha de realitzar sobre el substrat més representatiu i dins de la 2a classe de velocitat més representativa.
M=4	1 mostra / substrat segons ordre decreixent d'habitabilitat i dins la classe de velocitat més representativa.

Taula 5. Pla de mostreig Fase A.

Un cop efectuat el mostreig de la Fase A, es realitzarà el mostreig dels substrats dominants (D) que corresponen a la Fase B.

FASE B	
SUBSTRATS DOMINANTS (M)- MOSTRES DE LA P5 A LA P8	
<p>En aquesta fase, el mostreig es realitzaran segons l'habitabilitat.</p> <p>Els casos possibles són els següents:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 sol substrat dominantl (D=1) • 2 substrats dominants (D=2) • 3 substrats dominants (D=3) • 4 substrats dominants (D=4) • 5 o més substrats dominants o més 	
Procediment a seguir si:	
D=1	Totes les mostres (P5 a P8). Realitzar el mostreig segons la representativitat decreixent de la velocitat. Si $V < 4$, fer 1 mostra per classe i tornar a la més representativa.
D=2	<p>Aplicació de la regla del 25%</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Si $D1$ i $D2 \geq 25\%$</u>: 2 mostres per substrat: <ul style="list-style-type: none"> - P5: el substrat més biogènic dins la classe de velocitat més representativa d'aquest substrat. - P6: 2n substrat dins de la classe de velocitat més representativa.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

	<ul style="list-style-type: none"> - P7. 1r substrat dins la 2a classe de velocitat més representativa. - P8: 2n substrat de la 2a classe de velocitat més representativa. • <u>Si $D1 < 25\%$ i $D2 \geq 25\%$</u>: 1 mostreig sobre D1 i 3 sobre D2: <ul style="list-style-type: none"> - P5: el substrat D2 dins la classe de velocitat més representativa d'aquest substrat. - P6: substrat D2 dins de la 2a classe de velocitat més representativa. - P7. substrat D2 dins de la 3a classe de velocitat més representativa o si no hi ha velocitat tipus III sobre la velocitat més representativa. - P8: substrat D1 dins de la classe de velocitat més representativa.
D=3	1 mostra /substrat dins l'ordre decreixent d'habitabilitat i dins de la classe de velocitat més representativa. P8 s'ha de realitzar sobre el substrat més representatiu i dins de la 2a classe de velocitat més representativa.
D=4	1 mostra / substrat dins de la classe de velocitat més representativa.
D\geq5	Tenint en compte els 4 substrats més biogènics, 1 mostra /substrat dins de la classe de velocitat més representativa.

Taula 6. Pla de mostreig Fase B.

Un cop efectuat el mostreig de la Fase B, es realitzarà el mostreig dels substrats de la Fase C.

FASE C	
SUBSTRATS DOMINANTS NO MOSTREJATS FASE B (MOSTRES DE LA P9 A LA P12)	
Procediment a seguir si:	
D\geq4	1 mostra per substrat no mostrejat en la fase B en ordre decreixent de recobriment i dins de la classe de velocitat més representativa. Si no s'obtenen els 4 mostrejos cal aplicar la regla del 10%.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS
MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

$D \leq 4$	<p>Aplicació de la regla del 10%</p> <ul style="list-style-type: none"> - Per substrat, comptabilitzar el nombre de mostres efectuats (Fase B + Fase C). Multiplicar aquest valor per 10. - Per a cada substrat, retirar el valor anteriorment calculat al valor del recobriment. - Mostrejar sobre el substrat més dominant que resta i sobre la classe de velocitat més representativa. Tingueu en compte el nivell de l'aigua al moment del mostreig. - Repetir l'operació fins que s'obtingui el nombre d'unitats de mostreig requerides (P9 a P12 per la Fase C).
$D=3$	1 mostra /substrat dins l'ordre decreixent d'habitabilitat i dins de la classe de velocitat més representativa. P8 s'ha de realitzar sobre el substrat més representatiu i dins de la 2a classe de velocitat més representativa.
$D=4$	1 mostra / substrat dins de la classe de velocitat més representativa.
$D \geq 5$	Tenint en compte els 4 substrats més biogènics, 1 mostra /substrat dins de la classe de velocitat més representativa.

Taula 7. Pla de mostreig Fase C.

A continuació es mostra un exemple del Pla de mostreig.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVUACIÓ D'INDICADORS
MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D' AVALUACIÓ D' INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D' ANDORRA

		CLASSES DE VELOCITAT																											
		Classe V				Classe IV				Classe III				Classe II				Classe I				FASE C							
		V≥150 cm/s				75≤V<150 cm/s				25≤V<75 cm/s				5≤V<25 cm/s				V<5cm/s				1r càlcul		2n càlcul		3r càlcul		4t càlcul	
		MOLT RÀPID				RÀPID				MITJÀ				LENT				NUL											
SUBSTRATS	D / M / P	Superfície es àmada (%)	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	
Briófits																													
Espermàfits submergits (Hidrófits)																													
Restes orgàniques grolleres (fulles mortes)																													
Branques i arrels	D	10						++		+++	⑤						0		0		0		0		0		0		
Pedres (25 a 250 mm)	D	70						++	⑧	+++	⑥						50	⑨	40	⑩	30	⑪	20	⑫					
Blocs mòbils (>250 mm)																													
Grava (2,5 a 25 mm)	D	12								++	⑦						2		2		2		2		2		2		
Espermàfits emergents (Heliòfits)																													
Fang (<0,1 mm) + restes orgànics																													
Sorra i llims	M	4								+++	①③																		
Algues																													
Superfície uniforme, dura, natural i artificial (Argiles)	M	4					+	④	++	②																			
TOTAL																													

Figura 3. Regla del 10% Fase C Pla de mostreig.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D' AVALUACIÓ D' INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D' ANDORRA

CLASSES DE VELOCITAT																																				
		Classe V					Classe IV					Classe III					Classe II					Classe I					FASE C									
		V _≥ 150 cm/s					75≤V<150 cm/s					25≤V<75 cm/s					5≤V<25 cm/s					V<5cm/s					1r càlcul		2n càlcul		3r càlcul		4t càlcul			
		MOLT RÀPID					RÀPID					MITJÀ					LENT					NUL														
SUBSTRAIS	D / M / P	Superfície estimada (%)	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig				
Briófits																																				
Espermàfits submergits (Hidrofits)																																				
Restes orgàniques grolleres (fulles mortes)																																				
Branques i arrels	M	2					+	①③																												
Pedres (25 a 250 mm)	D	74			+	⑥	+++	⑤⑦																												
Blocs mòbils (>250 mm)	D	20	+	⑧																																
Grava (2,5 a 25 mm)																																				
Espermàfits emergents (Heliòfits)																																				
Fang (<0,1 mm) + restes orgànics																																				
Sorra i llims																																				
Algues																																				
Superfície uniforme, dura, natural i artificial (Argiles)	M	4			++	②	++	④																												
TOTAL																																				

Figura 4. Regla del 25% Fase B i del 10% Fase C Pla de mostreig.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Un cop el pla de mostreig ha finalitzat cal reportar els números del mostreig sobre l'esquema.

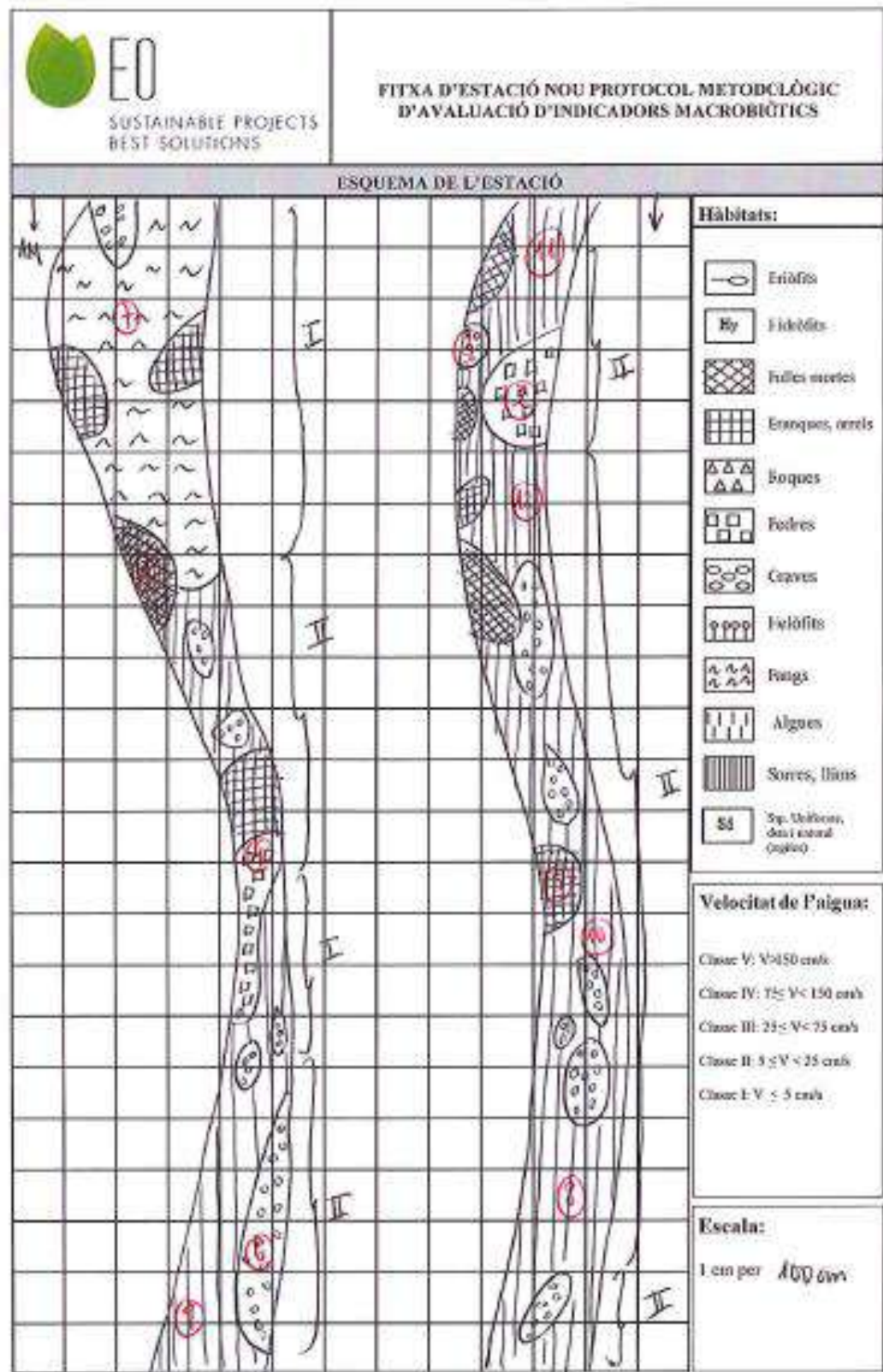


Figura 5. Esquema de l'estació amb els números de mostreig.

Els mostrejos s'efectuaran en direcció aigües avall-aigües amunt i segons l'ordre indicat. Així, segons la figura anterior, el primer mostreig serà el P8 de la Fase B, el segon serà el P10 de la Fase C i així de manera successiva.

Tal i com s'ha descrit en l'apartat de l'anàlisi comparatiu, la quantitat d'unitats de mostreig entre els diferents hàbitats presents en el tram ("kick") difereix, ja que és de 20 al protocol ES / CA i 12 al protocol FR en tres fases (Fase A, B i C).

Prendre 12 mostres pot ésser relativament complex en funció de l'estació, prendre'n 20 pot ser problemàtic. També cal tenir en compte la diversitat d'hàbitats disponibles. En el cas dels rius del Principat d'Andorra, la totalitat de les mostres o la gran majoria de les mostres, realitzades segons els grups de substrats definits pel protocol ES / CA, es realitzaran en un sol grup: substrats durs. Amb rares excepcions, com l'estació d'Ansalonga, també es poden extreure mostres del grup 2: detritus vegetals. Per als altres 3 grups, sembla difícil d'obtenir-los.

Per tant, es proposa de realitzar el mostreig d'acord amb el mètode francès i tenir en compte tots els substrats presents a l'estació i així limitar la pèrdua d'informació sobre la possible presència de tàxons subordinats a aquests hàbitats marginals. Així doncs, procedirem a agafar aquestes mostres aplicant les regles de NF T90-333 i FD T90-733. De fet, el càlcul de la I2M2 requereix la presentació de les 3 fases com es requereix en el protocol, i que han estat descrites anteriorment.

En termes de nombre de mostres, es tindrà un dèficit de 8 mostres en comparació entre ambdós protocols. Tot i que sembla a priori poc probable que l'absència d'aquestes 8 mostres sigui perjudicial per a l'obtenció dels índexs i la classificació de la qualitat del curs d'aigua, donat que la majoria de les mostres es prendran en un sol tipus de substrat. Ara bé, per tal que aquest fet no provoqui un esbiaix d'informació, s'ha realitzat una verificació amb la realització de mostrejos complementaris proporcionals a la superfície estimada, sobre la base de 8 mostrejos durant les campanyes de 2018, 2019 i 2020. Veure *apartat 4.8 Aplicació mètriques i determinació del nivell de qualitat*.

Aquests mostrejos seran conservats de manera reagrupada i tractats a part al laboratori. Així, es podrà verificar:

- Si els tàxons presents en els 8 mostrejos complementaris són absents en els 12 mostrejos inicials.
- Taxa de representació.
- Si la seva absència és perjudicial en el càlcul de l'índex i de la determinació de la qualitat.

4.5 Mostreig

Abans d'iniciar la fase pròpiament de mostreig, es realitzarà la identificació dels macroinvertebrats que viuen a la superfície de l'aigua, o aquells que, tot i que viuen submergits, són difícils de capturar. Aquests s'anotaran a la fitxa de camp corresponent per tal de ser inclosos en la fase de recompte.

Es realitzarà el mostreig remuntant el riu (d'aigües avall cap a aigües amunt) i tenint en compte el nombre d'unitats de mostreig i la distribució en els tipus d'hàbitats anteriorment descrits: substrats durs, detritus vegetals, ribes vegetades, macròfits submergits i sorra i sediments fins.

La forma de mostreig presenta variacions en funció del tipus d'hàbitat, tal i com es descriu a continuació:

- **Substrats durs (roques, pedres i graves):** es col·locarà el bastidor de la xarxa sobre el substrat tot remonent el substrat aigües amunt, de manera que tots els invertebrats que es desprenguin siguin arrossegats pel corrent i entrin dins de la xarxa. Les pedres més grosses es netejaran a mà davant de la xarxa i s'inspeccionaran després per tal d'assegurar que no hi queda cap organisme adherit. Les pedres més petites es remouen directament amb les mans per tal de fer sortir els animals.
- **Detritus vegetals (fulles mortes, branques i arrels):** les restes vegetals de mida més petita es mostrejaran remonent-les davant o dins la xarxa per tal de fer desprendre els organismes. Les més grosses, com les branques, es netejaran amb la mà dins la xarxa i s'inspeccionaran per tal d'assegurar que no hi queden organismes adherits. Els troncs més grans s'evitaran ja que es difícil mostrejar-los adequadament.
- **Macròfits submergits (algues):** es passarà la xarxa de baix a dalt entre la vegetació per tal de recollir aquells organismes que hi viuen entremig o adherits a les tiges. Les primeres passades es faran de manera ràpida per tal d'agafar aquells organismes que naden lliurement a la columna d'aigua i després es faran passades més lentes tot movent la xarxa en ziga-zaga per tal de facilitar el desprendiment d'aquells organismes situats sobre la vegetació.
- **Ribes vegetades (hidròfits, briòfits i helòfits):** es mostrejaran com la resta de macròfits. En zones poc profundes, i sempre i quan es vulguin tenir separades les mostres de cada hàbitat, cal anar amb compte de no tocar el substrat amb la xarxa, per tal de no barrejar organismes de substrats diferents.
- **Sorra i altres sediments inorgànics fins (sorres i llims, argil·les i fangs):** allà on l'aigua porti un corrent prou fort, el mostreig d'aquest substrat fi es pot realitzar com en el cas dels substrats durs. En zones de baix corrent, caldrà que l'operador mogui activament la xarxa de mà per capturar els animals. Alternativament, i especialment en llocs més profunds, on l'operador no podrà entrar al riu amb seguretat, es mostrejaran els sediments fins passant la xarxa per sobre el substrat (enfonsada només uns pocs cm)

al llarg d'un petit tram, tot repetint la mateixa operació en diverses zones.

Per a la realització del mostreig s'utilitzarà una malla amb una llum de 500 µm, que permetrà la recol·lecció de pràcticament tots els macroinvertebrats, a excepció dels estadis més petits (veure apartat mitjans materials). Es començarà mostrejant les zones més baixes i es continuarà aigües amunt, per tal d'evitar que la pertorbació faci fugir els organismes o bé apareguin organismes arrossegats des d'aigües amunt.

A mesura que s'aniran completant les unitats de mostreig, s'anirà buidant la xarxa en una o diverses safates per tal d'evitar la pèrdua d'organismes al realitzar noves batudes. Es buidarà la xarxa prèviament al nou mostreig, especialment en trams de poca corrent i de certa profunditat.

Un cop mostrejada la darrera unitat, es procedirà a netejar la xarxa dels organismes que hi hagin pogut quedar adherits, que seran també dipositats a la safata. D'aquesta manera, les mostres obtingudes seran unificades en una sola mostra per punt.

També es netejaran aquelles mostres que continguin sediments i restes orgàniques per tal de facilitar la feina posterior al laboratori. Es farà també un filtrat de la mostra amb l'ajuda de sedassos de llum grossa, per així poder retirar tot el material possible i que podria interferir en el tractament de les mostres al laboratori.

Les dades referents al mostreig s'anotaran a la fitxa d'estació corresponent/s (veure Annex 1) . Es recollirà informació sobre:

- Hàbitats presents i distribució de les unitats de mostreig. S'especificarà la velocitat de l'aigua, el percentatge d'ocupació i el nombre d'unitats de mostreig realitzats (cal tenir en compte que poden incloure hàbitats mixtes).
- Identificació en camp dels tàxons capturats pel que s'emprarà una fitxa de camp específica.
- Invertebrats observats en superfície o submergits, quan no s'hagin capturat pel que serà necessari emprar una fitxa de camp específica.
- Número total de mostres i codi de la mostra.
- Si existeixen desajustos entre els esforços previstos i els que no s'han pogut mostrejar es reflexarà a la fitxa de camp.

Advertiment: cal esmentar que la campanya de mostreig es podrà dur a terme només si els cursos d'aigua han estat estables durant almenys 10 dies i no s'ha produït cap fenomen significatiu (fortes pluges, inundacions...). En aquest cas, cal esperar el retorn a les condicions normals (10-15 dies).

4.5.1 Recol·lecció de mostres

Cadascuna de les mostres recollides s'introduirà en un o més pots de plàstic, en funció de la quantitat d'organismes obtinguts. Els pots a emprar seran de tancament hermètic i boca ampla.

Seguidament, es fixaran les mostres.

A continuació, s'etiquetaran els pots. L'etiqueta de cadascun d'ells mostrarà: codi del punt de mostreig, data de mostreig, curs d'aigua, fase de mostreig, substrat i fixador emprat. En el supòsit cas que s'hagi utilitzat més d'un pot per guardar la mostra, serà necessari registrar aquesta informació.

En el transcurs del transport de les mostres de camp al laboratori es prendran les mesures necessàries per tal d'evitar el trencament dels pots de mostreig o l'alliberació de vapors. Els pots seran emmagatzemats en neveres o caixes amb tapa en un lloc fresc tot evitant l'exposició al sol.

B. TREBALL DE LABORATORI

4.6 Rentat de la mostra

Les mostres seran processades per estació i en ordre cronològic, de P1 a P12. Per tenir la distribució dels tàxons, el pot de mostreig s'abocarà sobre una columna de tamís composta de 3 tamisos i un contenidor de recollida; l'últim tamís serà el de malla de 0,5 mm. Es realitzarà un rentat abundant de cada mostra, preferentment sota campana extractora. Es rentarà i retirarà tot aquell material més groller tot comprovant que no hi queden organismes adherits. Es remourà bé la mostra amb les mans per tal d'homogeneïtzar-la.

En el supòsit cas que la mostra hagi estat recollida en més d'un recipient, serà ara el moment d'ajuntar-les.

4.7 Identificació i recompte dels tàxons

Al laboratori, i sota una lupa binocular, es procedirà a identificar els organismes amb l'ajuda de guies d'identificació. El recompte es realitzarà d'una manera o d'una altra en funció de la fracció.

Els organismes grossos de la mostra seran recollits amb unes pinces entomològiques, per tal d'identificar-los i comptar-los directament.

Per a la resta de mostra es farà una identificació i recompte directe, a excepció si el nombre d'individus és molt important. En aquest supòsit, el que es farà és realitzar un submostreig. Finalment, en aquest cas, es revisarà la resta de la mostra per tal de localitzar la presència d'altres tàxons; en cas de detecció es recomptaran.

El nivell taxonòmic a identificar serà a nivell de gènere, d'acord amb les exigències de la Norme XP T90-388 (Juny 2010) Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertebrés de cours d'eau i GA T90-788 Guide d'application de la Norme XP T90-388.

Els resultats obtinguts es reportaran a la fitxa de laboratori corresponent. S'hi afegiran aquells organismes que han estat observats directament al camp i alliberats.

Les mostres es conservaran durant un període mínim de tres anys per tal de permetre possibles comprovacions o anàlisis complementàries si s'escau.

4.8 Aplicació de les mètriques i determinació del nivell de qualitat

Un cop identificades i comptades les mostres es prepararan les llistes taxonòmiques i es realitzaran els càlculs d'abundàncies i índexs de qualitat del punt de mostreig següents:

- IBG-DCE
- EQR de l'IBG-DCE segons la fórmula següent:

$$EQR = \frac{(nota\ IBG - DCE\ obtinguda - 1)}{(nota\ de\ referència^3 - 1)}$$

- IBMWP'
- EQR (=RCE) de l'IBMWP' segons la fórmula següent:

$$EQR = \frac{(nota\ IBMWP'\ obtinguda)}{(nota\ de\ referència^4)}$$

- I2M2
- **IMMi-T (la nota de l'índex IMMi-L no s'ha calculat donada l'absència de referències em EQR dels diferents elements que componen l'índex).**

L'índex IBGN és calculat a partir de la llista taxonòmica de la Fase A (mostres de la 1 a la 4 dels substrats M) i de la Fase B (mostres de la 5 a la 8 sobre els substrats D d'acord amb l'ordre descendent de prioritat = capacitat de desenvolupar un hàbitat per als invertebrats). El càlcul resulta conforme amb la metodologia establerta en la norma NF T90-350.

L'índex I2M2 es calcula a través de la pàgina web del Sistema d'Avaluació de l'Estat d'Aigües (AEE: <http://see.eaufrance.fr/>), sota la responsabilitat de l'Agència Francesa de la Biodiversitat.

L'índex BMWP' es calcula d'acord amb els procediments vigents, a partir de la suma dels valors assignats a cada família, des del moment en què es detecta un individu.

La nota de l'IMMi-T es calcula utilitzant la fórmula següent:

$$IMMi-T = 0,2 \mathbf{EQR(S)} + 0,2 \mathbf{EQR(EPT)} + 0,4 \mathbf{EQR(IASPT)} + 0,2 \mathbf{EQR} (\text{Log}(10)\text{Sel}(\text{EPTCD}+1)).$$

Els cursos d'aigua del Principat d'Andorra pertanyen a la Hydroécocorégion 1 (HER 1): Pirineu.

³ Nota de referència EQR de l'IBG-DCE: 17

⁴ Nota de referència EQR de l'IBMWP': 217

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

on S = nombre de famílies detectades en les mostres; EPT = suma de les famílies de Plecòpters, Tricòpters i Efemeròpters detectades; IASPT= índex de mitjana per tàxon, calculat a partir de la nota de l'IBMWP' i dividit pel nombre de famílies detectades; $\text{Log}_{10}\text{Sel}(\text{EPTCD} + 1)$ = logaritme decimal de la suma dels *Ephemerellidae* – *Leptophlebiidae* per m², dels *Chloroperlidae* – *Nemouridae* – *Leuctridae* per m², dels *Philopotamidae* – *Limnephilidae* – *Psycomyidae* – *Sericostomatidae* per m², dels *Elmidae* – *Dryopidae* per m² i dels *Athericidae* per m².

El càlcul de la nota en EQR per a cada paràmetre es realitza dividint el valor observat a l'estació pel valor de referència.

El valor de referència, per a cada paràmetre que es pot utilitzar a Andorra, és el següent:

- Valor de referència del paràmetre S: 37
- Valor de referència del paràmetre IASPT: 5.51
- Valor de referència del paràmetre EPT: 12
- Valor de referència del paràmetre EPTCD: 2.23

Exemple: Si volem calcular l'EQR del valor S, hem de procedir de la manera següent:

$$EQR(S) = \frac{\text{Valor observat a l'estació}}{\text{Valor de referència}}$$

El valor així obtingut es multiplica llavors pel coeficient indicat a la fórmula. Per als paràmetres, aquest coeficient és igual a 0,2. Heu de procedir de la mateixa manera per a cada paràmetre.

En paral·lel es calcularà la robustesa de l'índex IBGN, per tal d'avaluar la fiabilitat de la nota obtinguda.

S'efectuaran igualment el càlcul d'índexs estructurals i d'altres índexs:

- Índex de Shannon: indica la diversitat de les espècies. El seu valor varia de 0 a 5. Un valor superior a 3 és indicador d'una població ben diversificada.
- Índex de Simpson: s'utilitza per comprovar la dominància entre tàxons. El seu valor varia de 0 (sense domini d'un taxó) a 1 (domini d'un taxó dins de la població).
- Índex d'equitabilitat: indica l'homogeneïtat de les captures i l'equilibri de la població. El seu valor varia de 0 (un taxó representa la totalitat de les captures) a 1 (repartició equitativa).
- Coeficient morfodinàmic: indica el grau d'hospitalitat del medi ambient, és a dir, la capacitat de proposar un hàbitat de qualitat que afavoreixi la presència de macroinvertebrats.
- Índex de similitud de Jaccard o Sorensen, per tal d'avaluar el grau de diferència entre dues estacions consecutives. Aquests índexs també permetran destacar els tàxons que

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

desapareixen / apareixen al llarg d'un eix amunt/avall i verifiquen si aquesta evolució és normal o no.

- Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF): índex d'avaluació ràpida de l'heterogeneïtat de l'hàbitat de la llera fluvial. El valor màxim de l'índex és de 100 punts i el mínim sempre és superior a zero.
- Índex qualitat bosc de ribera (QBR): el QBR fa una valoració ràpida de l'estat de conservació de riberes i atorga una puntuació d'entre 0 i 100 tenint en compte la coberta, l'estructura, la diversitat d'espècies vegetals i les possibles alteracions antròpiques existents.

També amb l'eina de diagnòstic vinculada a l'índex multimètric I2M2, es proporcionarà informació sobre la probabilitat d'impacte de la pressió considerada. La probabilitat d'impacte es considera com significativa quan arriba o supera el valor de 0,5.

La qualitat de l'estació serà definida a partir dels índexs inicials i conforme a les exigències de la DMA, segons 5 classes amb el següent codi de color corresponent: **Molt Bo**, **Bo**, **Mitjà**, **Mediocre**, **Dolent**.

Els valors límit que permeten definir les diferents classes seran en funció del tipus de curs d'aigua al qual l'estació pertany. Tal i com ja s'ha esmentat, del costat francès, els cursos d'aigua del Principat d'andorra pertanyen a la Hydroécórégion 1 (HER 1): Pirineu. A la taula següent es presenten els valors llindars dels diferents índexs, segons la tipologia del curs d'aigua, per tal classificar la qualitat de la massa d'aigua.

HER 1 Pyrénées				
IBG-DCE				
Molt Bo	Bo	Moderat	Deficient	Dolent
20-16	16-14	14-10	10-6	6-0

HER 1 Pyrénées				
EQR				
Molt Bo	Bo	Moderat	Deficient	Dolent
>0,93750	0,93750-0,8125	0,81250-0,56250	0,56250-0,31250	0,31250-0

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

HER 1 Pyrénées				
I2M2				
Molt Bo	Bo	Moderat	Deficient	Dolent
1-0,7078	0,7078-0,457	0,457-0,3047	0,3047-0,1523	0,1523-0

Figura 6. Valors aplicats als diferents índexs del protocol francès, segons la tipologia del curs d'aigua.

Dels costat català, els cursos d'aigua del Principat pertanyen aparentment al tipus R-T25: Rius de muntanya humida silfíca. Cal assenyalar que, encara que sigui computable, els índexs IMMi dels rius del Principat d'Andorra no tenen valors llindars, per tal de determinar les classes de qualitat. De fet, seguint una sol·licitud d'informació de l'Agència Catalana de l'Aigua a Barcelona, aquests valors no existeixen, ja que no s'han dut a terme estudis sobre els rierols de muntanya i/o alpins; categories a les quals pertanyen els rius andorrans. Tanmateix, per tal de proporcionar una classe de qualitat amb finalitats informatives, per a l'IMMi-T, s'utilitzaran els valors llindars de la taula següent. Aquests valors han estat facilitats per l'Agència Catalana de l'Aigua.

IMMi-T				
Molt Bo	Bo	Moderat	Deficient	Dolent
>0,846	0,846-0,695	0,698-0,464	0,464-0,232	<0,227

Taula 8. Valors indicatius per definir les classes de qualitat segons l'índex IMMi-T.

Per a l'IBMWP', s'indicarà el valor de l'índex calculat i el seu valor en RCE (= EQR). Es calcula un valor basat sobre 12 o 20 mostres.

BMWP'				
Molt Bo	Bo	Moderat	Deficient	Dolent
>140	140-85	85-50	50-20	<20

BMWP' (RCE)				
Molt Bo	Bo	Moderat	Deficient	Dolent
>0,71	0,71-0,44	0,44-0,26	0,26-0,11	0,11-0

Taula 9. Valors indicatius per definir les classes de qualitat segons l'índex BMWP' i el seu equivalent RCE.

L'anàlisi dels resultats es basarà en la preferència dels diferents tàxons de la població, per tal de proporcionar explicacions sobre els resultats de l'índex, i així determinar els factors potencials que poden explicar el resultat.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

L'índex I2M2 va acompanyat d'una eina de diagnòstic, que pot aportar eventualment elements explicatius, en quan a la composició taxonòmica de la població. Tanmateix, aquesta eina, encara en fase de desenvolupament, només la proporciona la plataforma SEEE amb finalitats indicatives. Les interpretacions resultants s'han de basar imperativament en el context ambiental que s'ha observat al camp i ser prudents. Aquesta eina indica una simple probabilitat d'impacte d'un factor determinat. Quan aquesta probabilitat és igual o superior a 0,5, l'impacte es pot considerar significatiu.

Es precisa doncs, que la classe de qualitat que s'indicarà per a 2018 i 2019 serà proporcionada a títol orientatiu. En efecte, la classe de qualitat d'una estació, i en conseqüència, d'un tram o d'un curs d'aigua en la seva totalitat, d'acord amb el que estableix la DMA no pot ésser establert més que a partir de dades representatives en tres anys consecutius. No estarem doncs en mesures d'establir la classe de qualitat de cada estació, en conformitat amb la DMA, fins a la campanya de 2020 traslladats en l'informe de resultats de 2021.

A causa d'un canvi de protocol de mostreig, però especialment de càlcul d'índexs, els canvis en les classes de qualitat d'una estació determinada poden tenir lloc independentment de la llista faunística establerta. Aquest canvi és potencialment degut a la severitat de l'índex establert. Així, especialment amb el protocol francès, el càlcul de l'índex multimètric d'invertebrats (I2M2) pot conduir a una caiguda d'una o dues classes de qualitat (observacions generalment constatades a França després d'aplicar aquest nou índex).

Per això, tindrem en compte les possibles diferències faunístiques entre els anys anteriors i el 2018.

Estant en una fase d'implementació dels protocols, es disposa de dos protocols amb diverses mostres: 12 per al protocol francès i 20 per al protocol català.

Dins d'una òptica de comparació per definir el nombre de mostres necessàries per al protocol final, s'ha calculat el BMWP' a partir de 12 i 20 mostres. Per fer la distinció, s'anomena en aquest informe l'índex BMWP' calculat amb 12 mostres BMWP'12 (i RCE12) i l'índex BMWP' calculat amb 20 mostres BMWP'20 (i RCE20). El mateix per a l'índex IMMi-T (IMMi-T12 i IMMi-T20).

Aquest càlcul dels índexs BMWP' I IMMi-T sobre 20 i 12 mostres s'ha efectuat durant tres anys consecutius (2018, 2019 i 2020). Els resultats obtinguts venen a confirmar que l'elecció de 12 o 20 mostres no modifica dràsticament les llistes faunístiques, els índexs ni les classes de qualitat (veure taules següents). Així doncs, es valida el protocol amb 12 mostres per a la realització dels càlculs dels diferents índexs: IBG-DCE, I2M2, BMWP' I IMMi-T.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	16	0,8238	173	173	1,002	0,996
2019	14	0,7728	129	141	1	0,89
2020	14	0,7717	124	132	0,98	0,88
Mitjana	14,67	0,78943	142	148,67	0,994	0,922
Classe d'estat	Bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo

Taula 10. Resum valors índexs 1.01 Grau Roig 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	14	0,5844	106	154	0,863	0,965
2019	13	0,5518	103	124	0,860	0,780
2020	13	0,563	103	120	0,860	0,780
Mitjana	13,33	0,5664	104	132,67	0,861	0,842
Classe d'estat	Mitjà	Mitjà	Bo	Bo	Molt bo	Molt bo

Taula 11. Resum valors índexs 2.01 Presa de Ransol 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	13	0,582	112	129	0,804	0,804
2019	13	0,533	96	121	0,840	0,770
2020	14	0,5269	98	102	0,840	0,720
Mitjana	13,33	0,5473	102	117,33	0,828	0,765
Classe d'estat	Mitjà	Bo	Bo	Bo	Bo	Bo

Taula 12. Resum valors índexs 3.00 Meritxell, Pont de Molleres 2018-2020.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	13	0,5212	106	124	0,813	0,810
2019	13	0,4821	119	131	0,845	0,780
2020	13	0,501	115	129	0,860	0,770
Mitjana	13	0,50143	113,33	128	0,839	0,787
Classe d'estat	Mitjà	Bo	Bo	Bo	Bo	Bo

Taula 13. Resum valors índexs 4.01 Aigües avall d'Encamp Urb. Valira Nova 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	8	0,3825	50	61	0,503	0,549
2019	4	0,325	42	61	0,570	0,510
2020	7	0,3467	42	61	0,590	0,520
Mitjana	6,33	0,3514	44,67	61	0,554	0,526
Classe d'estat	Mediocre	Mitjà	Mediocre	Mitjà	Mitjà	Mitjà

Taula 14. Resum valors índexs 5.00 Escaldes, pont de Mandicó 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	12	0,4709	98	112	0,770	0,786
2019	12	0,4153	91	91	0,690	0,620
2020	11	0,4053	75	75	0,690	0,590
Mitjana	11,67	0,4305	88	92,67	0,717	0,665
Classe d'estat	Mitjà	Mitjà	Bo	Bo	Bo	Mitjà

Taula 15. Resum valors índexs 6.00 La Margineda 2018-2020.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	12	0,6218	122	158	0,807	0,865
2019	11	0,4191	103	115	0,800	0,720
2020	11	0,422	90	109	0,830	0,730
Mitjana	11,33	0,48763	105	127,33	0,812	0,772
Classe d'estat	Mitjà	Mitjà	Bo	Bo	Bo	Bo

Taula 16. Resum valors índexs 12.01 Límit Espanya, EDAR sud 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	18	0,8184	213	219	1,156	1,162
2019	17	0,8282	212	226	1,240	1,200
2020	17	0,8273	201	205	0,930	0,940
Mitjana	17,33	0,82463	208,67	216,67	1,109	1,101
Classe d'estat	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo

Taula 17. Resum valors índexs 7.00 Pont de Castellar 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	17	0,8438	207	207	1,111	1,109
2019	17	0,835	188	218	1,260	1,180
2020	16	0,8402	185	215	1,270	1,180
Mitjana	16,67	0,83967	193,33	213,33	1,214	1,156
Classe d'estat	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo

Taula 18. Resum valors índexs 8.00 Ansalonga 2018-2020.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	12	0,5004	92	137	0,749	0,885
2019	13	0,5427	123	140	1,24	0,890
2020	10	0,5829	67	83	0,800	0,710
Mitjana	11,67	0,542	94	120	0,823	0,828
Classe d'estat	Mitjà	Bo	Bo	Bo	Bo	Molt bo

Taula 19. Resum valors índexs 9.00 Pont de Sant Antoni 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	18	0,7398	210	221	1,068	1,072
2019	17	0,7451	193	211	1,220	1,140
2020	17	0,7593	193	211	1,220	1,140
Mitjana	17,33	0,74807	198,67	214,33	1,169	1,117
Classe d'estat	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo	Molt bo

Taula 20. Resum valors índexs 10.01 Pont d'Arinsal 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	13	0,6738	110	131	0,843	0,871
2019	11	0,6127	105	151	0,920	0,890
2020	11	0,6203	105	151	0,920	0,890
Mitjana	11,67	0,6356	106,67	144,33	0,894	0,884
Classe d'estat	Mitjà	Bo	Bo	Molt Bo	Molt Bo	Molt bo

Taula 21. Resum valors índexs 11.01 Pont de la Massana 2018-2020.

NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS ADAPTAT ALS RIUS D'ANDORRA

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	11	0,533	101	112	0,712	0,742
2019	13	0,3768	114	119	0,77	0,73
2020	12	0,3787	107	112	0,77	0,52
Mitjana	12	0,4295	107,33	114,33	0,751	0,664
Classe d'estat	Mitjà	Mitjà	Bo	Bo	Bo	Bo

Taula 22. Resum valors índexs 15.00 Impacte Pas de la Casa (amunt EDAR) 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	16	0,7728	156	169	1,053	1,056
2019	16	0,7822	175	195	1,13	1,07
2020	16	0,7622	161	168	1,09	1,02
Mitjana	16	0,7724	164	177,33	1,091	1,05
Classe d'estat	Molt Bo	Molt Bo	Molt Bo	Molt Bo	Molt Bo	Molt bo

Taula 23. Resum valors índexs 16.00 Aigües amunt Pas de la Casa 2018-2020.

Període	IBGDCE	I2M2	BMWP' (12P)	BMWP' (20P)	IMMi-T (12P)	IMMi-T (20P)
2018	16	0,8255	179	200	1,043	1,032
2019	17	1	192	220	1,16	1,15
2020	17	0,7831	185	195	1,170	0,900
Mitjana	16,67	0,8695	185,33	205,00	1,124	1,027
Classe d'estat	Molt Bo	Molt Bo	Molt Bo	Molt Bo	Molt Bo	Molt bo

Taula 24. Resum valors índexs 17.00 Límit França 2018-2019.

4.9 Resum

A continuació, es descriuen de manera abreujada les diferents etapes que conformen el nou protocol metodològic.

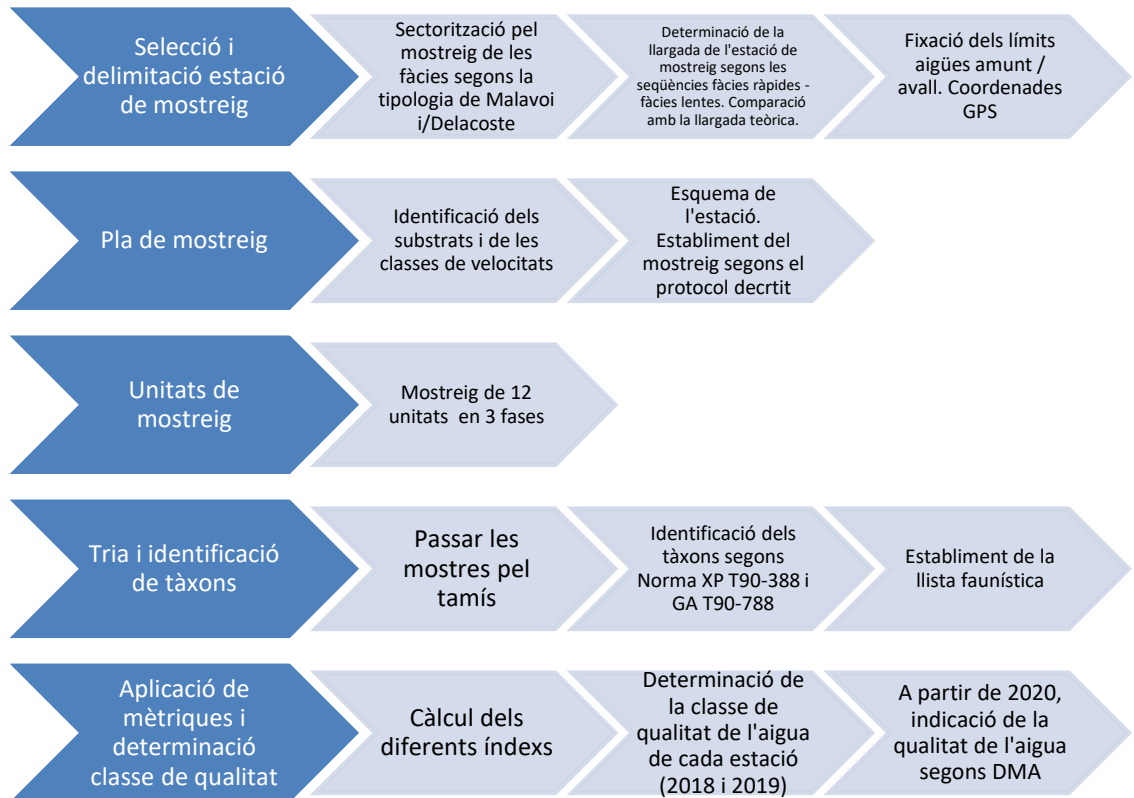


Figura 7. Principals etapes del nou protocol metodològic.

5. Mitjans materials

Tot seguit es presenta una relació del material necessari per a l'execució del seguiment de la qualitat biòtica emprant com a indicadors els macroinvertebrats:

5.1 Material de mostreig

- Xarxa per recollir els macroinvertebrats, amb una llum de 500 µm i, com a mínim, amb un diàmetre d'obertura d'uns 30 cm i 1 m de llargada.
- Safates blanques de com a mínim 20x30 cm.
- Pinces o aspirador entomològic.
- Lupa de mà.
- Conductímetre.
- pH-metre.
- Correntímetre.
- Seguretat personal: botes de pescador, guants de goma o làtex, equipament resistent a l'aigua i drap o tovallola.

5.2 Conservació i identificació de mostres

- Pots de plàstic de com a mínim ¼ de litre per recollir les mostres.
- Vials de plàstic per recollir organismes desconeguts.
- Retoladors permanents, tisoires, 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.
- Alcohol de 96°.
- Formol amb una dilució mitjana (vora el 40%).

5.3 Material de laboratori

- Aigüera
- Campana extractora o habitacle ben ventilat
- Lupa binocular
- Tamisos de 500 µm, Columna de tamisos
- Pulveritzador
- Pinces entomològiques
- Plaques de Petri
- Comptadors
- Vials petits hermètics per conservar organismes
- Material per etiquetar resistent a l'alcohol
- Alcohol de 70°
- Guies d'identificació
- Seguretat personal: màscara protectora

5.4 Altres

- Fitxa de camp
- Càmera de fotos
- Mapes i/o GPS

Annex



FITXA D'ESTACIÓ NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALLUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS

DADES IDENTIFICATIVES DEL MOSTREIG

Curs d'aigua:		Parròquia:	
Estació:		Codi Estació:	

Coordenades Estació	X:
	Y:

Coordenades Límit Aigües Amunt	X:
	Y:

Coordenades Límit Aigües Avall	X:
	Y:

Règim hidràulic:	
-------------------------	--

Organisme/ Empresa:	
----------------------------	--

Mostrejador:	
---------------------	--

Codi mostra:	Núm. de pots:	Programa / Estudi :
Data:	Hora d'inici:	
	Hora final:	

Condicions climàtiques:	
--------------------------------	--

Conservació de la mostra:	
----------------------------------	--

Descripció de l'accés i localització del tram:	
---	--

PARÀMETRES FÍSICOQUÍMICS

Temperatura (en °C)	Aigua:	pH (unitats):
	Aire:	Conductivitat elèctrica (µS/cm):

Oxigen dissolt (mg O₂/l):	% Saturació O₂:	Nitrits (mg/l):
---	-----------------------------------	------------------------

Terbolesa (NTU)	Amoni (mg/l):
------------------------	----------------------

Nitrats (mg/l):	Fosfats(mg/l):
------------------------	-----------------------

CONTEXT AMBIENTAL

Aspecte llera i marge:	Color de l'aigua:
-------------------------------	--------------------------

Onatge sobre l'aigua:	Netedat de l'aigua:
------------------------------	----------------------------

Escuma de detergent:	Olor:
-----------------------------	--------------

Presència de fustes i fulles mortes:	Recobriment ombra (%):
---	-------------------------------

Matèria orgànica flotant:	Terbolesa de l'aigua:
----------------------------------	------------------------------

Altres cossos presents:	Rebliment del llit:
--------------------------------	----------------------------

Presència de tint a l'aigua:	Intensitat de rebliment:
-------------------------------------	---------------------------------



FITXA D'ESTACIÓ NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALLUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS

CONTEXT AMBIENTAL

Vegetació

Característiques marge dret:

Característiques marge esquerre:

Components marge dret:

Components marge esquerre:

Vegetació marge dret:

Vegetació marge esquerre:

OBSERVACIONS / INCIDÈNCIES

FOTOS



FITXA D'ESTACIÓ NOU PROTOCOL METODOLÒGIC D'AVALUACIÓ D'INDICADORS MACROBIÒTICS

PLA DE MOSTREIG

Largeur Plein Bord (m):	Superfície de l'estació (m²):
Llargada total de l'estació (m):	Superfície màxima substrat marginal (m²):
Amplada mitjana (m):	

			CLASSES DE VELOCITAT										FASE C							
			Classe V		Classe IV		Classe III		Classe II		Classe I		1r càlcul		2n càlcul		3r càlcul		4t càlcul	
			V≥150 cm/s		75≤V<150 cm/s		25≤V<75 cm/s		5≤V<25 cm/s		V<5cm/s									
			MOLT RÀPID		RÀPID		MITJÀ		LENT		NUL									
SUBSTRATS	D / M / P	Superfície estimada (%)	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig	Presència	Núm. mostreig
Briòfits																				
Espermàfits submergits (Hidròfits)																				
Restes orgàniques grolleres (fulles mortes)																				
Branques i arrels																				
Pedres (25 a 250 mm)																				
Blocs mòbils (>250 mm)																				
Grava (2,5 a 25 mm)																				
Espermàfits emergents (Heliòfits)																				
Fang (<0,1 mm) + restes orgànics																				
Sorra i llims																				
Algues																				
Superfície uniforme, dura, natural i artificial (Argiles)																				
TOTAL		100																		

GRAELLA DE MOSTREIG

Núm. Mostreig	Tipus de substrat	Classe de velocitat	Presència (%)	Fase	Alçada d'aigua (cm)	Eina de mostreig
1				A		Surber
2				A		Surber
3				A		Surber
4				A		Surber
5				B		Surber
6				B		Surber
7				B		Surber
8				B		Surber
9				C		Surber
10				C		Surber
11				C		Surber
12				C		Surber

MOSTREIG COMPLEMENTARI

Substrat	Classe de velocitat				
	V>150 cm/s	75≤V<150 cm/s	25≤V<75 cm/s	5≤V<25 cm/s	V<5cm/s
	Núm. Mostrejos	Núm. Mostrejos	Núm. Mostrejos	Núm. Mostrejos	Núm. Mostrejos
Dur					
Dur					
Detritus vegetals					
Vegetació emergent i vegetació de marge					
Macròfits submergits i algues					
Sorra, grava, terra					

	Núm. Mostrejos	Organismes nadadors	
		HETERÒPTERS	COLEÒPTERS
Protocol FR	P1		
	P2		
	P3		
	P4		
	P5		
	P6		
	P7		
	P8		
	P9		
	P10		
	P11		
	P12		
Complement protocol ES	PC1		
	PC2		
	PC3		
	PC4		
	PC5		
	PC6		
	PC7		
	PC8		



SUSTAINABLE PROJECTS
BEST SOLUTIONS

Av. d'Encler, 72/bx | AD500
Santa Coloma | ANDORRA
T + 376 721 060
F + 376 722 602
info@eo-ecoconsulting.com
www.eo-ecoconsulting.com