

Metodología F.E.M.

para la evaluación del estado ecológico de los ríos Mediterráneos



B Universitat de Barcelona

F. E. M. Freshwater Ecology and
Management
Research Group

AUTORES

N. Prat (coordinador)
M. Rieradevall
P. Fortuño

**Departament d'Ecologia
Universitat de Barcelona**

Agradecimientos

Estos protocolos han sido fruto del trabajo colectivo de muchos colaboradores del grupo F.E.M. a lo largo de los años, a todos ellos nuestro agradecimiento:

Raúl Acosta
Núria Bonada
Miguel Cañedo-Argüelles
Rosa Casanovas
Núria Cid
Eduardo García
Jordi Jubany
Marta Miralles
Antoni Munné
Cesc Múrria
Marc Ordeix
Isabelle Perrée
Marc Plans
Laura Puértolas
Tura Puntí
Blanca Ríos
Pablo Rodríguez
Núria Sanchez
Carolina Solà
Iraima Verkaik
Mireia Vila-Escalè
Christian Villamarín

Entre las instituciones que han apoyado nuestro trabajo destacamos:

Diputació de Barcelona – Oficina Tècnica d'Acció Territorial. Àrea d'Espais Naturals
Diputació de Barcelona – Servei de Medi Ambient. Àrea de Medi Ambient
Agència Catalana de l'Aigua
Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (Museu Industrial del Ter, Manlleu)
L'Observatori de la Tordera
Consorti per a la Defensa de la conca del riu Besòs
Aigües de Barcelona
Mancomunitat Intercomarcal del Penedès-Garraf
Sorea-Netaigua (Sant Celoni)
Depuradores d'Osona, SL

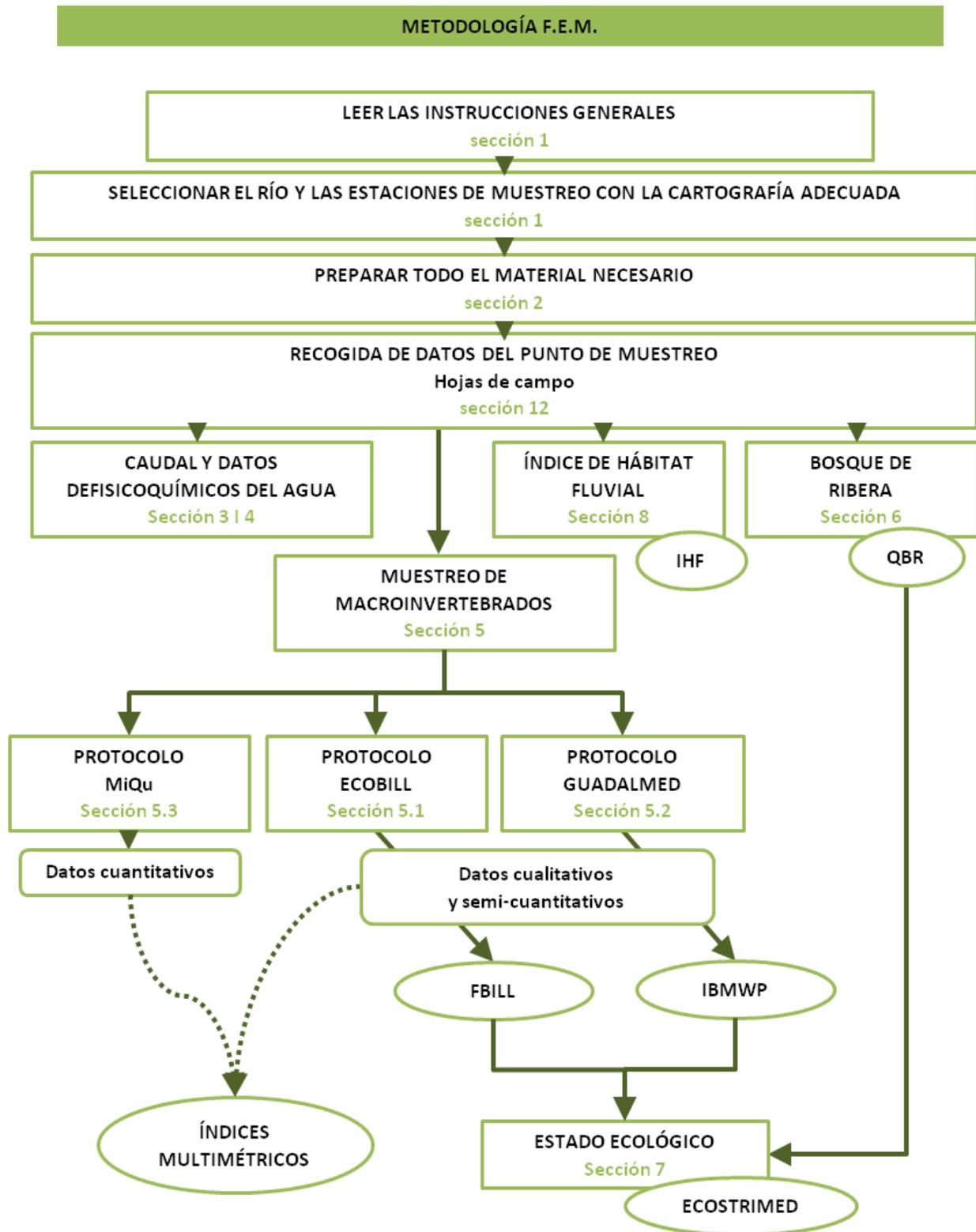
PRÓLOGO

El objetivo de esta publicación es ofrecer detalladamente la versión de la metodología diseñada por el grupo F.E.M. (Freshwater Ecology and Management) para el muestreo y determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos que hemos ido desarrollando en el Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona desde 1979, cuando empezamos el primer estudio de calidad de las aguas de los ríos de la provincia de Barcelona. Este trabajo es una síntesis de más de 30 años dedicados al estudio de los macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua.

El trabajo está pensado para proporcionar la mayoría de elementos necesarios para determinar de manera sencilla los valores de varios índices biológicos, del índice QBR de calificación del estado de la ribera y del índice IHF de calidad del hábitat y con ellos conocer el estado ecológico de los ríos

La primera hoja describe de forma esquemática los pasos a realizar del conjunto de protocolos que forman la metodología F.E.M. y que conducen al establecimiento del estado ecológico de los ríos mediterráneos. El método permite el uso tanto de muestras biológicas tomadas en un solo tipo de sustrato (piedras en la corriente) como muestras multihábitat (en todos los sustratos presentes en el río) y tanto si son cuantitativas como cualitativas, siempre usando los macroinvertebrados como organismos indicadores.

Para el cálculo del Estado Ecológico no es necesario utilizar todos los métodos ya que cada protocolo es independiente y por lo tanto se puede utilizar cualquiera de ellos en función de los objetivos a alcanzar.



SECCIÓN 1. INTRODUCCIÓN. PAUTAS GENERALES.

Para poder determinar de manera simplificada el estado ecológico de un río se deben seguir los siguientes pasos:

a) **Selección de la estación de muestreo.** Antes de empezar el estudio se seleccionan los puntos en donde se realizará el muestro, utilizando una cartografía 1:50.000 o inferior. En esta fase previa de gabinete se deben tener en cuenta una serie de recomendaciones:

- El número de estaciones de muestreo dependerá de la longitud del ríos objeto de estudio, y del detalle que queramos conseguir.
- Los afluentes de la cuenca del río principal se pueden incluir si lo que se desea es establecer una red de estudio con detalle. Si no, se elegirán tan solo aquellos puntos que "a priori" se cree que pueden modificar el estado del río principal (por entradas de contaminación, por ejemplo).
- Los puntos de muestreo deben estar separados entre ellos entre 1 y 10 kilómetros. Las distancias cortas son adecuadas para estudios de tipo local (efectos puntuales), mientras que las largas lo son para estudios más globales en una escala mayor (una o varias cuencas).
- Ubicar las estaciones de muestreo antes y después de poblaciones o afluentes. Esto es muy conveniente para poder interpretar posteriormente los datos. De todas formas, los puntos se deben situar a cierta distancia de los pueblos o lugares habitados para, con ello, evitar los efectos demasiado puntuales de los vertidos.
- La primera vez que se visita un lugar, conviene hacer un reconocimiento del río o de la riera, para localizar los posibles factores modificadores de la calidad del agua, que es imposible precisar en la etapa de gabinete.
- Siempre que sea necesario, el lugar preseleccionado en el gabinete puede cambiarse unos metros por arriba o abajo si ello supone una mejora en el acceso o permite precisar algún elemento de posible cambio no detectado en el estudio previo.
- Hay que intentar siempre que algunas de las estaciones sean de referencia o con pocas perturbaciones para tener una imagen objetiva de lo que es el río.

b) **Identificación del punto de muestreo.** Cada localidad se identificará (por su nombre, un código,...). El día, la hora y el tiempo atmosférico serán anotados en la hoja de campo que se incluye en este protocolo (sección 4), junto con otras observaciones que puedan ser relevantes en el trabajo.

c) **Toma de muestras y tratamiento de las mismas.**

- **Caudal.** Los ríos mediterráneos tienen un régimen hidrológico caracterizado por presentar fuertes disminuciones de caudal durante el verano, que en muchos casos supone la aparición de tramos de ríos secos o con charcas desconectadas entre sí. Debido que el caudal del río puede condicionar las características fisicoquímicas del agua y el tipo de organismos presentes, es importante medirlo. El caudal, además, también nos puede dar una idea de la capacidad de dilución de los aportes contaminantes. Una metodología sencilla de cómo medir este parámetro se puede encontrar en la sección 3 de este protocolo.

- **Fisicoquímica del agua.** Con la ayuda de determinados aparatos de campo es posible medir directamente la temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto que se anotarán en la hoja de campo. Es importante no olvidar calibrar estos aparatos antes de cada muestreo. Si no se dispone de estos aparatos la evaluación del estado ecológico es posible, usando tan sólo las características biológicas. En el caso de poder hacer análisis fisicoquímicos más completos, estos nos serán útiles para contrastar los datos biológicos, pero en este protocolo no son imprescindibles.
- **Macroinvertebrados.** El procedimiento para muestrear macroinvertebrados se encuentra posteriormente en este protocolo. Se han diferenciado dos métodos de muestreo: el primero es para muestrear la zonas reófilas (sección 5.1), o sea, donde se presentan zonas con corriente, el segundo es para muestrear todos los hábitats (reófilos y lénticos) de forma integrada, pero sin tener en cuenta el área muestreada (sección 5.2). El tercero usa una red surber, lo que proporciona datos referidos a una superficie conocida. Así, los dos primeros nos proporcionan datos cualitativos (presencia/ausencia de familias) o semi-cuantitativos (rangos de abundancia), mientras que el tercero nos da datos cuantitativos (individuos por metro cuadrado). Consultar la sección 5.

Después de haber obtenido la muestra se puede hacer una primera identificación de los organismos en el campo y apuntarlos en la hoja de campo (sección 4) donde se listan las familias de macroinvertebrados que es posible encontrar en Cataluña. Las claves y las láminas de dibujos (sección 8) facilitan el reconocimiento de los macroinvertebrados, aunque se requiere un cierto conocimiento previo para su correcta utilización. En el caso de falta de experiencia se recomienda recolectar las muestras y hacer una separación e identificación de los individuos en el laboratorio. En este caso, las muestras deberán ser etiquetadas en el campo con el nombre y/o código de la localidad y la fecha en que se tomó.

- **Bosque de Ribera.** El estudio del bosque de ribera se realizará mediante una observación de, como máximo, unos 100 metros lineales del río (aunque puede ser menor en ríos pequeños o en el caso de cambios bruscos en las características del río, un salto de agua por ejemplo). Ver la sección 6 para detalles del método.

El estado de conservación de los ecosistemas riparios es un elemento importante para la determinación de la calidad ecológica de los ríos mediterráneos. El método QBR (descrito en la sección 6) será el utilizado para evaluar esta calidad.

- **Hábitat acuático.** Conocer las condiciones del hábitat fluvial es también determinante para la correcta interpretación de los datos de la calidad y el estado ecológico de los ríos. Para determinar dichas características se aplicará el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) que se describe en la sección 8.

d) Determinación de la calidad biológica del agua y del estado del bosque de ribera.

En el caso de que el muestreo se haya realizado solamente en zonas reófilas, se calculará el índice FBILL que se explica en la sección 5.1.

Si la muestra ha integrado todas las zonas (rápidas y lentas) y sustratos (piedras, hojas, plantas,...) se calculará el índice IBMWP como se explica en la sección 5.2. La hoja de campo de la SECCIÓN 12 está pensada para facilitar el cálculo de este índice.

Si se ha utilizado el protocolo MiQu, se podrán calcular los índices multimétricos diseñados para tal efecto con el programa HIBIM.

e) Determinación del estado ecológico.

El estado ecológico se evaluará siguiendo las indicaciones de la sección 7, utilizando los valores de calidad del índice biológico y del QBR que hagamos calculado.

SECCIÓN 2. MATERIAL PARA EL MUESTREO

- Mapa o receptor GPS con la ubicación de las localidades a muestrear.
- Hojas de campo (se deben hacer varias copias).
- Aparatos de campo: velocímetro, conductímetro, pHmetro y oxímetro (si se dispone de ellos).
- Agua destilada para limpiar los aparatos.
- Cinta métrica (de 10 m, como mínimo).
- Palo graduado en intervalos de 1cm para medir profundidades.
- Red para recolectar macroinvertebrados de, como mínimo, 30 cm de diámetro y 1m de longitud, confeccionada de malla de Nylal de 250 μ m.
- Batea blanca de 15x20x5 cm para la observación de los macroinvertebrados recolectados.
- Pinzas.
- Botes de plástico de 1/4 de litro, como a mínimo, por si nos queremos llevar la muestra al laboratorio.
- Viales de plástico para recolectar y conservar los invertebrados que no se han identificado en el campo.
- Formol 4% o alcohol 70% para fijar las muestras que nos llevamos al laboratorio.
- Recipiente con pulverizador que contenga hipoclorito de sodio (lejía) al 4% para la desinfección de todo el material que entre en contacto con el agua (botas, red, palos...). Deberá usarse siempre que se cambia de tramo de muestreo para evitar propagación de especies animales, vegetales o fúngicas alóctonas o dañinas.
- Lápiz, tijeras, cinta aislante de color claro o blanco para etiquetar los botes que se trasladarán al laboratorio. Rotulador permanente para rotular estos botes.
- Etiquetas de papel para introducir en los viales que contengan los organismos, cuya identificación queramos acabar de confirmar en el laboratorio o nos interese guardar. Estas etiquetas deberán estar escritas en lápiz y en ellas se anotará: código o nombre de la estación, fecha de muestreo, nombre del recolector y la identificación taxonómica tentativa.
- Guantes.
- Botas de agua hasta por debajo de la rodilla, como mínimo.
- Trapo o toalla.
- Si hace sol, un sombrero y crema solar.

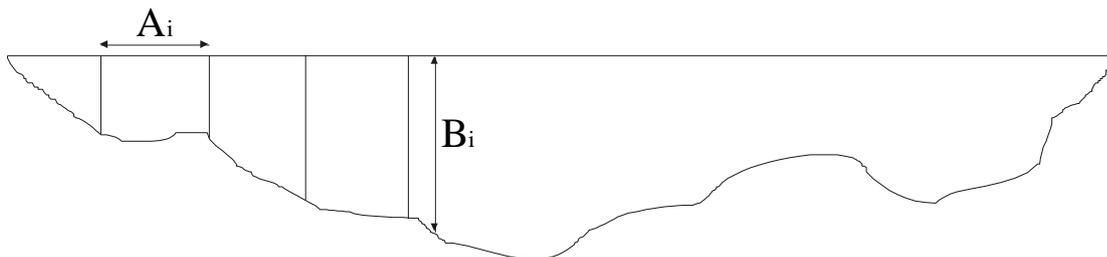
SECCIÓN 3. CÁLCULO DEL CAUDAL DEL RÍO

El caudal es el resultado del producto entre la sección o la media de varias secciones del río (expresado en m^2 o cm^2) y la velocidad media del agua (que se expresa en m/s o cm/s). Las unidades de caudal más utilizadas son los litros por segundo (l/s) o metros cúbicos por segundo (m^3/s) ($1m^3=1000$ litros).

El caudal se calculará en las localidades donde sea posible, en general en ríos de hasta 10m de ancho, donde el río sea más estrecho. No es recomendable medir este parámetro en los tramos más bajos de los ríos, puesto que la gran profundidad del cauce dificulta la toma de datos. En estos casos, se pueden tomar como caudales de referencia los que provienen de estaciones de aforamiento cercanas.

Cálculo de la sección del río

Primero se colocará una cinta métrica ocupando toda la anchura del cauce, procurando que esté tensada. A continuación, se tomarán las medidas de profundidad (B_i) mediante un palo graduado a intervalos regulares (A_i), la longitud de los que será proporcional a la anchura del tramo.

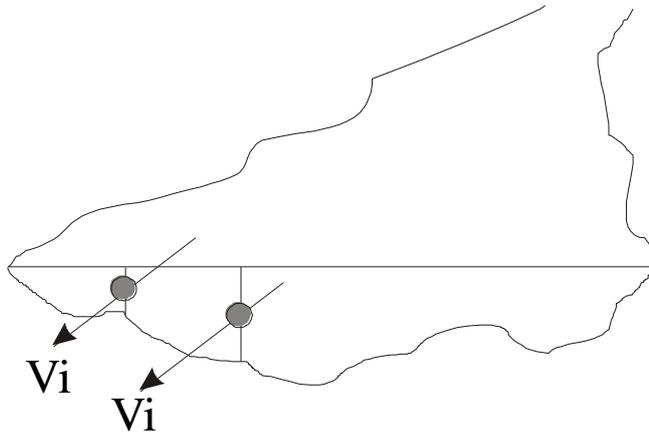


La sección del río la obtendremos calculando las subáreas y sumándolas todas, o calculando la profundidad media y multiplicándola por la anchura total.

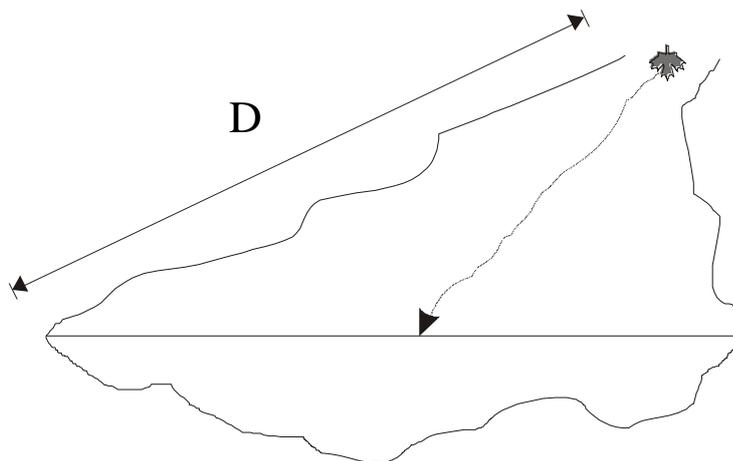
Cálculo de la velocidad o velocidades del río

La velocidad de un río se puede medir de distintas formas en función del material de que dispongamos. El aparato que da una aproximación más exacta es el velocímetro, que mediante un molinillo pequeño nos da una buena medida de velocidad. No obstante, este aparato es costoso y si no se dispone de él, un objeto que flote (corcho, hoja, naranja...) puede darnos una aproximación de la velocidad superficial.

- *Con el velocímetro:* mediremos la velocidad en cada uno de los puntos donde hayamos tomado la profundidad (V_i), intentado realizar, como mínimo, una medida. De esta manera multiplicaremos cada velocidad por la subárea y obtendremos unos caudales parciales que sumados constituyen el caudal total de río.



- *Utilizando un objeto flotante:* dejaremos caer un objeto que flote sobre la superficie que seguirá río abajo hasta una distancia conocida (D). Debemos medir el tiempo que transcurre entre que el objeto cae en el agua y llega hasta el lugar de destino (t), tal i como indica la figura. Se tomarán, como mínimo, 3 medidas de velocidad y se realizarán 2-3 secciones en el río. El caudal aproximado se obtendrá multiplicando la sección media por la velocidad superficial y por un factor de 0,8.



SECCIÓN 4. OBTENCIÓN DE DATOS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA

Si se dispone de aparatos para medir datos fisicoquímicos del agua en el campo (temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad) se recomienda realizar las medidas en una zona representativa del tramo a estudiar y hacerla antes de obtener las muestras biológicas, ya que el proceso de toma de muestras biológica, las características del agua pueden verse fuertemente alteradas. Si es posible, se recomienda realizar la medida en una zona de corriente, ya que los aparatos requieren que el agua circule por su sensor. Si en el tramo a estudiar no hubiera zona de corriente, la circulación del agua puede realizarse manualmente agitando el sensor ligeramente.

Los aparatos suelen necesitar unos minutos para estabilizar el valor medido, por lo que es recomendable fijarse en el valor obtenido y solo dar por válido un resultado cuando este no varíe excesivamente durante unos 20 segundos.

Si se pretende realizar análisis de laboratorio para obtener otros datos fisicoquímicos del agua (sólidos en suspensión, carbono orgánico o inorgánico, aniones, cationes...), también es importante tomar la muestra del agua antes de alterar el tramo. Para realizar una correcta toma, transporte y almacenaje de muestras de agua, se requiere conocer los protocolos de análisis que se realizarán. Estos dependen del tipo de dato a medir, del laboratorio y del propio protocolo de análisis.

Aunque básicamente se requiere de botes de plástico estériles de medio litro y una nevera portátil para mantener las muestras en frío hasta la entrega al laboratorio.

SECCIÓN 5. OBTENCIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS DEL RÍO Y CÁLCULO DE LOS ÍNDICES BIOLÓGICOS

A lo largo de los años, el grupo de investigación F.E.M. ha desarrollado diversos protocolos que se pueden utilizar en función de los objetivos del estudio.

- Para estudios que deban generar datos cuantitativos que puedan ser usados en los programas de seguimiento oficial para el estudio del estado ecológico, es necesario el **protocolo MiQu**. (sección 5.3)
- El **protocolo GUADALMED** es adecuado para obtener datos semi-cuantitativos y proporcionar resultados que permitan hacer comparaciones históricas ya que este método se usa en España desde hace muchos años. (sección 5.2)
- El **protocolo ECOBILL** es útil para estudios rápidos, especialmente en ríos con piedras abundantes y para realizar comparaciones entre antes y después de una alteración en el río. (sección 5.1)

SECCIÓN 5.1. PROTOCOLO ECOBILL

(Para calcular el índice biótico FBILL)

1/2	Pasos a seguir	Observaciones
1	<p>Seleccionar un tramo de río que no haya sido inundado recientemente. Hay que muestrear en las zonas centrales y los márgenes de profundidad superior a 0,3m.</p>	
2	<p>Delimitar el tramo de río a estudiar con exactitud,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se escoge una zona con una longitud 20 veces la anchura del río, con un mínimo de 20m i máximo de 200 (aprox.). • Esta zona debe estar situada, como mínimo, a unos 50m aguas arriba de puentes o pasos de peatones. • En esta zona se seleccionan tres áreas (si el tramo a estudiar es inferior a 100m) y cuatro (si es superior). Las áreas seleccionadas deben poseer 2m², aproximadamente, y juntas, tienen que reflejar los distintos substratos y velocidades de la zona reófila. 	<p>El muestreo se limita a la zona lítica y, por lo tanto, se debe buscar un tramo de río que cumpla estas características.</p> <p>Si el río es pequeño o de tipo temporal se toma una muestra representativa de todo el cauce, independientemente del substrato.</p>
3	<p>Muestreo a realizar en cada una de las 3 ó 4 zonas líticas seleccionadas,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar las piedras dentro de la red. • Si las piedras tienen un diámetro inferior a unos 10cm, remover una zona de 1m² con los pies y recoger el material recolectado en la red a contracorriente. • Repetir la acción en cada una de las zonas seleccionadas. • Si las muestras se toman para ser identificadas posteriormente en el laboratorio, deben guardarse en botes con etanol 70% o formol al 4%. 	<p>El muestreo es cualitativo y, por lo tanto, se trata de tomar una muestra representativa de la zona reófila.</p> <p>La red debe tener una malla de 250µS de luz y una boca de entrada de unos 30cm de diámetro.</p> <p>La red debe limpiarse con agua entre dos estaciones de muestreo, procurando quitar todos los organismos, que podrían contaminar la muestra siguiente.</p> <p>IMPORTANTE: para evitar propagación de especies alóctonas, es imprescindible que se aplique lejía al 4% con un pulverizador a todo el material que ha entrado en contacto con el agua del río (red, botas...) antes de cambiar de estación de muestreo.</p>

2/2	Pasos a seguir	Observaciones
4	<p>Separación, identificación y contaje, El sistema de tratamiento de las muestras se puede realizar en el laboratorio o directamente en el campo. Solamente lo haremos en el campo en el caso de tener mucha experiencia.</p> <p>En el laboratorio,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpiar la muestra para eliminar el fijador respetando las normativas de salud laboral y ambiental vigentes. - Depositar el material en una batea blanca con un poco de agua. - Separar los organismos. Los más grandes se cogen directamente con las pinzas, y los pequeños se separan bajo la lupa binocular. - Los organismos se guardan en viales con etanol 70% después de ser identificados. - En muestras con muchos individuos se pueden hacer submuestras pero debemos separar e identificar un mínimo de 300 individuos bajo la lupa. Una vez separados 300 individuos, se revisará el resto de muestra para comprobar que no aparecen nuevas familias de macroinvertebrados. En el caso que sucediera, se contarán todos los individuos encontrados. - La abundancia de cada familia se anotará se anotará en la hoja de macroinvertebrados (SECCIÓN 12) utilizando el siguiente código: 1= 2 o menos indiv.; 2= de 3 a 10 indiv.; 3= de 11 a 100 indiv.; 4= más de 100. <p>En el campo,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poner la muestra en una batea blanca con un poco de agua. - Identificar los organismos a nivel de familia, con la ayuda de una lupa de mano. - La identificación de organismos continuará hasta que no aparezcan familias nuevas. - En el caso de que la identificación sea dudosa, los individuos se guardarán en viales y se llevarán al laboratorio donde se examinarán con la lupa. - La abundancia de cada familia se anotará se anotará en la hoja de macroinvertebrados (SECCIÓN 12) utilizando el siguiente código: 1= 2 o menos indiv.; 2= de 3 a 10 indiv.; 3= de 11 a 100 indiv.; 4= más de 100. 	<p>Si la selección se realiza en el campo, procurar que la batea no se llene de material orgánico o hojarasca. Si es necesario, se parte la muestra y se realizan varias observaciones.</p> <p>Si se utiliza formol como fijador es muy recomendable utilizar bata, guantes y campana extractora de gases o mascarilla en la primera limpieza de la muestra para evitar el contacto con la piel o la inhalación de gases. También tener en cuenta que el producto es muy contaminante para el medio ambiente y no debe eliminarse tirándolo directamente al desagüe. La mayoría de laboratorios disponen de un organismo de gestión de residuos en el que asesorarse para su correcto tratamiento.</p>

Cálculo del índice biológico de calidad del agua FBILL

Pasos a seguir para su cálculo después de haber tomado la muestra, procesarla e identificar los macroinvertebrados.

Usar la tabla de la siguiente manera:

- Primero se debe seleccionar una de las filas marcadas con las letras A a G, en función de la presencia de una o más familias, pero solo de las indicadas en la fila correspondiente.
- A continuación, y dependiendo de la presencia de una o más familias dentro del grupo de entrada, se selecciona la fila superior o inferior (solamente en las filas A, B y C).
- Finalmente, en función de la riqueza taxonómica total de la muestra (a nivel de familia) se selecciona una de las 6 columnas "Riqueza taxonómica" para acabar determinando el valor FBILL, entrecruzando la fila del grupo de entrada con la columna de la "Riqueza taxonómica".

Tabla para el cálculo del índice FBILL

	Grupo de entrada	N. familias diferentes dentro del grupo	Riqueza taxonómica (familias)					
			0-2	3-5	6-10	11-14	15-19	> 19
A	PLECOPTERA (excepto Leuctridae)	> 1	-	7	8	9	10	10
		1	-	6	7	8	9	10
B	Leuctridae TRICOPTERA con estuche (excepto Limnephilidae) Heptageniidae	> 1	-	6	7	8	9	10
		1	-	5	6	7	8	9
C	Limnephilidae Rhyacophylidae Elmidae Gammaridae	> 1	-	5	6	7	7	8
		1	-	4	5	6	6	7
D	Hydropsychidae Hydroptilidae EFEMEROPTERA (excepto Heptageniidae)		3	4	5	6	6	-
E	Ancylidae Chironomidae no rojos		2	3	4	5	-	-
F	Physidae Oligochaeta Culicidae Chironomidae rojos		1	2	3	-	-	-
G	Syrphidae Sin macroinvertebrados		0	1	-	-	-	-

Los rangos de calidad según el índice FBILL son:

NIVEL DE CALIDAD	FBILL	Color representativo
<i>Aguas de muy buena calidad</i>	8 a 10	Azul 
<i>Eutrofia, aguas con contaminación moderada</i>	6 i 7	Verde 
<i>Aguas contaminadas</i>	4 i 5	Amarillo 
<i>Aguas muy contaminadas</i>	2 i 3	Naranja 
<i>Aguas extremadamente contaminadas</i>	0 i 1	Rojo 

SECCIÓN 5.2. PROTOCOLO GUADALMED
 (Para el cálculo del índice IBMWP)

1/2	Pasos a seguir	Observaciones
1	<p>Seleccionar un tramo de río que no haya sido inundado recientemente. Se recomienda muestrear las zonas más centrales del cauce y los márgenes de más de 0,2m de profundidad.</p>	
2	<p>Dividir el tramo de río a estudiar en tantas áreas como hábitats distintos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zona de fuerte corriente y sustrato duro (1) • Zona lenítica y sustrato duro (2) • Entre la vegetación acuática emergida de los márgenes del río (3) • Entre los macrófitos sumergidos o macroalgas (4) • Arena, grava o fango (5) 	<p>Es muy importante seleccionar un tramo de río que posea todos los tipos de sustrato para poder recolectar la máxima biodiversidad.</p>
3	<p>Muestrear una vez en cada hábitat seleccionado, siguiendo la metodología adecuada.</p> <p>Para los hábitats (1) y (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar las piedras de un área de 2m² dentro de la red. • Si las piedras tienen un diámetro inferior a unos 10cm, remover con los pies una superficie similar y recoger el material con la red a contracorriente. <p>Para los hábitats (3) y (4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasar la red por entre la vegetación, las raíces sumergidas y los macrófitos. <p>Para el hábitat (5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remover el fondo y recoger el material que se lleve la corriente o quede en suspensión. <p>En todos los casos, hay que seguir muestreando hasta que no aparezcan nuevas unidades taxonómicas.</p>	<p>El muestreo es cualitativo y, por lo tanto, se trata de tomar una muestra representativa de todos los hábitats.</p> <p>La red debe tener una malla de 250 µm de luz y una boca de entrada de unos 30cm de diámetro.</p> <p>Limpiar la red con agua entre dos estaciones de muestreo.</p> <p>IMPORTANTE: para evitar propagación de especies alóctonas, es imprescindible que se aplique lejía al 4% con un pulverizador a todo el material que ha entrado en contacto con el agua del río (red, botas...) antes de cambiar de estación de muestreo.</p>

2/2	Pasos a seguir	Observaciones
4	<p>Separación, identificación y contaje,</p> <ul style="list-style-type: none">• Se realiza prioritariamente en el campo, siguiendo estas indicaciones:<ul style="list-style-type: none">- Poner la muestra en una batea blanca con un poco de agua.- Identificar los organismos a nivel de familia, con la ayuda de una lupa de mano.- La identificación de organismos continuará hasta que no aparezcan familias nuevas.- En el caso de que la identificación sea dudosa, los individuos se guardarán en viales y se llevarán al laboratorio donde se examinarán con la lupa.- La abundancia de cada familia se anotará en la hoja de macroinvertebrados (SECCIÓN 12) utilizando el siguiente código: 1= 2 o menos indiv.; 2= de 3 a 10 indiv.; 3= de 11 a 100 indiv.; 4= más de 100.• Si no se tiene demasiada experiencia en la identificación de los macroinvertebrados, se fija toda la muestra (entera o dividida por hábitats) y se separa más tarde en el laboratorio siguiendo los mismos pasos que se utilizaban para calcular el FBILL (ver sección 5.1).	<p>Si la selección se realiza en el campo, procurar que la batea no se llene de material orgánico o hojarasca. Si es necesario, se parte la muestra y se realizan varias observaciones.</p>

Cálculo del índice biológico de calidad del agua: IBMWP

(según Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988 — con algunas pequeñas modificaciones)

El índice IBMWP se obtiene sumando la puntuación correspondiente por cada familia, tantas veces como familias diferentes hallemos en la muestra. Las letras se refieren al orden (sección 9).

Familias	Puntuación
E: Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae P: Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae T: Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae T: Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae D: Athericidae, Blephariceridae H: Aphelocheiridae	10
O: Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae O: Corduliidae, Libellulidae T: Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae C: Astacidae	8
E: Ephemerellidae, Prosopistomatidae P: Nemouridae T: Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae	7
M: Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Unionidae T: Hydroptilidae C: Gammaridae, Atyidae, Corophiidae O: Platycnemidae, Coenagrionidae	6
E: Oligoneuriidae, Polymitarcidae C: Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae T: Hydropsychidae D: Tipulidae, Simuliidae TR: Planariidae, Dugesiidae, Dendrocoelidae	5
E: Baetidae, Caenidae C: Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae D: Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae D: Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limonidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae N: Sialidae A: Hydracarina	4
H: Mesoveliidae, Veliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae H: Notonectidae, Corixidae C: Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae M: Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae M: Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae HR: Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae C: Asellidae, Ostracoda	3
D: Chironomidae, Culicidae, Thaumaleidae, Ephydriidae	2
O: Oligochaeta (todas las clases) D: Syrphidae	1

Los rangos de calidad para ríos mediterráneos según el índice IBMWP son las siguientes y dependen de la tipología de río en el que se ha muestreado. Estas tipologías se han establecido para todos los ríos de Catalunya por la “Agència Catalana de l’Aigua” (ACA) y puede consultarse en la sección IMPRESS de su página web (<http://acamap.gencat.cat/impress/>)

		IBMWP				
Tipologías	Ejes principales	> 101	100-61	60-36	35-15	< 15
	Grandes ejes mediterráneos					
	Grandes ríos poco mineralizados					
	Ríos de montaña húmeda calcárea	> 141	140-86	85-51	50-20	< 20
	Ríos de montaña húmeda silícica					
	Ríos de montaña mediterránea silícica					
	Ríos mediterráneos silícicos					
	Ríos de montaña mediterránea calcárea	> 121	120-71	70-41	40-20	< 20
	Ríos de montaña mediterránea de caudal elevado					
	Ríos mediterráneos de caudal variable					
	Torrentes litorales					
NIVEL DE CALIDAD	Muy buena	Buena	Moderada	Mala	Pésima	
Color representativo	Azul 	Verde 	Amarillo 	Naranja 	Rojo 	

ATENCIÓN: para el resto de cuencas españolas, los valores límite para cada clase también dependen de su tipología. En el conjunto de España hay 32 tipologías que pueden ser consultadas en las confederaciones hidrográficas pertinentes.

SECCIÓN 5.3. PROTOCOLO MiQu

(Para el cálculo de índices multimétricos)

1/2	Pasos a seguir	Observaciones
1	<p>Seleccionar un tramo de río que no haya sido inundado recientemente. El tramo debe tener una longitud de entre 6 y 18 veces el ancho del río (6 veces en los ríos muy anchos y 18 en ríos muy estrechos)</p>	
2	<p>Estudiar el tramo de río a para determinar el porcentaje de cada uno de los siguientes sustratos o hábitats:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Briofitos (musgos y hepáticas) 2. Hidrofitos sumergidos (plantas acuáticas) 3. Materia orgánica gruesa 4. Raíces sumergidas 5. Bloques ($\phi > 250$ mm) 6. Cantos y piedras (ϕ de 250 a 25 mm) 7. Gravas (ϕ de 25 a 2 mm) 8. Espermatofitos emergentes (Helofitos) 9. Sedimentos finos, con o sin materia orgánica ($\phi < 0,1$ mm) 10. Arenas y limos (ϕ de 2 a 0,1 mm) 11. Algas 12. Superficies uniformes naturales (lajas, arcillas compactadas...) <p>Anotar el porcentaje aproximado de cada sustrato en la hoja de campo del muestreo MiQu (SECCIÓN 12).</p> <p>Los hábitats con porcentajes superiores al 5% se considerarán dominantes (D) y los de porcentajes por debajo o igual al 5% se considerarán marginales (M).</p>	<p>Es muy importante inspeccionar el tramo de río para encontrar el máximo tipo de sustratos y así poder recolectar la máxima biodiversidad.</p>
3	<p>Ubicar a priori 12 unidades de muestreo de 30x30 cm siguiendo 2 reglas:</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Se muestreará 1 unidad en cada uno de los sustratos marginales (M) hasta llegar a tener 4 unidades. Si hubiera más de 4 hábitats marginales, solo se muestrearán los 4 primeros siguiendo la lista del paso 2. B. El resto de las 8 unidades a muestrear se repartirán entre los sustratos dominantes (D) dependiendo del porcentaje que ocupen en el tramo de estudio y teniendo en cuenta que todos los sustratos dominantes deben tener como mínimo un área de muestreo. <p>Se anotará el número de unidades de muestreo de cada hábitat en la hoja de campo del muestreo MiQu (SECCIÓN 12).</p>	<p>Es importante tener en cuenta las características de profundidad y velocidad del agua en cada unidad de muestreo.</p> <p>Si hay que muestrear dos o más unidades de un mismo hábitat, es importante que tengan velocidades y profundidades diferentes para obtener una mejor representación de la biodiversidad presente en el tramo.</p>

2/3	Pasos a seguir	Observaciones
4	<p>Muestrear las 4 unidades de hábitats marginales en el orden que se muestra en el paso 2, es decir, primero se muestrearán los hábitats de briofitos, después los hidrofitos sumergidos...</p> <p style="padding-left: 40px;">Anotar la velocidad y profundidad del agua en cada unidad en la hoja de campo.</p> <p>Guardar la muestra “marginal” en un bote y fijarla con etanol 70% o formol al 4%.</p> <p>Muestrear 4 unidades de hábitats dominantes en el orden que se muestra en el paso 2.</p> <p style="padding-left: 40px;">Anotar la velocidad y profundidad del agua en cada unidad en la hoja de campo.</p> <p>Muestrear las 4 unidades de hábitats restantes según la importancia que tengan el porcentaje de los hábitats.</p> <p style="padding-left: 40px;">Anotar la velocidad y profundidad del agua en cada unidad en la hoja de campo.</p> <p>Guardar la muestra “dominante” en un bote y fijarla con etanol 70% o formol al 4%.</p> <p>La metodología para muestrear cada tipo de hábitat es la siguiente:</p> <p>Para los hábitats de sustrato duro (5), (6), (7) y (12):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar completamente la superficie de los sustratos a contracorriente. Siempre que sea posible se removerá cada piedra y se limpiará con las manos. Aun así, si son de tamaños muy grandes se limpiará solo la parte a la que se pueda acceder y si son de tamaños muy pequeños, se removerá con el pie todo el área para separar los macroinvertebrados. <p>Para los hábitats vegetales (1), (2), (3), (4), (8) y (11):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remover a contracorriente, con las manos o los pies, toda la vegetación, raíces, hojarasca, troncos... para separar los macroinvertebrados y recogerlos en la red <p>Para los hábitats de sustrato fino (9) y (10):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remover el fondo y recoger el material que se lleve la corriente o quede en suspensión. 	<p>Hay que tener en cuenta las características de profundidad y velocidad del agua en cada unidad de muestreo.</p> <p>Si hay que muestrear dos o más aéreas de un mismo hábitat, es importante que tengan velocidades y profundidades diferentes para obtener una mejor representación de la biodiversidad presente en el tramo.</p> <p>El muestreo es cuantitativo, por lo que es importante muestrear un área conocida, a partir de la cual se determinará el número de individuos de cada familia por m².</p> <p>La red Surber debe tener una malla de 500 µm de luz, como máximo, y un área de muestreo de 30x30 cm.</p> <p>Limpiar la red con agua entre dos estaciones de muestreo.</p> <p>IMPORTANTE: para evitar propagación de especies alóctonas, es imprescindible que se aplique lejía al 4% con un pulverizador a todo el material que ha entrado en contacto con el agua del río (red, botas...) antes de cambiar de estación de muestreo.</p>

3/3	Pasos a seguir	Observaciones
5	<p>Separación, identificación y contaje, El sistema de tratamiento de las muestras se debe realizar en el laboratorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpiar la muestra para eliminar el fijador. - Depositar el material en una batea blanca con un poco de agua. - Separar los organismos. Los más grandes se cogen directamente con las pinzas, y los pequeños se separan bajo la lupa binocular. - Los organismos se guardan en viales con etanol 70% después de ser identificados. - En muestras con muchos individuos se pueden hacer submuestras pero debemos separar e identificar un mínimo de 500 individuos bajo la lupa. Una vez separados 500 individuos, se revisará el resto de muestra para comprobar que no aparecen nuevas familias de macroinvertebrados. En el caso que sucediera, se contarán todos los individuos encontrados - La abundancia de cada familia se anotará se anotará en la hoja de macroinvertebrados SECCIÓN 12. - Calcular la densidad de cada familia de macroinvertebrados dividiendo su abundancia entre la superficie muestreada. Como se dispone de una muestra dominante (D) y otro marginal (M) que ocupan áreas diferentes; para calcular la densidad total de la muestra hay que tener en cuenta las superficies relativas de cada una de ellas. 	<p>Si se utiliza formol como fijador es muy recomendable utilizar bata, guantes y campana extractora de gases o mascarilla en la primera limpieza de la muestra para evitar el contacto con la piel o la inhalación de gases. También tener en cuenta que el producto es muy contaminante para el medio ambiente y no debe eliminarse tirándolo directamente al desagüe. La mayoría de laboratorios disponen de un organismo de gestión de residuos en el que asesorarse para su correcto tratamiento.</p> <p>El área muestreada será de 0,36 m² para los hábitats marginales y de 0,72 m² para los hábitats dominantes.</p>

Cálculo de los índices biológico multimétricos de datos cualitativos y cuantitativos.

Un índice multimétrico es aquel que se obtiene a partir de la combinación de índices biológicos, dándoles a estos un peso determinado dentro de la fórmula que lo calcula.

Existen diversos índices biológicos multimétrico, algunos se obtienen de datos cualitativos o semi-cuantitativos y otros de datos cuantitativos.

Para ríos mediterráneos se han creado y intercalibrado diversos índices a nivel europeo y se ha comprobado que correlacionan correctamente con los otros índices unimétricos utilizados tradicionalmente, como el IBMWP o el FBILL y también con otros índices multimétricos de otras regiones mediterráneas o europeas. El ejercicio de intercalibrar índices biológicos es de gran utilidad ya que si da resultados positivos comporta que se puedan comparar datos de calidad del agua obtenidos en tipologías de río y en épocas muy diferentes.

Los índices multimétricos más usados en Cataluña son el **IMMi-L** (cualitativo) y el **IMMi-T** (cuantitativo).

$$\text{IMMi-L} = (0,15 * \text{Num. Fam.}) + (0,25 * \text{EPT}) + (0,35 * \text{IASPT}) + (0,25 * \% \text{Sel EPTCD})$$

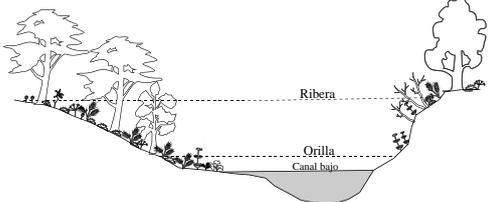
$$\text{IMMi-T} = (0,2 * \text{Num. Fam.}) + (0,2 * \text{EPT}) + (0,4 * \text{IASPT}) + (0,2 * \text{Log (Sel EPTCD} + 1))$$

Hay que tener en cuenta que los índices multimétricos se calculan siempre a partir de los **Ecological Quality Ratio (EQR)** de los índices unimétricos. El EQR es la división del valor de un índice cualquiera entre su valor en condiciones de referencia. Así, antes de calcular cualquier índice multimétrico, hay que disponer de datos de referencia para la tipología del río que se está estudiando.

Todos los índices que se explican pueden ser calculados con el aplicativo HIBIM.

SECCIÓN 6. Índice de calidad del bosque de ribera: QBR

Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice:

1/1	Pasos a seguir	Observaciones
1	<p>Seleccionar el área de observación</p> <p>Se debe considerar la totalidad de la anchura potencial del bosque de ribera para calcular el QBR. En ella, diferenciaremos y delimitaremos visualmente la orilla y la ribera (ver dibujo de la hoja de campo de este índice)</p>	<p>Orilla. Zona del cauce inundable en crecidas periódicas en un período aproximado de dos años.</p> <p>Ribera. Zona inundable en crecidas de gran magnitud (períodos de hasta 100 años). Pueden estar incluidas varias terrazas aluviales.</p> 
2	<p>Independencia de los bloques a analizar</p> <p>Los cuatro bloques en los que está basado el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser negativa ni superior a 25.</p>	
3	<p>Cálculo bloque por bloque</p> <p>En cada bloque hay que entrar por una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 ó 0. Solamente se puede escoger una entrada: La que cumpla la condición exigida siempre leyendo de arriba abajo.</p> <p>La puntuación final de cada bloque será modificada por las condiciones expuestas en la parte inferior de cada bloque, tantas veces como se cumpla la condición (sumando o restando).</p>	<p>De las cuatro opciones principales, se escogerá solamente una de ellas.</p> <p>La puntuación final de cada bloque tendrá un 25 como máximo y un 0 como mínimo.</p> <p>Las condiciones se analizarán considerando ambos márgenes del río como una única unidad.</p>
4	<p>Puntuación final</p> <p>La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques y, por lo tanto, variará entre 0 y 100.</p>	
5	<p>Nota</p> <p>Los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación de muestreo no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice QBR. Si es posible, el QBR debería ser analizado aguas arriba y debajo de estos accesos. Otros puentes o carreteras (por ejemplo las paralelas al río) sí que deberán ser consideradas.</p>	<p>Los tramos de ribera cercanos a la zona de acceso al río suelen estar perturbados y nos pueden hacer disminuir la puntuación.</p> <p>Si es posible, es interesante realizar varios transectos (cada 100-200m) y evaluar el QBR en un tramo largo para tener una puntuación más representativa de la zona.</p>

Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo:

1/2	Consideraciones	Observaciones
BLOQUE 1	<p>Grado de cobertura riparia</p> <p>Se contabiliza el % de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del riu de forma conjunta.</p> <p>Hay que tener en cuenta también, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos.</p>	<p>Nos interesa puntuar el recubrimiento del terreno por la vegetación, sin tener en cuenta su estructura vertical, que se evalúa en el siguiente apartado. En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera.</p> <p>Los caminos sin asfalto de menos de 4 metros de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.</p>
BLOQUE 2	<p>Estructura de la cobertura</p> <p>La puntuación se realiza según el porcentaje de recubrimiento de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar.</p> <p>Se consideran las riberas ambos márgenes del río.</p> <p>Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.</p>	<p>En este apartado lo que se pretende evaluar es la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona.</p>
BLOQUE 3	<p>Calidad de la cobertura</p> <p>Para rellenar este apartado, antes que nada hay que determinar el tipo geomorfológico utilizando las indicaciones que hay en el reverso de la hoja de campo.</p> <p>Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas nativas presentes en la ribera.</p> <p>Los bosques en forma de túnel a lo largo del río suponen un aumento de la puntuación, dependiendo del porcentaje de recubrimiento a lo largo del tramo estudiado.</p> <p>La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, es decir en grupos que se van enlazando, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice.</p>	<p>Para determinar el tipo geomorfológico hay que utilizar el reverso de la hoja de campo. En esta parte puntuaremos el margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambos márgenes y complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores (si es necesario). La presencia de islas en el río decrece la puntuación, mientras que la presencia de un suelo rocoso y duro (lascas) con baja potencialidad para enraizar una buena vegetación de ribera, la aumentan. El resultado de la operación nos indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar y lo usaremos para seguir por una u otra columna en el tercer bloque.</p> <p>Las especies introducidas en la zona y naturalizadas penalizan en esta parte del índice. Existe una lista de las especies introducidas (consideradas no naturales) más frecuentes en Catalunya en el reverso de la hoja de campo.</p>

2/2	Consideraciones	Observaciones
BLOQUE 4	<p>Grado de naturalidad del canal fluvial</p> <p>La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto.</p> <p>Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja.</p>	<p>Nos se consideran los puentes ni los pasos para cruzar el río que nos permiten acceder a la estación de muestreo.</p>

Los rangos de calidad según el índice QBR son:

NIVEL DE CALIDAD	QBR	Color representativo	
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥ 95	Azul	
Bosque de ribera con algunas alteraciones, calidad buena.	75-90	Verde	
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	Amarillo	
Alteración fuerte, mala calidad	30-50	Naranja	
Degradación extrema, calidad pésima	≤ 25	Rojo	

SECCIÓN 7. Estado Ecológico: Índice ECOSTRIMED

El índice ECOSTRIMED (ECological S**T**atus R**I**ver M**E**diterranean) pretende valorar de forma global la calidad de todo el ecosistema fluvial, incluyendo la ribera además de la calidad de las aguas. Pertenece a la familia de los índices de evaluación rápida de la calidad del agua, ya que requiere una infraestructura mínima y un tiempo corto de muestreo.

El cálculo del estado ecológico de los ríos mediterráneos se obtiene combinando el valor de dos índices de calidad:

1. Un índice de calidad biológica del río basado en los macroinvertebrados (FBILL o IBMWP).
2. El índice de valoración del estado de conservación del sistema de ribera (índice QBR).

Con el índice biológico y el QBR calculados, el estado ecológico se obtiene utilizando la siguiente tabla:

		QBR		
FBILL	IBMWP	>75	45-75	<45
8-10	Muy Buena	MUY BUENO	BUENO	REGULAR
6-7	buena	BUENO	REGULAR	MALO
4-5	Moderada	REGULAR	MALO	PÉSIMO
0-3	Mala o Pésima	MALO	PÉSIMO	PÉSIMO

De esta manera, el valor más importante es el del índice biológico (no es posible considerar que el río tiene un buen estado ecológico si el índice biológico es bajo, a pesar de que la ribera tenga un buen estado), pero el papel de la ribera también es importante, puesto que cuando está degradada, aunque las aguas estén muy limpias, el estado ecológico es regular. Las cinco clases de estado ecológico que se exponen aquí, son las propuestas en la Directiva Marco de la Unión Europea.

SECCIÓN 8. Índice del Hábitat Fluvial

Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice:

1/1	Pasos a seguir	Observaciones
1	Seleccionar el área de observación Se debe considerar todo el tramo de río en el que se ha realizado el muestreo de macroinvertebrados.	
2	Independencia de los apartados a analizar Los 7 bloques en los que está basado el IHF son totalmente independientes.	
3	Cálculo apartado por apartado En cada bloque se tendrán en cuenta solo las características que se presenten en el tramo de estudio. La puntuación de cada bloque será la suma de cada uno de sus subapartados	En ciertos bloques la puntuación puede ser 0 si no se presentan las características indicadas.
4	Puntuación final La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques y, por lo tanto, variará entre 0 y 100.	

Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo:

1/2	Consideraciones	Observaciones
APARTADO 1	<p>Inclusión en rápidos-sedimentación en pozas</p> <p>La inclusión se refiere al fenómeno de rellenado de los espacios intersticiales de las piedras con sedimento o precipitados de carbonato cálcico en las zonas de corriente o rápidos. Un 0% sería cuando las piedras están completamente sueltas y un 100% sería cuando estas están completamente fijadas unas a otras. No se tendrá en cuenta cuando el río solo presente pozas. La sedimentación es un fenómeno similar pero que se da en las pozas. No se tendrá en cuenta cuando el río presente zonas de corriente.</p> <p>La puntuación varía de 0 a 10.</p>	<p>Los espacios intersticiales que existen entre los sustratos del fondo del río dan heterogeneidad al hábitat fluvial y sirven de refugio para la fauna. Así, una mayor presencia de estos espacios libres otorga una mejor puntuación para el IHF.</p> <p>Normalmente, la inclusión es mínima en ríos de zonas de geología silícica y es máxima en ríos con influencia de zonas cársticas. La sedimentación depende básicamente de la cantidad de sólidos suspendidos y materia orgánica que lleve el agua y del periodo de tiempo que hace que el agua de una poza no se moviliza.</p>
APARTADO 2	<p>Frecuencia de rápidos</p> <p>La frecuencia de rápidos se determina dividiendo la distancia que existe entre dos zonas de corriente (separadas por una zona de agua más calmada) entre la anchura del canal fluvial.</p> <p>La puntuación varía de 2 a 10.</p>	<p>Una mayor alternancia entre rápidos y pozas genera una mayor diversidad de hábitats, por eso una menor distancia entre rápidos otorga puntuaciones más altas para el IHF.</p>
APARTADO 3	<p>Composición del sustrato</p> <p>La composición del sustrato se determina visualmente para cada una de las categorías de sustrato (RIVPACS). La puntuación de cada categoría puede ser:</p> <p>0 – si no existe esta categoría 2 – si es poco abundante (1-10%) 5 – si es moderada o muy abundante (<10%)</p> <p>En el caso que una de las categorías no esté presente, se puntuará como 0</p> <p>La puntuación varía de 0 a 10.</p>	<p>Bloques y piedras: > 64 mm. Cantos rodados y gravas: < 64 mm > 2 mm. Arena: 0,6 – 2 mm. Limo y arcilla: <0,6 mm.</p> <p>Una mayor diversidad de tamaños de sustrato duros genera mayor heterogeneidad de hábitats, por lo que se puntúa positivamente para el IHF.</p> <p>Aunque es poco probable, se podría dar una puntuación 0 de este apartado. Sería en casos donde todo el tramo de estudio tuviera un sustrato uniforme liso, por ejemplo en un canal artificial con el fondo de hormigón.</p>
APARTADO 4	<p>Regímenes de velocidad-profundidad</p> <p>Se diferenciarán los lentos de los rápidos, siendo el límite entre las categorías una velocidad de 0,3 m/s. Para discriminar someros de profundos, se considerará 0,5 m como límite entre las dos categorías.</p> <p>La puntuación varía de 4 a 10</p>	<p>Una mayor diversidad de regímenes de velocidad y profundidad crea una mayor heterogeneidad de hábitats para la fauna por lo que puntúa positivamente para el IHF:</p>

2/2	Consideraciones	Observaciones
APARTADO 5	<p>Porcentaje de sombra en el lecho</p> <p>El porcentaje de la sombra proyectada por la vegetación adyacente se determina visualmente para todo el tramo de estudio.</p> <p>La puntuación varía de 3 a 10.</p>	<p>La puntuación máxima para este apartado se considera cuando la cantidad de zonas soleadas y sombreadas son aproximadamente iguales (sombreado con ventanas).</p>
APARTADO 6	<p>Elementos de heterogeneidad</p> <p>En este apartado se valoran los elementos que dan heterogeneidad de hábitat al lecho fluvial: la hojarasca, los troncos y ramas, las raíces expuestas y los diques naturales.</p> <p>Si uno de los elementos no está presente en el tramo de estudio, no puntuará para este apartado.</p> <p>La puntuación varía de 0 a 10.</p>	<p>Todos estos elementos generan heterogeneidad de hábitat por lo que puntúan positivamente para el IHF.</p> <p>En el caso de la hojarasca, se penaliza cuando esta ocupa más del 75% de la cobertura del tramo de estudio.</p>
APARTADO 7	<p>Cobertura de vegetación acuática</p> <p>Se mide visualmente el porcentaje de cobertura de cada una de las categorías de vegetación acuática siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plocon y briofitos: Se conoce como plocon a todas las algas que presenten aspectos filamentosos. Pueden estar fijadas al sustrato o flotando. Con briofitos se hace referencia a todos los musgos y hepáticas que puedan estar sumergidos en el agua y servir como hábitat para la fauna. • Pecton: El pecton es todo el conjunto de algas no filamentosas. Pueden presentar aspectos globulares, laminares o achatados y a menudo forman una capa resbaladiza sobre los sustratos duros. • Fanerógamas y Charales: las fanerógamas son las plantas superiores con flores visibles y semillas (espermatofitos). Las charales son algas macroscópicas de aguas continentales <p>En el caso que una de las categorías no esté presente, se puntuará como 0.</p> <p>La puntuación varía de 0 a 30.</p>	<p>Una mayor diversidad y morfologías de los vegetales acuáticos genera un mayor número de hábitats por lo que puntúa positivamente para el IHF.</p> <p>Se penaliza el hecho que un tipo de vegetal acuático ocupe más del 50 % del total del tramo de estudio ya que esto provoca una importante pérdida de hábitats.</p> <p>Géneros más comunes: Plocon y briofitos: <i>Cladophora</i>, <i>Zygnematales</i>, <i>Oedogonials</i>, <i>Rodoficees</i>, <i>Vaucheria</i>, <i>Enteromorpha</i>, <i>Hydrurus</i> i <i>Ulotrix</i>, musgos y hepáticas. Pecton: <i>Nostoc</i>, <i>Hildenbrandia</i>, <i>Chaetoforals</i>, <i>Rivulariàcees</i>, <i>Filtros de oscilatorias</i> y <i>Perifiton de diatomeas</i>. Fanerógamas y charales: <i>Chara</i>, <i>Potamogeton</i>, <i>Ranunculus</i>, <i>Ceratophyllum</i>, <i>Apium</i>, <i>Lemna</i>, <i>Myriophyllum</i>, <i>Zannichellia</i> i <i>Rorippa</i>.</p>

Los rangos de calidad según el IHF son:

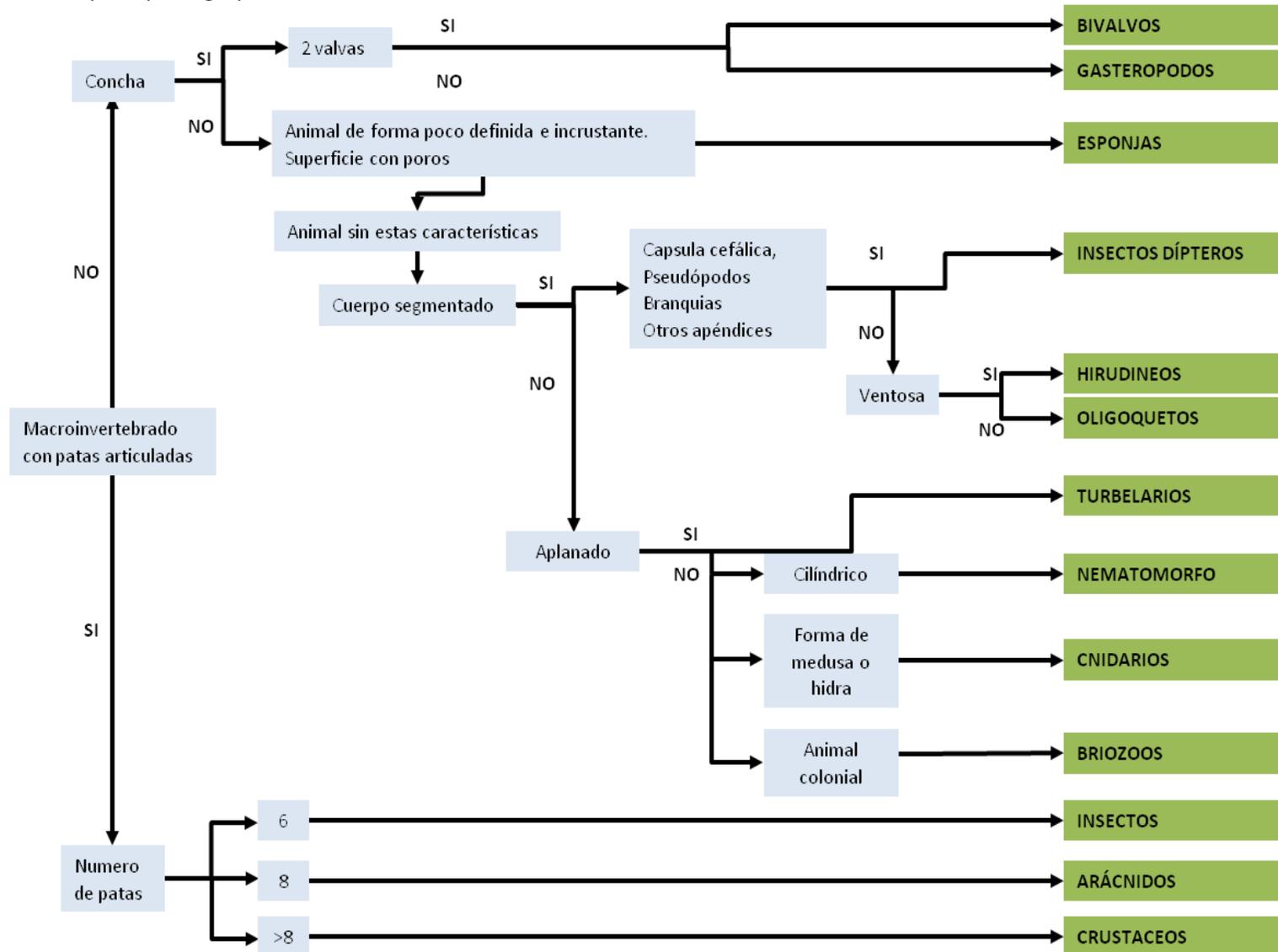
NIVEL DE CALIDAD	IHF	Color representativo	
Hábitat bien construido. Excelente para el desarrollo de las comunidades de macroinvertebrados. Se pueden aplicar los índices biológicos sin restricciones.	> 60	Azul	
Hábitat que puede soportar una buena comunidad de macroinvertebrados pero en la que, por causas naturales (por ejemplo, riadas) o antrópicas, algunos elementos no están bien representados. Los índices biológicos no deberían ser bajos, pero no se descarta algún efecto en ellos.	40-60	Amarillo	
Hábitat empobrecido. Posibilidad de obtener valores bajos de los índices biológicos por problemas con el hábitat y no con la calidad del agua. La interpretación de los datos biológicos debe hacerse con precaución.	< 40	Rojo	

SECCIÓN 9. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES MACROINVERTEBRADOS

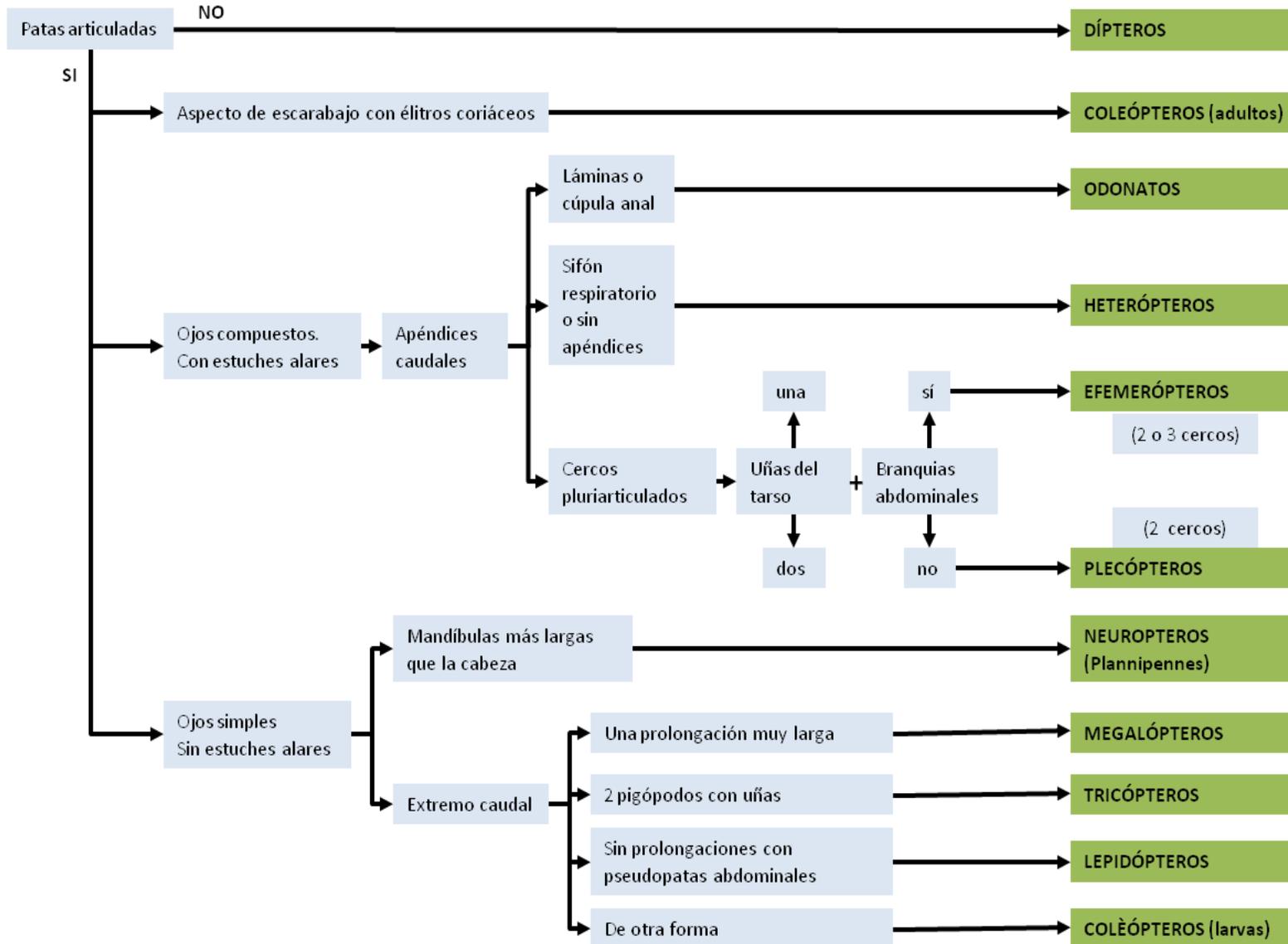
- Las claves sencillas que se exponen a continuación para conocer el orden al que pertenece cada organismo se incluyen para ayudar a identificar de manera rápida los organismos en el campo y presuponen un cierto conocimiento de los grupos objeto de estudio.
- Para una identificación más detallada de los organismos se aconseja seguir una guía especializada. La más recomendable es la de:

TACHET, H.; Bournaud, M & Richoux, Ph. (1980). *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Université Lyon, Association Française de Limnologie.

Clave de determinación de los principales grupos de invertebrados acuáticos



Clave de determinación de los órdenes de insectos en sus fases acuáticas



SECCIÓN 10. Especies más comunes de árboles de ribera en ríos Mediterráneos.

AUTÓCTONAS

Avellano
Aliso
Olmo
Olmo montano
Fresno norteño
Fresno
Álamo blanco
Chopo
Sauce
Mimbrera
Sarga

ALÓCTONAS

Plátano
Falsa Acacia
Almez
Chopo de Virginia
Álamo de Italia
Ailant

SECCIÓN 11. Bibliografía básica de referencia

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

Munné, A. y Prat, N. 2009. *Use of macroinvertebrate-based multimetric indices for water quality evaluation in Spanish Mediterranean rivers: an intercalibration approach with the IBMWP index*. *Hydrobiologia*, 628: 203-205

Munné, A.; Solà, C. y Prat, N. (1998). *QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera*. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37.

Munné, A.; Solà, C.; Rieradevall, M. y Prat, N. (1998). *Índex QBR. Mètode per a l'avaluació de la qualitat dels ecosistemes de ribera*. *Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius* (4). Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient.

Pardo, I.; Álvarez, M.; Casas, J.; Moreno, J. L.; Vivas, S.; Bonada, N.; Alba-Tercedor, J.; Jaimez-Cuéllar, P.; Moyá, G.; Prat, N., Robles, S.; Suárez, M. L.; Toro, M. Y Vidal-Abarca, M. R. (2002). *El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat*. *Limnetica* 21(3-4): 115-133.

Prat, N.; Fortuño, P. y Rieradevall, M. (2009). *Manual d'utilització de l'índex d'hàbitat fluvial (IHF)*. Diputació de Barcelona. Àrea d'Espais Naturals. 25 pàg.

SECCIÓN 12. HOJAS DE CAMPO

HOJAS DE CAMPO	<i>Grup F.E.M.</i>
-----------------------	--------------------

Fecha Hora Río Estación
 Operario

Variables fisicoquímicas					
pH		TOC (mg/l)		Amonio (mg/l)	
Oxigeno (mg/l - % sat)		SS(mg/l)		Nitritos (mg/l)	
Temperatura (agua)		Sulfatos (mg/l)		Nitratos (mg/l)	
Conductividad (µS/cm)		Cloruros (mg/l)		Fosfatos (mg/l)	

Caudal																	
Distancia (cm)																Área (cm ²)	
Prof. (cm)																Caudal (l/s)	
Vel. (cm/s)																	

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF

Estación	
Fecha	
Operador	

Bloques	Puntuación
1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas	
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%. 10
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%. 5
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%. 0
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30% 10
	Sedimentación 30 - 60% 5
	Sedimentación > 60% 0
TOTAL (una categoría)	
2. Frecuencia de rápidos	
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7 10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15 8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25 6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25 4	
Sólo pozas 2	
TOTAL (una categoría)	
3. Composición del sustrato	
% Bloques y piedras	1 - 10% 2
	> 10% 5
% Cantos y gravas	1 - 10% 2
	> 10% 5
% Arena	1 - 10% 2
	> 10% 5
% Limo y arcilla	1 - 10% 2
	> 10% 5
TOTAL (sumar categorías)	
4. Regímenes de velocidad / profundidad	
<i>somero:</i> < 0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero. 10
<i>lento:</i> < 0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías 8
	Sólo 2 de las 4 6
	Sólo 1 de las cuatro 4
TOTAL (una categoría)	
5. Porcentaje de sombra en el cauce	
Sombreado con ventanas 10	
Totalmente en sombra 7	
Grandes claros 5	
Expuesto 3	
TOTAL (una categoría)	
6. Elementos heterogeneidad	
Hojarasca	> 10% ó < 75% 4
	< 10% ó > 75% 2
Presencia de troncos y ramas 2	
Raíces expuestas 2	
Diques naturales 2	
TOTAL (sumar categorías)	
7. Cobertura de vegetación acuática	
% Plocon + briófitos	10 - 50% 10
	< 10% ó > 50% 5
% Pecton	10 - 50% 10
	< 10% ó > 50% 5
% Fanerógamas + Charales	10 - 50% 10
	< 10% ó > 50% 5
TOTAL (sumar categorías)	
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)	

La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:

Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10
Frecuencia de rápidos	10
Composición del sustrato	20
Régimen velocidad / profundidad	10
Porcentaje de sombra en el cauce	10
Elementos de heterogeneidad	10
Cobertura de vegetación acuática	30

ÍNDICE QBR

Hoja de campo

Calidad del bosque de ribera



Estación	
Observador	
Fecha	

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Grado de cubierta de la zona de ribera

Puntuación bloque 1

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación bloque 2

Puntuación	
25	recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque.
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
- 10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera*)

Puntuación bloque 3

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+ 10	si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando > 75 % de la ribera (en toda su anchura)			
+ 5	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50 - 75 % de la ribera)			
+ 5	si existe una disposición en galería de diferentes comunidades			
+ 5	si el número diferente de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
- 5	si existen estructuras construidas por el hombre			
- 5	si existe alguna sp. de árbol introducida (alóctona)** aislada			
- 10	si existen sp. de árboles alóctonas** formando comunidades			
- 10	si existen vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial

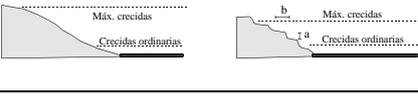
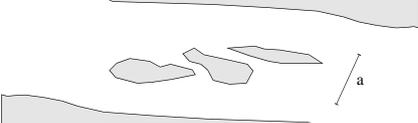
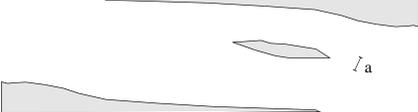
Puntuación bloque 4

Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

*** Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cubierta)**

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

		Puntuación	
		Izquierda	Derecha
Tipos de desnivel de la zona ripària			
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas		6	6
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)		5	5
Pendiente entre el 45 y 75°, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. $\sum a > \sum b$		3	3
Pendiente entre el 20 y 45°, escalonado o no. $\sum a < \sum b$		2	2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y llana.		1	1
Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río			
Anchura conjunta "a" > 5 m.			- 2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.			- 1
Potencialidad de soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente			
> 80 %			No se puede medir
60 - 80 %			+ 6
30 - 60 %			+ 4
20 - 30 %			+ 2
Puntuación total			

Tipo geomorfológico según la puntuación

> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

**** Especies frecuentes y consideradas alóctonas:** *Populus deltoides*, *Populus x canadensis*, *Populus nigra ssp. Itálica*, *Salix babylonica*, *Ailanthus altissima*, *Celtis australis*, *Robinia pseudo-acacia*, *Platanus x hispanica*, *Frutales*

TAXON	IBMWP	Abund
TRICLÁDIDA		
Dendrocoelidae	5	
Dugesidae	5	
Planariidae	5	
OLIGOQUETOS	1	
HIRUDÍNEOS		
Erpobdellidae	3	
Glossiphoniidae	3	
Hirudidae	3	
Piscicolidae	4	
MOLUSCOS		
Ancylidae	6	
Bithyniidae	3	
Ferrissidae	6	
Hydrobiidae	3	
Lymnaeidae	3	
Neritidae	6	
Physidae	3	
Planorbidae	3	
Sphaeriidae	3	
Thiaridae	6	
Unionidae	6	
Valvatidae	3	
Viviparidae	6	
HIDRÁCAROS	4	
OSTRÁCODOS	3	
ANFÍPODOS		
Corophiidae	6	
Gammaridae	6	
ISÓPODOS		
Asellidae	3	
DECÁPODOS		
Astacidae	8	
Atyidae	6	
Palaemonidae	6	
EFEMERÓPTEROS		
Baetidae	4	
Caenidae	4	
Ephemerellidae	7	
Ephemeridae	10	
Heptageniidae	10	
Leptophlebiidae	10	
Oligoneuriidae	5	
Polymitarcidae	5	
Potamanthidae	10	
Prosopistomatidae	7	
Siphonuridae	10	
ODONATOS		
Aeschnidae	8	
Calopterygidae	8	
Coenagrionidae	6	

TAXON	IBMWP	Abund
Cordulegasteridae	8	
Corduliidae	8	
Gomphidae	8	
Lestidae	8	
Libellulidae	8	
Platycnemididae	6	
PLECÓPTEROS		
Capniidae	10	
Chloroperlidae	10	
Leuctridae	10	
Nemouridae	7	
Perlidae	10	
Perlodidae	10	
Taeniopterygidae	10	
HETERÓPTEROS		
Aphelocheiridae	10	
Corixidae	3	
Gerridae	3	
Hydrometridae	3	
Mesoveliidae	3	
Naucoridae	3	
Nepidae	3	
Notonectidae	3	
Pleidae	3	
Veliidae	3	
NEURÓPTEROS		
Sialidae	4	
COLEÓPTEROS		
Chrysomelidae	4	
Clambidae	5	
Curculionidae	4	
Dryopidae	5	
Dytiscidae	3	
Elmidae	5	
Gyrinidae	3	
Haliplidae	4	
Helophoridae	5	
Hydraenidae	5	
Hydrochidae	5	
Hydrophilidae	3	
Hygrobidae	3	
Noteridae	3	
Psephenidae	3	
Scirtidae	3	
LEPIDÓPTEROS		
Crambidae	4	
TRICÓPTEROS		
Beraeidae	10	
Brachycentridae	10	
Calamoceratidea	10	
Ecnomidae	7	

TAXON	IBMWP	Abund
Glossosomatidae	8	
Goeridae	10	
Hydropsychidae	5	
Hydroptilidae	6	
Lepidostomatidae	10	
Leptoceridae	10	
Limnephilidae	7	
Molannidae	10	
Odontoceridae	10	
Philopotamidae	8	
Phryganeidae	10	
Polycentropodidae	7	
Psychomyiidae	8	
Rhyacophilidae	7	
Sericostomatidae	10	
Uenoidae	10	
DÍPTEROS		
Anthomyiidae	4	
Athericidae	10	
Blephariceridae	10	
Ceratopogonidae	4	
Chironomidae	2	
Culicidae	2	
Dixidae	4	
Dolichopodidae	4	
Empididae	4	
Ephydriidae	2	
Limoniidae	4	
Psychodidae	4	
Ptychopteridae	4	
Rhagionidae	4	
Scatophagidae	4	
Sciomyzidae	4	
Simuliidae	5	
Stratiomyidae	4	
Syrphidae	1	
Tabanidae	4	
Thaumaleidae	2	
Tipulidae	5	

Puntuación final	
------------------	--

Número ind.	Abund.	¿Muestra para laboratorio?	
1-3	1	SÍ	NO
4-10	2		
11-100	3		
> 100	4		

Otros organismos

Hoja de campo del protocolo MiQu

Tipo hábitat	%	M / D	Nº surbers	profundidad (cm)				velocidad (m/s)			
				Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4
Briofitos (musgos y hepáticas)											
Hidrofitos sumergidos (plantas acuáticas)											
Materia orgánica gruesa											
Raíces sumergidas											
Bloques ($\varnothing > 250$ mm)											
Cantos y piedras (\varnothing de 250 a 25 mm)											
Gravas (\varnothing de 25 a 2 mm)											
Espermatofitos emergentes (Helofitos)											
Sedimentos finos, con o sin materia orgánica ($\varnothing < 0,1$ mm)											
Arenas y limos (\varnothing de 2 a 0,1 mm)											
Algas											
Superficies uniformes naturales (losas, argilas compactadas...)											