



## **Plan de Seguimiento de las Poblaciones Icticas y su Hábitat en la Comunitat Valenciana**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
Esquema general del plan de muestreo.....	3
2. ESTACIONES DE MUESTREO.....	4
2.1. Localización de las estaciones de muestreo en tramos salmonícolas .....	5
2.2. Localización de las estaciones de muestreo en tramos ciprinícolas.....	6
3. PERIODOS DE MUESTREO.....	7
3.1. Muestreo ordinario en tramos ciprinícolas: .....	8
3.2. Muestreo ordinario en tramos salmonícolas:.....	9
3.3. Muestreo del hábitat fluvial.....	10
4. PROTOCOLO DE MUESTREO MEDIANTE PESCA ELÉCTRICA.....	11
4.1. Generalidades.....	11
4.2. Material y métodos .....	13
4.3. Tratamiento de los datos.....	15
5. PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	19
5.1. Generalidades.....	19
5.2. Material y métodos .....	19
5.3. Muestreo Ordinario.....	19
5.4. Muestreo extraordinario.....	22
5.5. Tratamiento de los datos.....	23
6. PROTOCOLO DE MUESTREO DEL HÁBITAT FLUVIAL .....	24
6.1. Generalidades.....	24
6.2. Material y métodos .....	24
6.3. Tratamiento de los datos: Puntuación final .....	33
7. PROTOCOLO DE MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS.....	34
7.1. Generalidades.....	34
7.2. Material y métodos .....	34
7.3. Tratamiento de los datos: Puntuación final .....	38
8. PROTOCOLO DE MUESTREO DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA .....	39
8.1. Generalidades.....	39
8.2. Material y métodos .....	39
8.3. Tratamiento de los datos: Puntuación final .....	47
9. BIBLIOGRAFÍA-REFERENCIAS .....	48
10 ANEXO I.- PESCA ELÉCTRICA	
11. ANEXO II.- ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL	

## 1. INTRODUCCIÓN

El plan de muestreo pretende ser una herramienta para obtener información a cerca de las características cuantitativas y cualitativas de las poblaciones ictiológicas que habitan las aguas continentales de la Comunidad Valenciana, como también procura conocer el estado actual del medio fluvial.

Con esta información se pretende conocer el nivel de abundancia de los recursos, junto con su distribución poblacional en una fecha determinada, que será de utilidad en la toma de decisiones en el marco de la gestión de los recursos piscícolas y la sostenibilidad del medio ambiente.

Para llevar a cabo esta tarea, se empleará principalmente el muestreo mediante pesca eléctrica, y el trampeo mediante nasas en aquellas circunstancias en que esta no sea efectiva y la aplicación de índices de valoración rápida de la calidad ambiental, para conocer el estado ecológico de los ríos.

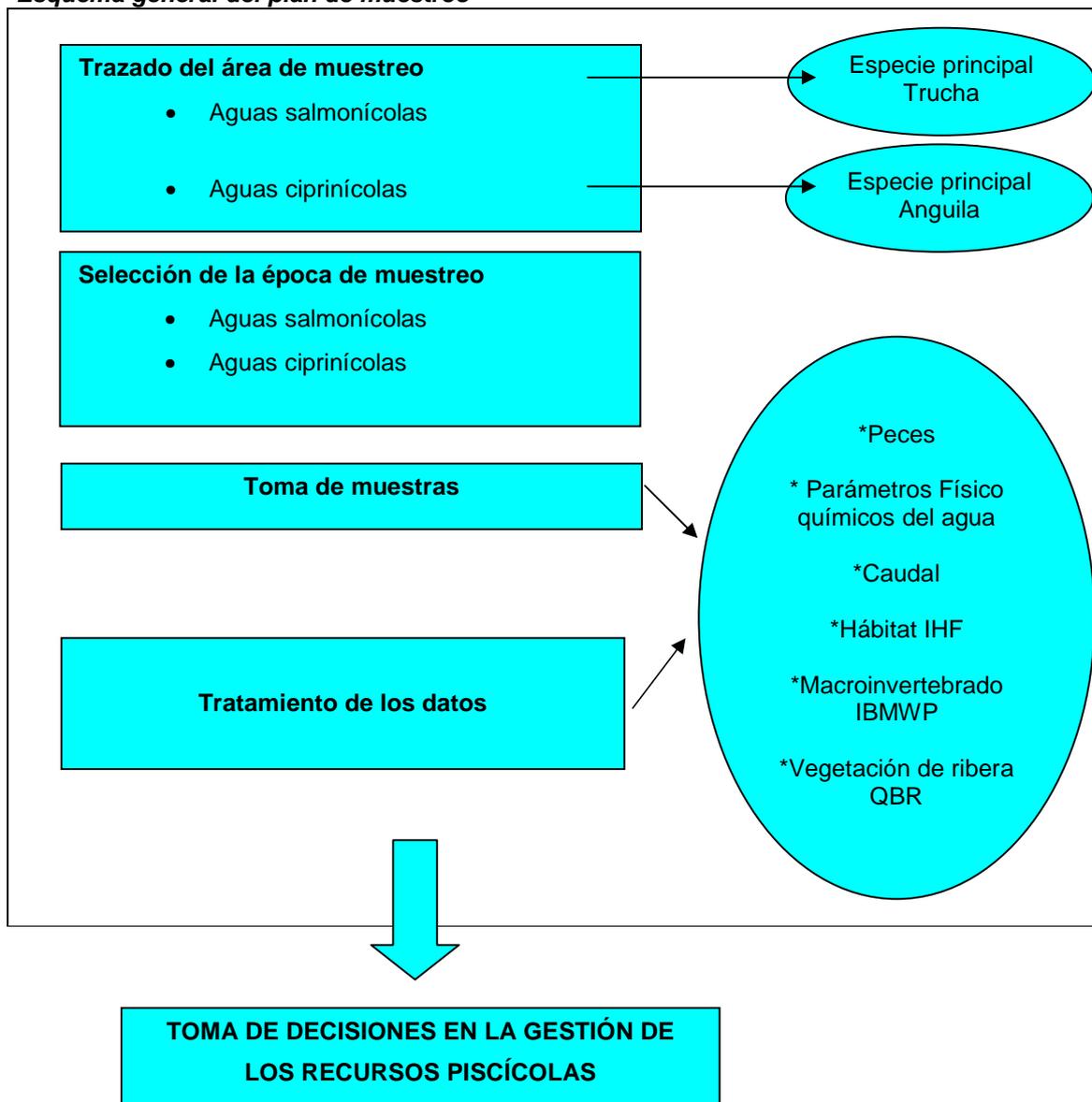
Para la práctica de pesca eléctrica la metodología general seguirá el procedimiento establecido por la norma española **UNE-EN 14011** con título "**Calidad del agua. Muestreo de peces con electricidad**".

El estado ecológico del río será evaluado mediante indicadores de calidad hidromorfológica, biológica y físicoquímica, según la Directiva Marco del Agua, "**Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**" de 23 de octubre de 2000, por la que establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Para ello el proyecto GUADALMED, ha establecido un Protocolo Rápido de Evaluación de la Calidad Ecológica (PRECE), cuyo objetivo final es la clasificación de la calidad ambiental de los ríos Mediterráneos.

Los límites de los parámetros físico-químicos, se ajustarán a lo establecido en la "**Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**" de 6 de septiembre de 2006, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.

**Esquema general del plan de muestreo**



## 2. ESTACIONES DE MUESTREO

Según la norma UNE-EN 14011, el tramo a muestrear tendrá que ser suficiente para incluir el área de distribución de peces predominantes de la zona, además de abarcar las distintas formas fluviales (pozas, remansos, tablas, rápidos, etc.) y de esta forma garantizar la representatividad de la comunidad piscícola.

Como norma general, se realizará sobre tramos de río de 100 m de longitud y siguiendo el criterio de tramo representativo. Es decir las estaciones deben ser representativas del estrato, de esta manera se tendrá en consideración criterios geomorfológicos (litología, forma del valle, etc.), hidrológicos (incorporación de afluentes, etc.) y biológicos.

La tramificación se hará partiendo de la cartografía temática disponible de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio ambiente, con posterior valoración in situ.

Las especies a muestrear se dividirán en tres grupos:

- Trucha común (*Salmo trutta*) Especie prioritaria tramos salmonícolas.
- Anguila (*Anguilla anguilla*) Especie prioritaria tramos ciprinícolas.
- Peces y crustáceos en general

### Las estaciones de muestreo deben cumplir los siguientes criterios:

- Que sean puntos vadeables (máximo 1 metro de profundidad)
- Evitar tomar la estación de muestreo cerca de vertidos directos, en una zona donde ya exista una mezcla del agua vertida con la del medio.
- Contener los hábitats más representativos de la cuenca fluvial (pozas, rápidos, remansos, etc.)
- De fácil acceso para el vehículo y el personal que realiza la pesca eléctrica, de no ser así se preparará el terreno con anterioridad.

Para los **muestreos de calidad del hábitat fluvial**, se evaluará mediante el estudio de los mesohábitats.

La tipificación y caracterización de los **mesohábitats** se debe realizar siguiendo los criterios de la técnica Basinwide Visual Estimation Technique o BVET (Dolloff *et al.*, 1993). Esta técnica consiste en estratificar visualmente el cauce según sus diferentes biotopos (mesohábitats), estas unidades son: cascadas, escalones, tramos secos pozas, tablas, corrientes, rápidos, etc.

\* *Lentos* o *pozas* (profundidades mayores de 0.6 m y velocidades inferiores a la media del tramo) y *tablas* (profundidades menores de 0.6 m y velocidades similares a la media del tramo y sin turbulencias apreciables)

\**Rápidos*: incluye las *corrientes* (aguas poco profundas con turbulencias superficiales y velocidades del agua inferiores a 0.4m/s) y los *rápidos* (aguas someras con velocidades mayores que la media del tramo, con abundantes turbulencias superficiales, elementos de sustrato que sobresalen del agua y predominio del flujo supercrítico).

Se caracterizará cada mesohábitat mediante sus características físicas:

- Longitud del mesohábitat (L, m)
- Anchura media del cauce (A, m), correspondientes a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , y  $\frac{3}{4}$  de la longitud total del mesohábitat.
- Profundidad máxima (P máx, m)
- Volumen (V, m<sup>3</sup>) que es calculado mediante los tres parámetros anteriormente mencionados.

**2.1. Localización de las estaciones de muestreo en tramos salmonícolas  
Especie prioritaria trucha común**

Estaciones del Tramo de Interés Villahermosa

Estaciones del Tramo de Interés Mijares

Estaciones del Tramo de Interés Palancia

Estaciones del Tramo de Interés Tuéjar

Estaciones del Tramo de Interés Ebrón

Estaciones del Tramo de Interés Vallanca

Estaciones del Tramo de Interés Turia 1

Estaciones del Tramo de Interés Turia 2

Estaciones del Tramo de Interés Turia 3

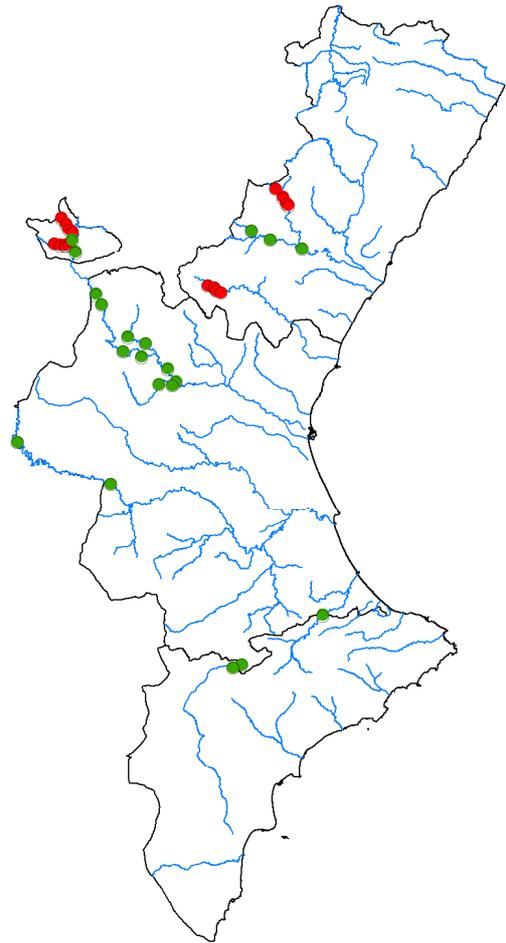
Estaciones del Tramo de Interés Turia 4

Estaciones del Tramo de Interés Sot

Estaciones del Tramo de Interés Cabriel

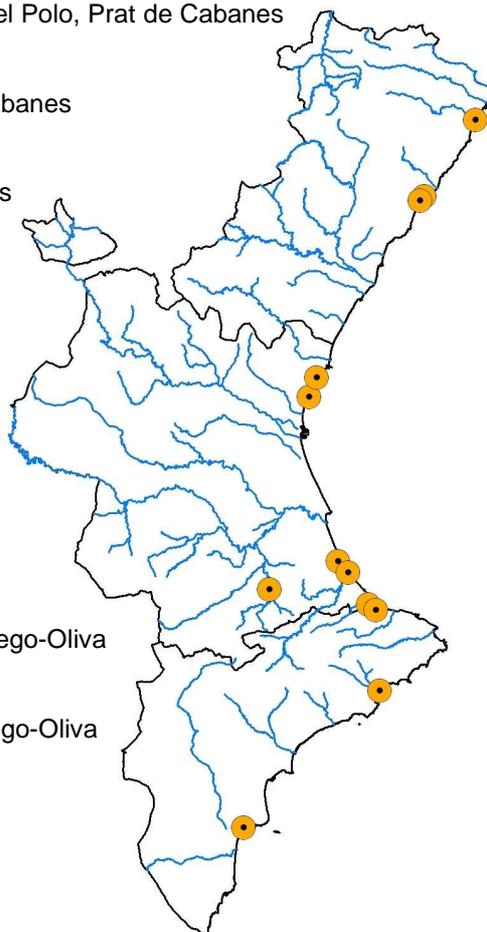
Estaciones del Tramo de Interés Serpis

Estaciones del Tramo de Interés Vinalopó



**2.2. Localización de las estaciones de muestreo en tramos ciprinícolas  
Especie prioritaria anguila**

- Estación 1.1 Rambla de Cervera
- Estación 2.1 Unión acequias del Mig, Mare del Calze y del Polo, Prat de Cabanes
- Estación 2.2 Unión acequias Playa Cudolada, Prat de Cabanes
- Estación 3.1 Gola de l'Estany de Puçol, Marjal dels Moros
- Estación 4.1 Marjal de Rafalell y Vistabella
- Estación 5.1 Marjal de Xeresa
- Estación 6.1 Desembocadura del Rio Serpis
- Estación 7.1 Pie de Presa de Bellús
- Estación 8.1 Desembocadura del marjal al río Molinell, Pego-Oliva
- Estación 8.2 Desembocadura del marjal al río Bullent, Pego-Oliva
- Estación 9.1 Desembocadura del río Algar
- Estación 10.1 Unión de los azarbes de Dalt,, Santa Pola



### 3. PERIODOS DE MUESTREO

#### Condicionantes específicos

- Como norma general, se recomienda realizar el muestreo durante el verano, ya que las condiciones de acceso al río, debido al bajo caudal y de transparencia del agua, son las más adecuadas para realizar las mediciones. Otro motivo, es que distintos organismos públicos (Confederación Hidrográfica del Júcar, Universidad Politécnica de Valencia y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino) muestrean durante el verano, por lo que interesa realizarlos durante estas fechas, para poder cotejar los datos.
- Para los juveniles, es preferible realizar la pesca eléctrica al final del verano principios del otoño, cuando estos ya han adquirido tamaño suficiente para poder ser capturados.
- Durante el periodo de verano y principios de otoño, es una fecha idónea porque no se influye en los procesos migratorios de los peces
- El muestreo se debe realizar durante el día
- No se debe pescar con temperaturas inferiores a 5°C
- No recomendable realizar la pesca tras fuertes avenidas. Ni comparar datos recogidos en distintas épocas del año
- Hay que tener en cuenta la preparación del terreno 15 días antes de la pesca eléctrica.
- Con arreglo a la Directiva 2006/44/CE relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces, se entenderá por:
  - aguas salmonícolas, las aguas en las que viven o podrían vivir los peces que pertenecen a los salmónidos cuyo representante en la CV es la trucha común (*Salmo trutta*).
  - aguas ciprinícolas, las aguas en las que viven o podrían vivir los peces que pertenecen a los ciprinidos (*Cyprinidae*), o a otras especies tales como la anguila (*Anguilla anguilla*)

### 3.1. Muestreo ordinario en tramos ciprinícolas:

#### Cotos de pesca (C)

**Recomendable:** Marzo, septiembre y octubre;

- Aconsejable a nivel general
- Alevines de tamaño suficiente cómo para ser capturados

**Indiferente:** De noviembre a febrero

- Debido al frío existe una menor actividad de los peces. (A menos de 5°C no se puede realizar pesca eléctrica).
- Aumento del caudal de los ríos

**No recomendable:** De abril a agosto

- Freza de ciprínidos

#### Zonas libres (L)

**Recomendable:** Septiembre, octubre y marzo

- Aconsejable a nivel general
- Alevines de tamaño suficiente cómo para ser capturados
- Antes de que empiece la temporada de pesca y al finalizar dicho periodo, de esta manera poder cotejar datos a cerca de la presión piscícola

**Indiferente:** De noviembre a febrero

- Debido al frío existe una menor actividad de los peces. (A menos de 5°C no se puede realizar pesca eléctrica).
- Aumento del caudal de los ríos

**No recomendable:** De abril a agosto

- Período de pesca
- Freza de ciprínidos

#### Vedados (V)

**Recomendable:** Agosto, septiembre y octubre

- Aconsejable a nivel general
- Alevines de tamaño suficiente cómo para ser capturados

**Indiferente:** De noviembre a febrero

- Debido al frío existe una menor actividad de los peces. (A menos de 5°C no se puede realizar pesca eléctrica)
- Aumento del caudal de los ríos

**No recomendable:** De abril a julio

- Freza de ciprínidos
- Los alevines no podrán ser capturados, además de poder ocasionarles algún perjuicio

#### Muestreo ordinario en tramos ciprinícolas

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
C												
L												
V												

Recomendable: ■

Indiferente: ■

No recomendable: ■

**3.2. Muestreo ordinario en tramos salmonícolas:**

**Cotos de pesca (C)**

**Recomendable:** Septiembre, octubre y marzo

- Aconsejable a nivel general
- Antes de que empiece la temporada de pesca y al finalizarla para poder cotejar datos a cerca de la presión piscícola

**No recomendable:** De noviembre a febrero y de abril a agosto

- Freza de la trucha común
- Período hábil de pesca para la trucha
- Los alevines no podrán ser capturados debido a su pequeño tamaño, además de poder ocasionarles algún perjuicio

**Zonas libres (L)**

**Recomendable:** Septiembre y octubre. Marzo

- Aconsejable a nivel general
- Antes de que empiece la temporada de pesca y al finalizarla para poder cotejar datos a cerca de la presión piscícola

**No recomendable:** De noviembre a enero y de abril a agosto

- Freza de la trucha común
- Período hábil de pesca
- Los alevines no podrán ser capturados debido a su pequeño tamaño, además de poderles ocasionar algún perjuicio

**Vedados (V)**

**Recomendable:** Agosto, septiembre y octubre

- Aconsejable a nivel general

▪

**Indiferente:** De marzo a julio

**No recomendable:** De noviembre a enero, febrero

- Freza de la trucha común
- Los alevines no podrán ser capturados, además de poder ocasionarles algún perjuicio

**Muestreo ordinario en tramos salmonícolas**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
C	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red
L	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red
V	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Red	Red

Recomendable: ■

Indiferente: ■

No recomendable: ■

**Periodicidad**

La frecuencia de muestreo deberá ser anual, con uno o dos muestreos por año dependiendo del impacto que se esté evaluando.

### 3.3. Muestreo del hábitat fluvial

Se realizará junto con el muestreo ordinario, la periodicidad estará en función de los objetivos del muestreo, para el estudio de los mesohábitats la variabilidad oscila alrededor de 5 años, esta periodicidad se podrá ver reducida en caso de perturbación grave, que afectara significativamente al hábitat fluvial o a su entorno.

Procesos organizados en tres grupos, según la escala espacio-temporal y las principales variables que afectan a los peces:

	MACROHÁBITAT	MESOHÁBITAT	MICROHÁBITAT
	Transporte de sedimentos y transformación de la materia orgánica	Caracterización del hábitat	Disponibilidad y uso del hábitat
Escala espacio-tiempo	10 <sup>5</sup> -10 <sup>3</sup> metros >100 años	10 <sup>2</sup> -10 <sup>1</sup> metros 1-10 años	10 <sup>0</sup> -1 <sup>-1</sup> metros 0-1 años
Variables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima</li> <li>• Geografía</li> <li>• Geología</li> <li>• Usos del suelo</li> <li>• Cubierta vegetal</li> <li>• Topografía</li> <li>• Pendiente</li> <li>• Caudal del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia relativa entre rápidos</li> <li>• Nº de pozas</li> <li>• Restos de madera</li> <li>• Recubrimiento de finos</li> <li>• Refugio</li> <li>• Sombreado</li> <li>• Factores físicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad</li> <li>• Sustrato</li> <li>• Refugio</li> <li>• Rugosidad del lecho</li> <li>• Velocidad</li> </ul>

Esquema de los enfoques para el estudio del hábitat en los ríos y su relación con la distribución y su abundancia de poblaciones de peces (Juan Diego Alcaraz, 2011)

#### 4. PROTOCOLO DE MUESTREO MEDIANTE PESCA ELÉCTRICA

##### 4.1. Generalidades

Antes del ejercicio de la pesca eléctrica se procederá a la toma de datos de las medidas instantáneas de **temperatura, pH, oxígeno disuelto, turbidez y conductividad**. Los parámetros de temperatura y conductividad son condicionantes en el manejo de la captura de peces.

Como método a emplear para la captura de muestras representativas de la población piscícola, se ha escogido la **pesca eléctrica**, por su mayor eficacia, sencillez de empleo y disponibilidad actual de los recursos.

La técnica de muestreo elegida para la pesca eléctrica, es la “**captura en pasadas sucesivas sin devolución**” o “**extracción sin reemplazo**”, por su rigor estadístico y por ser el método empleado en estudios próximos, de esta manera se podrá contrastar la información obtenida.

El método de **pesca eléctrica**, se fundamenta en la generación de un campo eléctrico en la masa de agua mediante dos electrodos. El agua cargada de sales minerales, tiene la propiedad de conducir esta corriente a todo ser vivo que entre en su radio de acción. El efecto producido en los peces es reversible, y se recuperan segundos después sin efectos secundarios en la mayoría de los casos.

El equipo de la pesca eléctrica consta de un generador de 1.000W, conectado a un transformador, que pasa la electricidad de corriente alterna a continua, este permite seleccionar el voltaje a aplicar, dependiendo de las necesidades. El cátodo consiste en una rejilla que es desplegada e introducida en la masa de agua y el ánodo un salabre el cual dispone de un botón de seguridad para detener la inyección de corriente en caso necesario.

El equipo humano se compone de tres operarios como mínimo, equipados correctamente (ver material EPI) y con formación específica para la actividad.

Antes de realizar la pesca eléctrica, se debe tomar los datos físico-químicos de temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y pH.

Además de la georreferenciación mediante el GPS.

En el ejercicio de la pesca, siempre en aguas vadeables (de máximo un metro de profundidad), el desplazamiento es lento, cubriendo todo el ancho del río con movimientos de barrido del ánodo, y se marcha aguas arriba para evitar la falta de visión por turbidez.

Los peces que son capturados, se depositan en recipientes adecuados para su bienestar y sacados a la orilla.

La técnica de **pasadas sucesivas sin devolución**, consiste en realizar una serie de pasadas (tres como norma general) sobre el tramo definido, donde previamente se habrá cerrado con malla fina para evitar la fuga de los peces. En cada pasada se aplicará el mismo esfuerzo de pesca (mismo equipo, mismo personal, mismo recorrido y misma duración) y las capturas obtenidas en cada pasada deben ser una serie numérica decreciente, ya que cada vez disminuye el número de peces en el tramo acotado. La forma de cómo disminuyen las capturas, es el criterio utilizado para el cálculo de la estima de la población; los peces no se devolverán al tramo muestreado hasta haber finalizado las tres pasadas.

Para poder aplicar este método de pasadas sucesivas sin devolución, se debe satisfacer las siguientes condiciones (Moran 1951):

1. *La población debe ser cerrada. No debe producirse una significativa natalidad, mortalidad o migración durante el experimento.*
2. *Cada ocasión de captura debe reducir la población en una proporción significativa.*
3. *Todos los individuos deben tener la misma probabilidad de captura.*
4. *La probabilidad de captura debe ser constante en las distintas ocasiones en que se realice.*

Con objeto de satisfacer las anteriores premisas, se van a justificar las condiciones:

Condición 1: El tramo se debe cerrar con red fina, de esta manera se evita la fuga o entrada de peces. El periodo a realizar el muestreo, será fuera de la época de reproducción y migración de los

peces (exceptuando el muestreo de la anguila). Debido al poco tiempo que se necesita para la ejecución del muestreo, admite que se desprecie la influencia de mortalidad y reclutamiento.

Condición 2: Se relaciona con el método de captura. La pesca eléctrica, es de probada eficacia en la mayor parte de ríos de orden no superior a 6 (Platts *et al.*, 1983), siempre y cuando no existan condiciones extremas que impidan la detección y captura de peces, como puede ser el caso de aguas muy turbias, vegetación acuática extremadamente abundante o el caso de grandes pozas.

Condición 3 y 4: Es complejo de asegurar, por dos motivos. El primero se debe a las características intrínsecas de la pesca eléctrica, la electricidad afecta más a los ejemplares de mayor talla que a los pequeños, y el segundo motivo se debe al equipo humano, que de forma inconsciente presta mayor atención a los grandes ejemplares que a los pequeños. Para minimizar estas limitaciones, se podría dar un tratamiento separado a cada especie y para cada clase de edad cuando se considere necesario (Cowx, 1983).

Cada vez que se finalice una pasada, se anotan los datos pertinentes en el estadillo de campo

## **4.2. Material y métodos**

### **4.2.1. Material**

#### General previo

- Mapas
- Permiso de muestreo
- Fichas de campo
- Regla
- Cinta métrica
- Hoja de papel milimetrado
- Bolígrafo
- PROTOCOLO1

#### Equipo protección individual (EPI)

- Vadeadores
- Botas de caucho (material no conductor de la electricidad)
- Guantes de látex y neopreno
- Chaleco salvavidas
- Casco

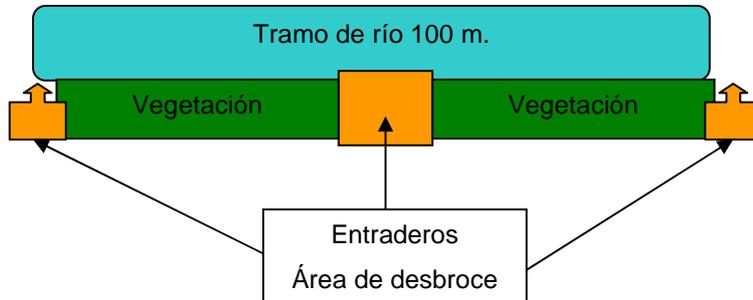
#### Equipo técnico

- Generador eléctrico y transformador de corriente, MODELO, con CV y W de potencia
- Pértiga
- Cátodo
- Salabre
- Redes
- Cinta métrica
- Cronómetro
- GPS y pilas de repuesto
- Cámara fotográfica y pilas de repuesto
- Equipo de comunicación (móvil, emisoras.)
- Extintor
- Equipo de primeros auxilios con instrucciones sobre técnicas de reanimación cardiaca pulmonar.
- Sacaderas y salabres para capturar los peces
- Cubos de goma o plástico para el traslado de los peces a los contenedores
- Contenedores, en ellos se depositan los peces
- Ictiómetro
- Balanza o peso
- Recipiente para toma de muestras
- Rotulador permanente (para etiquetar las muestras )
- Pinzas para extracción de escamas
- Claves de identificación de peces
- Pilas de repuesto para todos los aparatos

#### 4.2.2. Método

##### 1. PREPARACIÓN TERRENO

1. Desbroce del tramo a muestrear, a ser posible 15 días antes del muestreo.



##### 2. MUESTREO DEL RÍO

2. Cierre del tramo (100m.) mediante redes. Siempre que sea posible, se colocarán las redes sin entrar en el cauce del río, para evitar la fuga de los peces.

3. **Toma de datos** del agua: pH, oxígeno, conductividad, turbidez y temperatura. Además de la referenciación geográfica con el GPS (sistema de referencia ETRS 89)

4. **Inicio de la pesca eléctrica:**

- Introducción del cátodo en el agua
- Disposición de los operarios aguas abajo del tramo.
- Prueba de amperaje (para que el esfuerzo sea constante)
- **(Pasada 1)**. Puesta en marcha del cronómetro.

Remontar aguas arriba barriendo el ancho del río. Los peces serán sacados a la orilla y puestos en contenedores. Cuando se llegue al final del tramo se parará el cronómetro.

- Toma de datos biométricos de peces y del tiempo que se ha necesitado para realizar la primera pasada. ( Los peces no se devuelven dentro del tramo)
- **(Pasada 2 y 3)**. Se repetirán los pasos de la pasada 1.

5. Apertura del tramo

6. Liberación de los peces al río.

7. Finalización –recogida de material

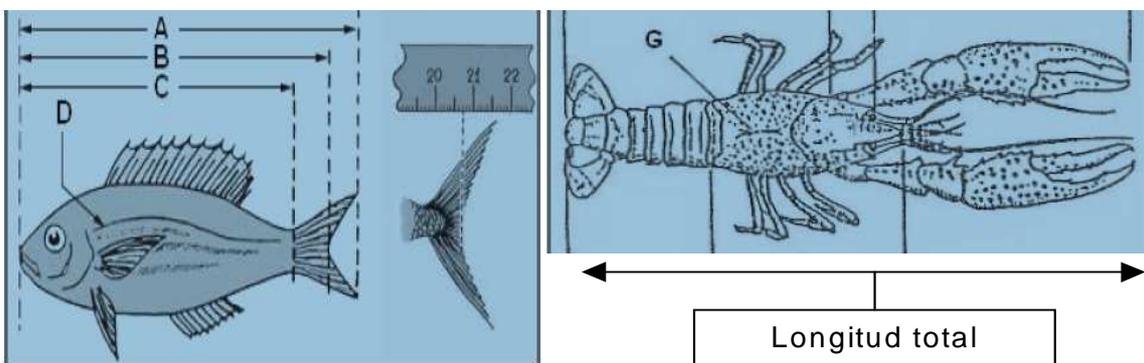
### 4.3. Tratamiento de los datos

Los peces deben manipularse de forma que se minimicen los daños provocados por su manejo y almacenamiento temporal.

Todas las muestras se deben identificar, contabilizar, medir y pesar.

La **identificación** de los ejemplares capturados se hace a nivel de especie, para ello se dispone de unas fichas identificativas de la ictiofauna continental de la Comunidad Valenciana.

La **medida**, se realiza con el ictiómetro, para los peces se debe tomar la longitud furcal (desde la parte más saliente de la mandíbula a la escotadura de la aleta caudal) y total y en el caso de los cangrejos y las anguilas, exclusivamente la longitud total. Las longitudes se anotan en milímetros, con una precisión de  $\pm 10\text{mm}$ .



CLAVE	CONCEPTO
A	Longitud total
B	Longitud furcal
C	Longitud estándar
D	Línea lateral

La pesada ha de realizarse para todas las muestras capturadas, empleándose una báscula digital. Y finalmente, recopilar todos los datos en la hoja de campo; en caso de detectar anomalías en las muestras, dejar constancia en el apartado correspondiente.

#### A. Composición

Es importante conocer las especies que habitan los ríos de la Comunidad Valenciana para poder hacer un análisis de las posibles incidencias que tengan las especies invasoras y las potencialmente invasoras, con relación a las poblaciones de peces autóctonos.

La composición, consiste en crear un inventario a nivel de especie de los ejemplares capturados para cada uno de los tramos de estudio.

#### B. Abundancia

La abundancia de la población de peces se evalúa mediante la densidad y la biomasa. La norma UNE aconseja reflejar los resultados como número total registrado y como el valor por  $100\text{ m}^2$ .

El primer paso, consiste en determinar el área de muestreo, para ello se levanta un mapa batimétrico del tramo, a ser posible in situ. Si tomamos unidades de referencia metros, en el papel

milimetrado cada  $\text{cm}^2$  equivaldrá a  $1 \text{ m}^2$ , así que bastará con contar los centímetros del papel milimetrado para conocer el área muestreada.

La densidad, es el número de peces por unidad de superficie de hábitat. Se calcula mediante el método de Máxima Verosimilitud Ponderada (Carle & Strub, 1978) y posteriormente simplificado por Zippin (1956, 1958). Calcula la población mediante un cálculo de probabilidad, haciéndose valer de la estadística. Un número elevado de pasadas hace más precisa la estima, pero también es más compleja, por lo que se ha estandarizado a 3 pasadas. Este método permite estimar densidades de población a partir de muestreos repetidos con una unidad de esfuerzo similar, además de ser el método de mayor robustez estadística (Cowx, 1983): Sea T la captura total:

$$T = \sum C_i$$

Donde k es el número de pasadas y  $C_i$  las capturas correspondientes a la pasada i-ésima. Definimos ahora la relación R como:

$$R = \sum (i - 1) \cdot C_i / T$$

Y el estimador del número de individuos de la población,  $N_0$ , vendría dado por:

$$N_0 = T / (1 - qk)$$

Donde  $q = 1 - p$ , siendo p la probabilidad de captura correspondiente a una sola pasada, y que se obtiene como solución iterativa de la ecuación:

Zippin da una serie de valores para simplificar la ecuación, así que partiendo de la relación R calculada, permiten estimar los valores de p y  $(1 - qk)$  para los casos  $k=3,4,5$  y 7 de una forma gráfica muy sencilla.

El error estándar del estimador vendría dado por:

Para  $k=2$ , las expresiones (7) y (8) se simplifican considerablemente y coinciden con las obtenidas por Seber & LeCren (1967):

**Para  $k=3$ ; caso simplificado de 3 capturas (Junge & Libosvsky 1965)**

Donde  $C$ , son las capturas  $C_1$ , corresponde a las capturas de la primera pasada,  $C_2$  a las de la segunda y  $C_3$  a la tercera. Resolviendo la siguiente función de probabilidad para esfuerzo constante:

$$C_x = 2 \cdot C_1 + C_2$$

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 \text{ número de individuos total capturados}$$

entonces N y p toman las soluciones explícitas:

$$N = \frac{6 \cdot C_x^2 - 3 \cdot C_x \cdot C_t - C_t^2 + C_t \cdot (C_t^2 + 6 \cdot C_x \cdot C_t - 3 \cdot C_x^2)^{0.5}}{18 \cdot (C_x - C_t)}$$

$$p = \frac{3 \cdot C_x - C_t - (C_t^2 + 6 \cdot C_x \cdot C_t - 3 \cdot C_x^2)^{0.5}}{2 \cdot C_x}$$

Deducimos q;  $q=1-p$ ;

Sacamos la varianza de la población  $V(N)$

$$V(N) = \frac{N^2(1-q^3) \cdot q^3}{(1-q^3)^2 - 9 \cdot p^2 \cdot q^2}$$

$$V(p) = \frac{(q \cdot p)^2 \cdot (1-q^3)}{N^2 \cdot (q \cdot (1-q^3)^2 - 9 \cdot p^2 \cdot q^3)}$$

Y utilizando la siguiente ecuación, obtenemos los límites NM y Nm (95% que son):

$$N \pm 1.96 \text{ ES}$$

$$\text{ES} = \sqrt{V(N)}$$

Y de la misma manera, se obtendrá los límites pM y pm de capturabilidad

$$P \pm 1.96 ES$$

$$ES = \sqrt{V(p)}$$

La densidad se da para cada estación de muestreo y repartidas por clases de edad. Además de establecer un valor medio para cada estación.

La biomasa relativa, es el peso de los individuos de la población por unidad de hábitat. Al igual que la densidad, se determinará para cada estación y se presenta clasificado según clases de edad, dándose también el valor medio.

Cifras de biomasa orientativas (García de Jalón *et al.*, 1945), para poder evaluar una población de un río ibérico medio:

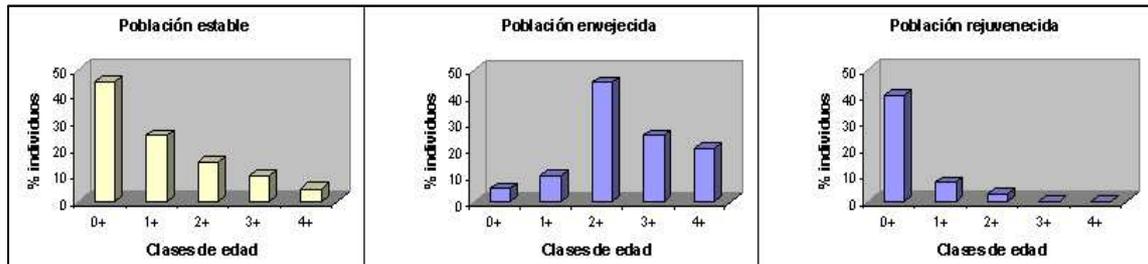
- \*Población escasa                      5 g/m<sup>2</sup>
- \*Población media                      de 5 a 15 g/m<sup>2</sup>
- \*Población abundante    de 15 a 200 g/m<sup>2</sup>

### C. Tamaño poblacional y estructura de edades

La distribución de frecuencias de cada clase de edad, nos informa sobre la estructura de la población. Para que ésta tenga un desarrollo sostenible para la pesca, deben estar representadas todas las clases de edad y con una estructura estable.

*Estructura en clases de edad de tres poblaciones: estable, envejecida y rejuvenecida*

Fig.: Manual práctico para la gestión sostenible de la pesca fluvial (Diego García de Jalón *et al.*, 1995)



Para el cálculo de edades, se puede utilizar métodos directos como la lectura de escamas o determinarse indirectamente a partir de la frecuencia de longitudes. Según la norma UNE, la estructura de edades debe indicarse mediante la longitud media por clase de edad, junto con la desviación estándar y el número de peces en la muestra.

#### Método directo:

##### 1. Lectura de las escamas de los ejemplares.

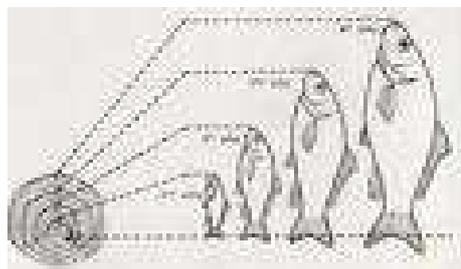
Las escamas crecen constantes a lo largo de la vida del pez, a modo de anillos de crecimiento, por norma general, cada concentración de anillos corresponde a un año de vida.

Bastaría con recoger 5 escamas de los ejemplares seleccionados, del flanco izquierdo del pez, de la zona comprendida entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral, para posteriormente analizar en el laboratorio. Primero se lavan con agua destilada e hidróxido sódico y se montan entre 2 portaobjetos secos. La determinación de la edad se realiza según el criterio de Bagenal y Tesch (1978), con la ayuda de una lupa binocular o microscopio.

##### 2. Lectura de otolitos (*Salmo trutta*)

Son unas pequeñas estructuras calcáreas que se encuentran en el oído medio. Su extracción requiere la disección del pez. Se usan para determinar la edad para las especies que carecen de escamas o para los ejemplares de más edad de las especies con escamas (en estos casos las líneas de crecimiento en las escamas aparecen muy comprimidas y no se pueden contar).

Para más detalle a cerca de la estima de edad y crecimiento se puede consultar Bagenal y Tesch (1978)



### **Método indirecto: Frecuencia de longitudes**

La determinación de la edad se realizará mediante el análisis de frecuencias de longitudes de Petersen (1896).

Este método se basa en la representación gráfica de las frecuencias de las longitudes de la población, las cuales corresponden y se agrupan según las diferentes clases edad de los peces.

Los datos se plasman en una gráfica, por un lado el eje "Y" que corresponde al número de ejemplares capturados, y en el eje "X" se dispondrán los intervalos de medida (la longitud de los peces).

Los peces suelen realizar una sola puesta al año, será fácil de contabilizar los del mismo año, llamado 0+ o de reclutamiento, y los nacidos el año anterior, los cuales formarán otro grupo de tallas, llamado 1+, así sucesivamente con el resto de tallas y edades, que se denominarán 2+, 3+, etc. Cuanto más a la derecha nos desplazemos en la gráfica, más juntas estarán las clases de edad, debido a que los peces cada vez crecen menos en longitud, por lo que a veces se precisará de los análisis de escamas para esclarecer la edad correcta.

## 5. PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

### 5.1. Generalidades

Por norma general antes de la salida de campo, se debe comprobar el buen estado de los aparatos y su limpieza.

Los electrodos, una vez sumergidos en el río, no deben tocar la vegetación circundante ni tampoco deben quedar enterrados en el sedimento.

Los tiempos de permanencia de los electrodos sumergidos serán los marcados por el fabricante. Una vez finalizada la toma de datos, se debe limpiar los electrodos con agua destilada y secar con papel de celulosa.

### 5.2. Material y métodos

#### 5.2.1. Material

- Termómetro
- Oxímetro y membrana de repuesto
- Conductímetro
- PH-metro y soluciones tampón
- Turbidímetro
- Equipo portátil filtración
- Cuentagotas
- Pilas de repuesto
- Frascos lavadores con agua destilada y rollo de papel de celulosa
- Botellas de 250 ml de plástico
- Botellas de 250 ml vidrio ámbar
- Para etiquetar: Rotuladores, etiquetas y cinta aislante
- Enfriadores
- Estadillos de campo
- Corrientímetro ó molinete
- Cinta métrica
- Estadillos de campo

### 5.3. Muestreo Ordinario

Los parámetros a tomar in situ en un muestreo ordinario son la **temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y pH**, y complementariamente el **caudal**.

#### 1. Temperatura del agua (°C):

Determina la distribución de los organismos. Es muy variable, tanto en el tiempo como en el espacio.

##### Procedimiento:

Encender el termómetro, sumergir en el río y esperar a que se estabilice. Una vez esté fija la temperatura y antes de extraer el sensor del agua, realizar la lectura. Por último anotar el dato en el estadillo de campo.

#### 2. Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ):

El instrumento que mide la cantidad de iones presentes en el cuerpo de agua, es el conductímetro. La medida de la conductividad eléctrica de un cuerpo de agua es uno de los parámetros más importantes en limnología. Además, dependiendo de la conductividad en la masa de agua, habrá que graduar el voltaje a aplicar en la pesca eléctrica.

##### Procedimiento:

Seguir las instrucciones del fabricante respecto a la calibración y uso del equipo. Permitir que el electrodo se equilibre en cada toma de datos y anotar el valor obtenido en el estadillo de campo.

### 3. pH : Potencial de hidrogeniones (UI):

El pH refleja el tipo de sustrato geológico y la actividad biológica. Aumenta cuando las tasas fotosintéticas son altas y disminuye en condiciones de intensa descomposición.

#### Procedimiento:

Una vez en la masa de agua a muestrear, se realiza la calibración con líquidos tampón, estas soluciones deben estar a la misma temperatura que el agua del río, para ello se introducirá durante unos minutos en el cauce hasta igualar las temperaturas. Se calibra, se deja el sensor unos minutos en la masa de agua y sin sacarlo de ella, se procede a la lectura. Se anota el valor en el estadillo de campo.

### 4. Oxígeno Disuelto $O_2$ (mg/l):

Es uno de los factores más importantes para la vida de los organismos. El oxígeno disuelto (OD), será medido con el oxímetro.

#### Procedimiento:

En aguas con poco movimiento, mover el electrodo arriba y abajo en el agua a una velocidad de unos 30 cm por segundo. Seguidamente dejar que se equilibre para que de una lectura estable. Finalmente anotar en el estadillo de campo.

### 5. Turbidez (Unidades Nefelométricas NTU):

La turbidez define el grado de opacidad producido en el agua por la materia orgánica particulada suspendida y el instrumento que se utiliza para medirla, se denomina turbidímetro.

#### Procedimiento:

Calibrar el turbidímetro en el laboratorio utilizando agua desionizada (turbidez = 0) y una solución estándar de formaizina. Si las lecturas de turbidez no se corresponden con los estándares, ajustar el turbidímetro de acuerdo a las instrucciones. Sumergir el electrodo en la masa de agua y anotar la lectura obtenida.

### 6. Caudal

Para la determinación del caudal circulante, se utiliza el corrientímetro, los más habituales son los de hélice.

#### Procedimiento:

1. Conviene buscar zonas de rápidos, en las que el cauce esté constreñido por orillas bien marcadas, y que el agua fluya con flujo más o menos laminar. Evitar tomar zonas con remolinos.

2. Hay que medir con una cinta métrica, la anchura húmeda del cauce a intervalos regulares. Para un ancho de río menor de 4 metros, conviene tomar medidas cada 0.25 m, en ríos de mayor anchura, tomar la medida cada metro.

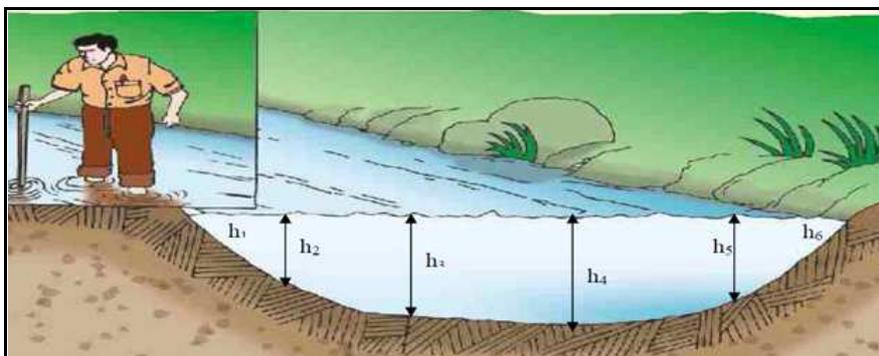


Figura extraída de [www.dimensionambiental.blogspot.com](http://www.dimensionambiental.blogspot.com)

3. Medir la corriente a intervalos regulares, convenidos anteriormente, con el correntímetro. Si la profundidad supera en más de cinco veces el diámetro de la hélice, conviene determinar la velocidad a dos o más profundidades.

Anotar la distancia, desde la orilla hasta cada punto de medición y su profundidad, así como la velocidad que dé el correntímetro en cada uno de los puntos seleccionados.



*Medición del caudal*

a.- Medición con el correntímetro.

b.- Sensor de velocidad

c.- Pantalla de lectura

4. Tratamiento de los datos: **Obtención del caudal**

El valor del caudal ( $m^3/s$ ) en cada sección, se obtiene multiplicando el área de la sección ( $m^2$ ) por la velocidad media del agua ( $m/s$ ) en cada una de ellas. El caudal total del transecto será la suma de los caudales obtenidos en cada una de las secciones.

$$q = \left[ \frac{(d_1 + d_2)}{2} \frac{(v_1 + v_2)}{2} w_1 \right] + \dots + \left[ \frac{(d_m + d_n)}{2} \frac{(v_m + v_n)}{2} w_m \right]$$

Donde:

q = caudal total ( $m^3$  por segundo)

v = velocidad de corriente promedio en el punto de medida n ( $m$  por segundo)

d = profundidad media del punto de medida n ( $m$ )

w = ancho del sector parcial entre los puntos m y n ( $m$ )

#### 5.4. **Muestreo extraordinario**

Los parámetros de medida en un muestreo extraordinario son: **Salinidad, sólidos totales disueltos, anhídrido carbónico libre, alcalinidad, dureza total, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y metales pesados**. La muestra puntual, nos da información a cerca de las condiciones del sistema en el punto del muestreo.

De manera general, hay que evitar la proximidad a las orillas, remover el lecho del río, los remansos y zonas de estancamiento de aguas.

Para realizar la toma de agua, se sujetará el recipiente por su fondo en posición invertida, sumergiéndolo y dándole la vuelta en sentido contrario a la corriente.

La conservación de las muestras está desarrollada en la norma UNE-EN ISO 5667-3:1994

##### 1. **Salinidad** (mg/l):

Es la concentración total de los componentes iónicos – sales inorgánicas existentes en una solución. Existe una relación constante entre la salinidad y la conductividad a una misma temperatura.

##### 2. **Sólidos Totales Disueltos (TDS)** (ppm ó mg/l):

Residuo seco que contiene materiales tanto orgánicos como inorgánicos que se encuentran en el ecosistema acuático.

##### 3. **Anhídrido Carbónico Libre (CO<sub>2</sub>)** (ppm ó mg/l):

Es el segundo gas en importancia presente en el agua. Se origina por la descomposición de la materia orgánica, por la respiración de los animales y las plantas y por el agua de lluvia. Método de la Fenolftaleína.

##### 4. **Alcalinidad** (mg HCO<sup>3</sup>/l):

Determina la capacidad de neutralizar ácidos. Es decir, a mayor alcalinidad resiste mejor los cambios de pH. La alcalinidad está íntimamente asociada a formas en que se encuentra el dióxido de carbono. La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos, es decir, es la forma de expresar la cantidad de iones bicarbonatos y carbonatos e hidróxilo. Para su análisis se empleará el método del anaranjado de metilo.

##### Procedimiento

Colectar las muestras en botellas de plástico limpias y pre-etiquetadas, de volumen de 200 a 500ml. Enfriar rápidamente a 4º C. La muestra podrá conservarse durante 14 días.

##### 5. **Dureza Total** (mg CaCO<sub>3</sub>/l):

Está constituida por la cantidad de iones de Calcio y Magnesio. La dureza del agua por carbonatos y bicarbonatos se conoce como temporal, ya que ésta desaparece al hervir el agua y provocar la precipitación de los carbonatos de calcio y magnesio. Por su parte la dureza permanente es la causada por la presencia de cloruros y sulfatos de calcio y magnesio, los cuales no se precipitan ni por la prueba de la alcalinidad ni por el calentamiento del agua.

##### Procedimiento

Colectar las muestras en botellas de plástico limpias y pre-etiquetadas de 500 ml. Enfriar rápidamente a 4º C. La muestra podrá conservarse durante 14 días.

##### 6. **NH<sub>4</sub>: Amonio** ( ppm ó mg/l):

Colorimétrico ó Espectrofotométrico.

##### 7. **NO<sub>2</sub>: Nitrito** (µg/l ó mg/ ó ppm):

Se encuentra en bajas concentraciones en aguas oxigenadas, pero en medios hipóxicos aumenta su concentración considerablemente, si llega a niveles elevados son muy tóxicos. Indican eutrofia. Colorimétrico y Espectrofotométrico. Los valores se expresarán en µg/l ó mg/ ó ppm según el método.

##### Procedimiento

Colectar las muestras en botellas de plástico limpias y pre-etiquetadas de 250 ml. Enfriar rápidamente a 4ºC. La muestra podrá conservarse durante 72 horas.

**8. NO<sub>3</sub>: Nitrate(mg/ ó ppm):**

El Nitrate es una de las formas en que se encuentra el nitrógeno en el agua. Los nitratos junto con el amonio constituyen los parámetros más importantes para los ecosistemas acuáticos, pues, constituyen la fuente principal para los organismos residentes en éste medio.

Procedimiento

Se toma la muestra en una botella de plástico de volumen de 200- 500 ml. Enfriar rápidamente a 4°C. Se podrá conservar durante 72 horas.

Las muestras pueden conservarse igualmente por congelación a – 20° C durante un máximo de 8 días. (UNE 77027:1982 y UNE-EN ISO 13395:1997)

**9. P: Fósforo (mg/ ó ppm):**

Es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico. Es el menos abundante y al mismo tiempo es el factor más limitante en la productividad primaria.

Procedimiento

Colectar las muestras en botellas de vidrio ámbar limpias y pre-etiquetadas de 250 ml. Filtrar la muestra (con filtro de membrana 0.45 micrómetros) y transferir la muestra a otra botella pre-etiquetada, Enfriar rápidamente a 4° C. La muestra podrá conservarse durante 72 horas.

**10. Metales Pesados: PI, Cr, Hg, Cd, Al, Sr**

Metales pesados bioacumulables solo se analizan cuando hay sospechas de contaminación, con la finalidad de determinar posibles daños en el ecosistema y peligro para la salud humana.

Procedimiento:

Debe almacenarse la muestra en frascos de plástico o vidrio de borosilicato, acidulada (ácido nítrico) a pH < 2 por periodos inferiores a 15 días, aunque la norma UNE-EN-ISO 5667-3:1994 indica un período máximo de almacenaje de un mes. Para los metales, la norma es la UNE 77056:1983.

**5.5. Tratamiento de los datos**

Ver anexo la Lista de parámetros de la DIRECTIVA 2006/44/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.

## 6. PROTOCOLO DE MUESTREO DEL HÁBITAT FLUVIAL

### 6.1. Generalidades

Para la evaluación del hábitat se va a utilizar el índice del hábitat fluvial (IHF). Es un índice de evaluación rápida, que valora la heterogeneidad y potencialidad del hábitat de 0 a 100, fundamentándose en que a mayor diversidad del hábitat, mayor riqueza biológica.

Los *parámetros* que utiliza son:

- Inclusión de rápidos-sedimentación de pozas.
- Frecuencia de rápidos
- Composición del sustrato
- Regímenes de velocidad/caudal
- Porcentaje de sombra en el lecho
- Elementos de heterogeneidad
- Cobertura de vegetación acuática.

### 6.2. Material y métodos

#### 6.2.1. Material

- Hoja de campo (IHF)
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- GPS
- Bolígrafo

#### 6.2.2. Método

##### Seleccionar el área de observación

El tramo a muestrear tendrá una longitud de 100 m. Se aconseja realizar la valoración cuando el caudal sea bajo.

##### 1. Cálculo de los rangos de calidad

Para cada bloque se evaluará sólo la presencia de cada parámetro indicado. Los bloques son independientes y su puntuación será la referida en cada apartado.

##### Bloque 1:Inclusión rápidos - sedimentación pozas

Se deberá elegir entre uno de los dos bloques (Inclusión rápidos o sedimentación pozas), de manera que la puntuación no supere los 10 puntos.

*Inclusión:* Se mide aguas arriba, en la parte central de rápidos y zonas de piedras, donde no haya deposición de sedimentos y se aprecien las partículas con claridad.

- 0-30%: Piedras, bloques y gravas no fijadas por sedimento fino = 10 puntos
- 30-60%: Piedras, bloques y gravas poco fijadas por sedimento fino = 5 puntos
- > 60%: Piedras, bloques y gravas medianamente fijadas por sedimento fino = 0 puntos

*Sedimentación:* Consiste en la deposición de material fino en zonas más lénticas del río (poca corriente).

- 0-30%: = 10 puntos
- 30-60%: = 5 puntos
- > 60%: = 0 puntos

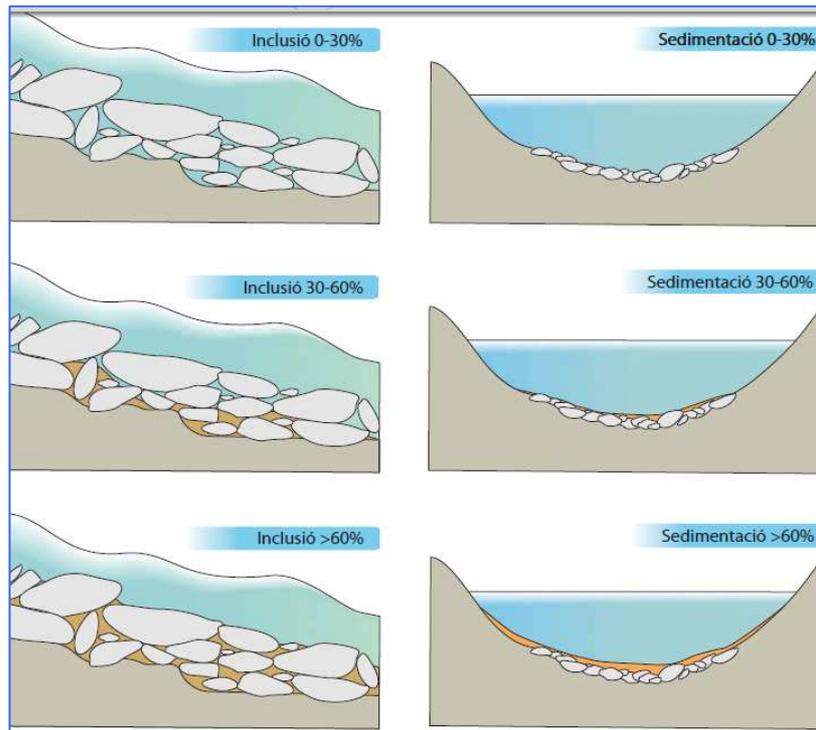


Figura: Esquema de los 6 posibles casos del apartado de inclusión-sedimentación. Manual d'utilització de l'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF). Diputació Barcelona

### Bloque 2: Frecuencia de rápidos

Se evaluará la heterogeneidad del curso del río, midiendo la distancia media entre la alternancia de pozas con rápidos y zonas remansadas.

La alternancia frecuente de rápidos y pozas en el tramo asegura la diversidad de hábitats para los organismos acuáticos, por eso se le da una puntuación más elevada cuando exista mayor frecuencia de rápidos.



Figura: Ejemplo de lo que se considera distancia entre rápidos. . Manual d'utilització de l'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF). Diputació Barcelona



Fig.1: Alta frecuencia de rápidos(10ptos)



Fig.2: Escasa frecuencia de rápidos (8ptos)



Fig.3: Presencia ocasional de rápidos (6ptos)



Fig.4: Flujo laminar rápidos escasos (4ptos)



Fig. 5: Sólo pozas (2ptos)

**Bloque 3: Composición del sustrato**

Considerando el diámetro de las partículas, se clasifican según RIVPACS (River In Vertebrate Prediction And Classification System) (Wright *et al.* 1984) en:

PARTÍCULAS	DIÁMETRO	%	PUNTUACIÓN
Bloques y piedras	>64 mm.	1-10	2
		>10	5
Cantos y gravas	64 mm. > 2mm.	1-10	2
		>10	5
Arena	0.6 – 2 mm.	1-10	2
		>10	5
Limo y arcilla	< 0.6mm.	1-10	2
		>10	5

En caso de ausencia absoluta de una categoría de sustrato, la puntuación será de 0 puntos.

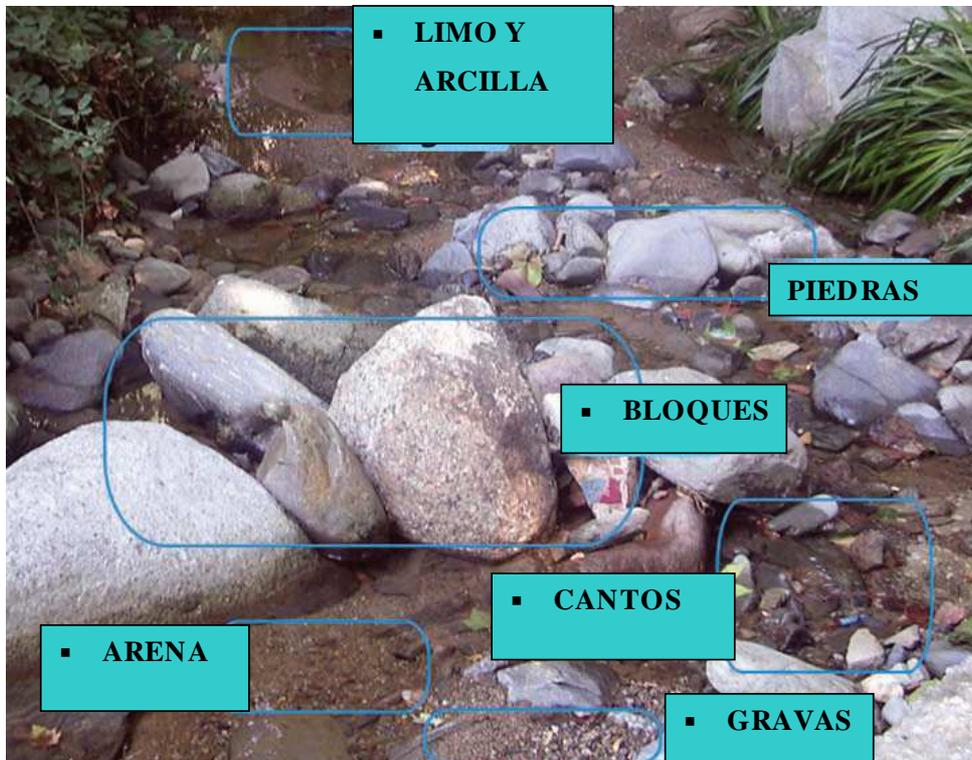


Figura: Manual d'utilització de l'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF). Diputació Barcelona

**Bloque 4: Régimenes de velocidad / profundidad**

La variedad de regimenes de velocidad y profundidad, dota al hábitat de mayor riqueza para la vida de los organismos, creando sistemas estables.

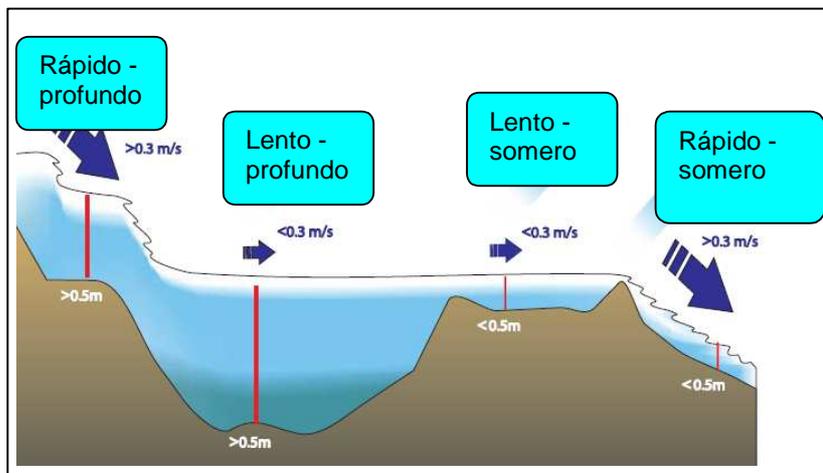
Se establecen 4 combinaciones de velocidad y profundidad:

- Lento-profundo
- Lento-somero
- Rápido-profundo
- Rápido-somero

Como norma general se considera una profundidad de 0.5 m para distinguir entre profundo y somero; y una velocidad de 0.3 m/s para separar rápido de lento.

Manual d'utilització de l'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF). Diputació Barcelona

La puntuación:

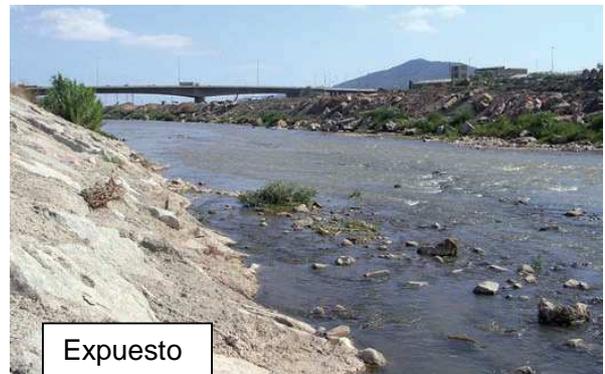
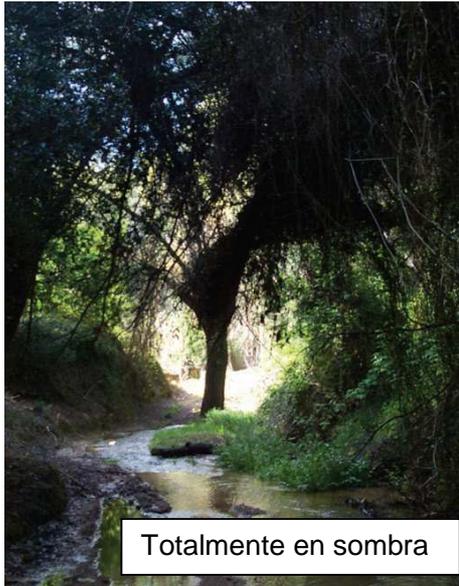


Bloque	Puntos
Las 4 categorías	10
3 de las 4 categorías	8
2 de las 4 categorías	6
1 de las 4 categorías	4

**Bloque 5: Porcentaje de sombra en el cauce**

Se realiza una estima visual de la cantidad de luz que alcanza el canal del río, según la sombra proyectada por la cubierta vegetal, que está adyacente al agua.

Bloque	Puntos
Sombreado con ventanas	10
Totalmente en sombra	7
Grandes claros	5
Expuesto	3

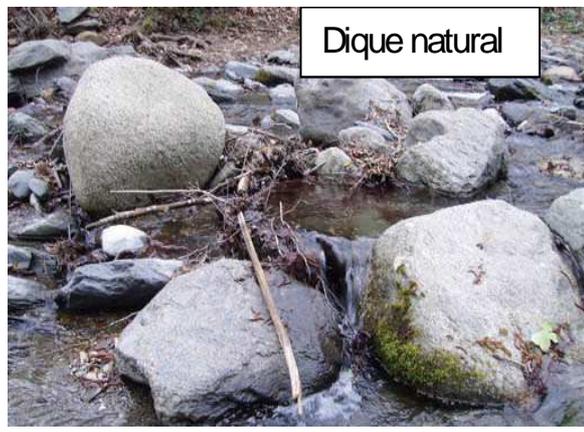


**Bloque 6: Elementos de heterogeneidad**

Contabiliza sólo la presencia de material vegetal dentro del lecho del río. Ya que estos elementos pueden proporcionar cobijo y alimento a los organismos del río.

En caso de que no exista ninguno de estos elementos, la puntuación será de cero.

Bloque	Puntos
Hojarasca >10% o < 75%	4
< 10% o > 75 %	2
Presencia de troncos y ramas	2
Raíces expuestas	2
Diques naturales	2



**Bloque 7: Cobertura y diversidad de vegetación acuática**

Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. Son la fuente de alimento para muchos organismos.

En caso de ausencia de uno de los tipos de vegetación acuática, se dará una puntuación de cero.

Bloque	Puntos
% Plocon + briófitos 10-50%	10
<10% o >50%	5
% Pecton 10-50%	10
<10% o >50%	5
% Fanerógamas y charales 10-50%	10
<10% o >50%	5

**Plocon:** organismos fijos al sustrato por un extremo (a veces desprendidos y flotando) *Cladophora*, *Zygnematales*, *Oedogoniales*



*Cladophora*



*Oedogonium*



*Zygnematales*

**Briófitos** (musgos y hepáticas)



**Pecton:** incluye talos aplanados, laminares o esféricos



*Nostoc*



*Phormidium*



*Hildenbrandia*

**Fanerógamas y espermatofitos:** Incluye los géneros *Potamogeton*, *Ranunculus*, *Ceratophyllum*, *Apium*, *Lemna*, *Myriophyllum*, *Zannichellia* o *Rorippa*.



*Lemna*



*Potamogeton.*

- Manual d'utilització de l'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF). Diputació Barcelona

**6.3. Tratamiento de los datos: Puntuación final**

Para asignar una calidad en función del resultado del índice del Hábitat Fluvial (IHF) obtenido en cada estación, se utiliza la escala elaborada por el Grupo Interlab, S.A en el estudio “*Desarrollo de trabajos de apoyo en la implementación de la Directiva Marco del Agua en relación a los indicadores de calidad biológicos*”

La puntuación obtenida se puede encuadrar en una de las cuatro clases permitiendo, asignar una muestra de agua a una de las calidades establecidas, o bien visualizarla cartográficamente, ya que cada una de ellas se corresponde con un código de colores para su representación en el mapa.

NIVEL DE CALIDAD	PUNTUACIÓN IHF	
Muy Buena	>90	Azul
Buena	70-90	Verde
Regular	36-69	Amarillo
Mala	0-35	Rojo

## 7. PROTOCOLO DE MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS

### 7.1. Generalidades

Como medida del estado de la comunidad de invertebrados acuáticos se va a utilizar el índice IBMWP "IBERIAN BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY, suscrito por J. Alba-Tercedor e incluido en la propuesta metodológica de GUADALMED (PRECE).

Se consideran macroinvertebrados bentónicos a aquellos organismos invertebrados que desarrollan alguna fase de su ciclo vital en el medio acuático, y cuyo tamaño es superior a los 2 mm, por lo que se les puede ver a simple vista. Abarca insectos, moluscos, crustáceos, turbelarios y anélidos principalmente.

Las principales razones para su uso como indicadores biológicos son:

- Sensibilidad y rapidez en la reacción ante distintos contaminantes con una amplia gradación en la respuesta frente a un variado espectro de clases y grados de estrés.
- Ubicuidad, abundancia y facilidad de muestreo. Tamaño adecuado para su determinación en laboratorio.
- Carácter relativamente sedentario, reflejando las condiciones locales de un tramo fluvial.
- Fases del ciclo de vida suficientemente largas como para ofrecer un registro de la calidad medioambiental.
- Gran diversidad de grupos faunísticos con numerosas especies, entre las cuales siempre habrá alguna que reaccione ante un cambio ambiental.

Esta valoración se computa sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones. La mayor o menor puntuación asignada a cada taxón, está en función de su sensibilidad a la contaminación y a la tolerancia a la escasez de oxígeno.

Los taxones, serán identificados a nivel de familia, lo que hace más sencillo el estudio. Las familias más tolerantes a la contaminación se les asignará el valor 1, y las menos tolerantes, obtendrán un valor de 10 puntos. El listado de familias en relación al valor que dota el índice, se puede encontrar en los anexos, junto a la hoja de campo.

Según el índice IBMWP, se clasifican las aguas en valores comprendidos entre 0 y un máximo indeterminado, pero en la práctica no suele superar los 200. De esta manera, se establecen 5 clases de calidad para el agua, niveles del estado ecológico (según GUADALMED; ver *Jáimez-Cuéllar et al.*, 2004)

### 7.2. Material y métodos

#### 7.2.1. Material

- Hoja de campo (IBMWP)
- Guía de campo macrófitos
- Cámara fotográfica
- GPS
- Red de 500 µm de luz
- Frascos herméticos de plástico o vidrio
- Alcohol de 96 °
- Pinzas entomológicas
- Bateas blancas (mínimo 20 x 30 cm)
- Bolígrafo

#### 7.2.2. Método

##### 1. Seleccionar el área de observación

El tramo de río a muestrear tendrá una longitud mínima de 100 m. Se recomienda muestrear la zona central del cauce y los márgenes de más de 20 cm. de profundidad. Además de seleccionar el tramo que contenga mayor número de sustratos diferentes, para poder recolectar la máxima biodiversidad posible. Para ello se dispondrá de una red de 500 µm de luz y una boca de entrada de 30 cm.

El índice no se debe aplicar inmediatamente después de una crecida, ni inmediatamente después de un periodo en que el cauce haya estado seco; en ambos caso debe esperarse al menos un mes antes de realizar el muestreo

## 2. Muestreo de los hábitats

El tiempo estimado para la aplicación del índice IBMWP está generalmente comprendido entre 30' y 1 hora para la toma de la muestra, y de 2-4 horas para su tratamiento. Sin embargo esto depende mucho de las condiciones del tramo a estudiar y de la pericia de los operadores

El muestreo se realizará aguas arriba, se debe conseguir que todo el material entre dentro de la red.

Antes de sumergirse en el agua hay que tener especial atención en localizar animales esquivos que viven en la superficie como Gyrinidae, Gerridae o Hydrometridae.



*Familia Gyrinidae*



Familia Gerridae

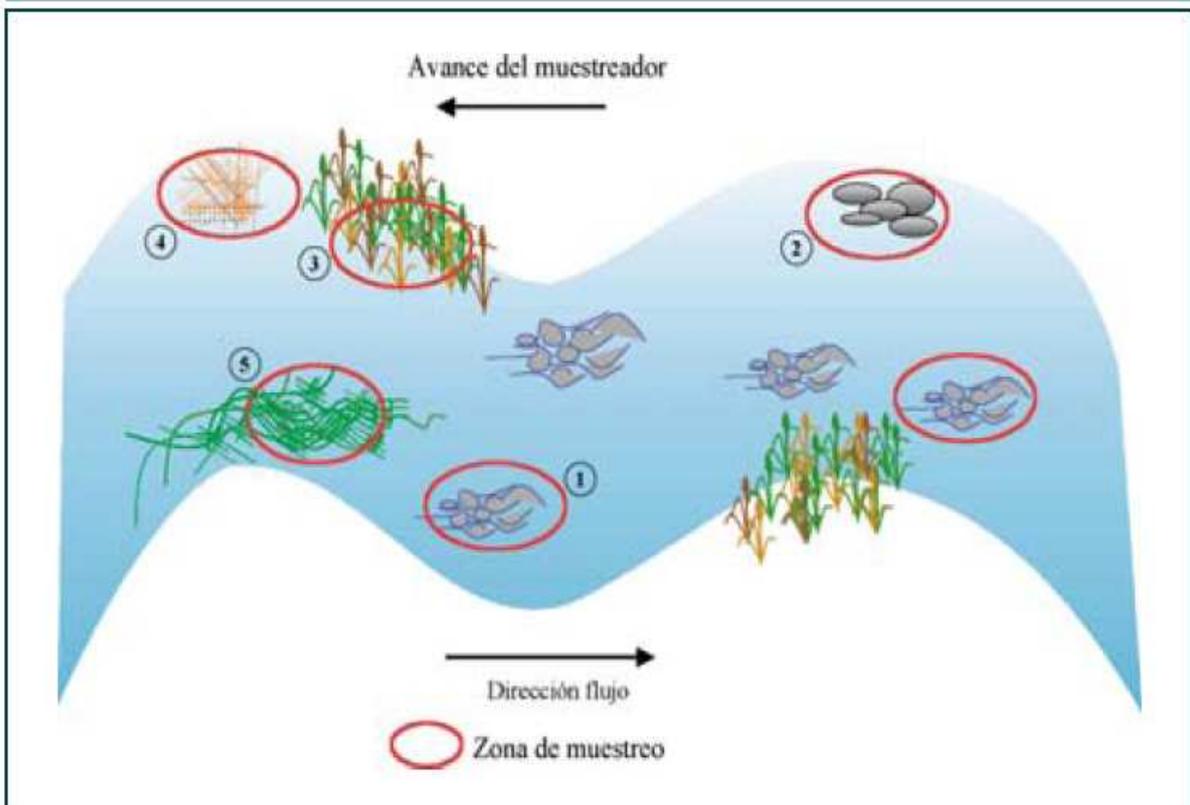


Familia Hydrometridae

Dividir el tramo del río a estudiar en tantas áreas como hábitats distintos haya, para ello se realizará un recorrido visual por todo el tramo identificando los diferentes microhábitats para los macroinvertebrados presentes.

- Zona lítica de fuerte corriente y sustrato duro (1)
- Zona léntica 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)

**TIPOLOGÍA DE HÁBITATS A MUESTREAR PARA LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBMWP:  
1. ZONAS LÓTICAS; 2. ZONAS LENÍTICAS; 3. VEGETACIÓN ACUÁTICA EMERGIDA; 4. ARENA, GRAVA O FANGO;  
5. MACRÓFITOS O MACROALGAS.**



*Para los hábitats 1 y 2:*

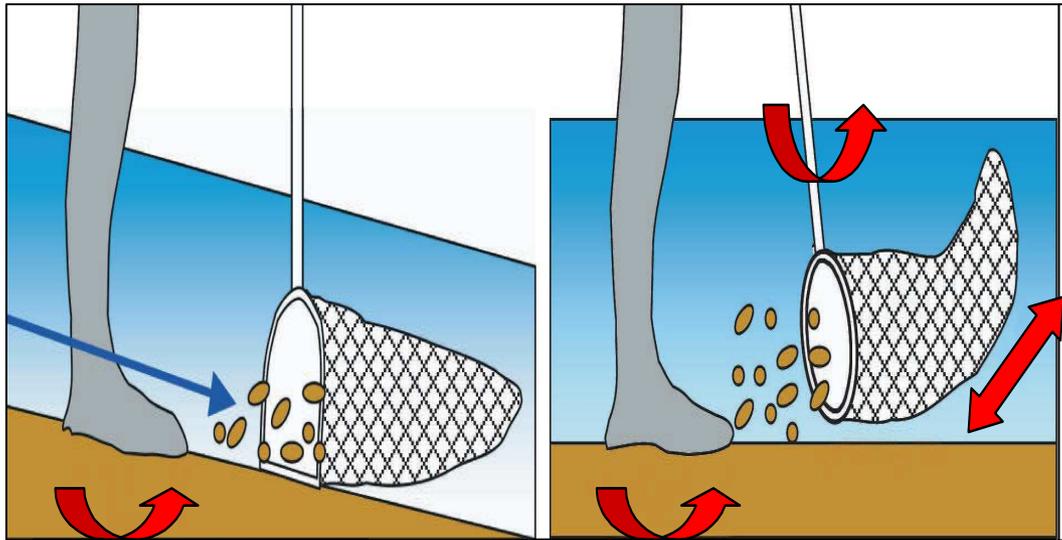
- Limpiar las piedras de un área de 2 m<sup>2</sup> dentro de la red
- Si las piedras tienen un diámetro inferior a 10 cm. remover con los pies y recoger el material con la red a contracorriente.

*Para los hábitats 3 y 4:*

- Pasar la red entre la vegetación, las raíces sumergidas y los macrófitos

*Para el hábitat 5:*

- Remover el fondo y recoger el material que se lleve la corriente o quede en suspensión.
- Vaciar periódicamente la red en bateas colocadas en la orilla, para evitar que la red se colmate.



Aguas someras con corriente

Aguas profundas vadeables  
Zonas de corriente escasa o nula

Tras el muestreo se debe limpiar la red con abundante agua para evitar contaminar las aguas de otros puntos.

La muestra se guarda en botes de 500 ml y se fija con alcohol de 97°

#### TÉCNICAS DE MUESTREO DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS. MÉTODO DEL IBMWP



Muestreo de los diferentes hábitats fluviales existentes en la estación de muestreo hasta que no se observan nuevos taxones.

Examen de la muestra e identificación de las familias del IBMWP.

Conservación de parte o de la totalidad de la muestra para realizar el recuento de organismos y para finalizar el cálculo del IBMWP.

Fotos de J. Alba-Tercedor

### 7.3. Tratamiento de los datos: Puntuación final

Finalmente, tras la suma de los valores correspondientes a cada una de las familias presentes en la zona de estudio, se obtiene la calidad del agua.

La puntuación obtenida se puede encuadrar en una de las cinco clases (de I a V de mayor a menor calidad), permitiendo, asignar una muestra de agua a una de las calidades establecidas, o bien visualizarla cartográficamente, ya que cada una de ellas se corresponde con un código de colores para su representación en el mapa.

Aquellos valores que queden 5 unidades por exceso o por defecto de los límites establecidos en la tabla anterior, deben considerarse entre dos clases de calidad, por lo tanto se representarán con los dos colores que le correspondan.

PUNTUACIÓN IBMWP (Alba-Tercedor y Sánchez Ortega, 1988)			
Estado Ecológico	IBMWP	Significado	Color
Muy Bueno	>100	Curso de agua no contaminado o no alterado de modo sensible	Azul
Bueno	61-100	Curso de agua con leves signos de contaminación	Verde
Aceptable	36-60	Curso de agua contaminado o alterado, en situación dudosa	Amarillo
Deficiente	16-35	Curso de agua muy contaminado, en situación crítica	Naranja
Malo	0-15	Curso de agua fuertemente contaminado, en situación muy crítica	Rojo

## 8. PROTOCOLO DE MUESTREO DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA

### 8.1. Generalidades

El índice QBR (ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA), integra aspectos morfológicos y biológicos del lecho del río y su zona inundable.

El bosque de ribera tiene una gran importancia en el ecosistema, ya que inmoviliza y metaboliza sustancias contaminantes. También es fuente de vida para organismos, los cuales encuentran en la vegetación refugio y alimento. Es conveniente que la ribera, comprendiera una banda de 3 a 5 veces el ancho del río, para poder actuar de filtro verde y amortiguar las riadas y controlar la erosión, reduciendo la colmatación de pozas y remansos.

Mediante cuatro rangos de calidad, el índice QBR compara el estado real con el potencial del río.

- Grado de cobertura de la vegetación de ribera
- Estructura o grado de madurez
- Calidad de la cobertura
- Grado de naturalidad del canal fluvial

Esta valoración se realiza sobre un tramo de 100 metros, mediante la identificación visual de las especies vegetales y el cálculo de cobertura vegetal de la ribera.

### 8.2. Material y métodos

#### 8.2.1. Material

- Hoja de campo (QBR)
- Guía de vegetación
- Cámara fotográfica
- GPS
- Bolígrafo

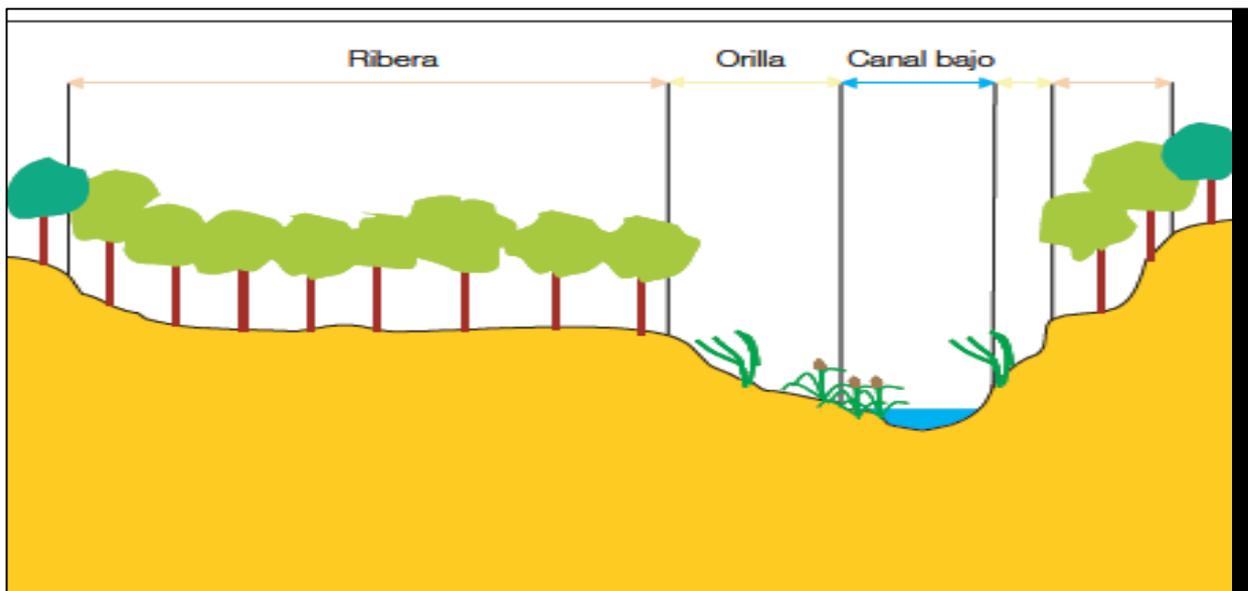
#### 8.2.2. Método

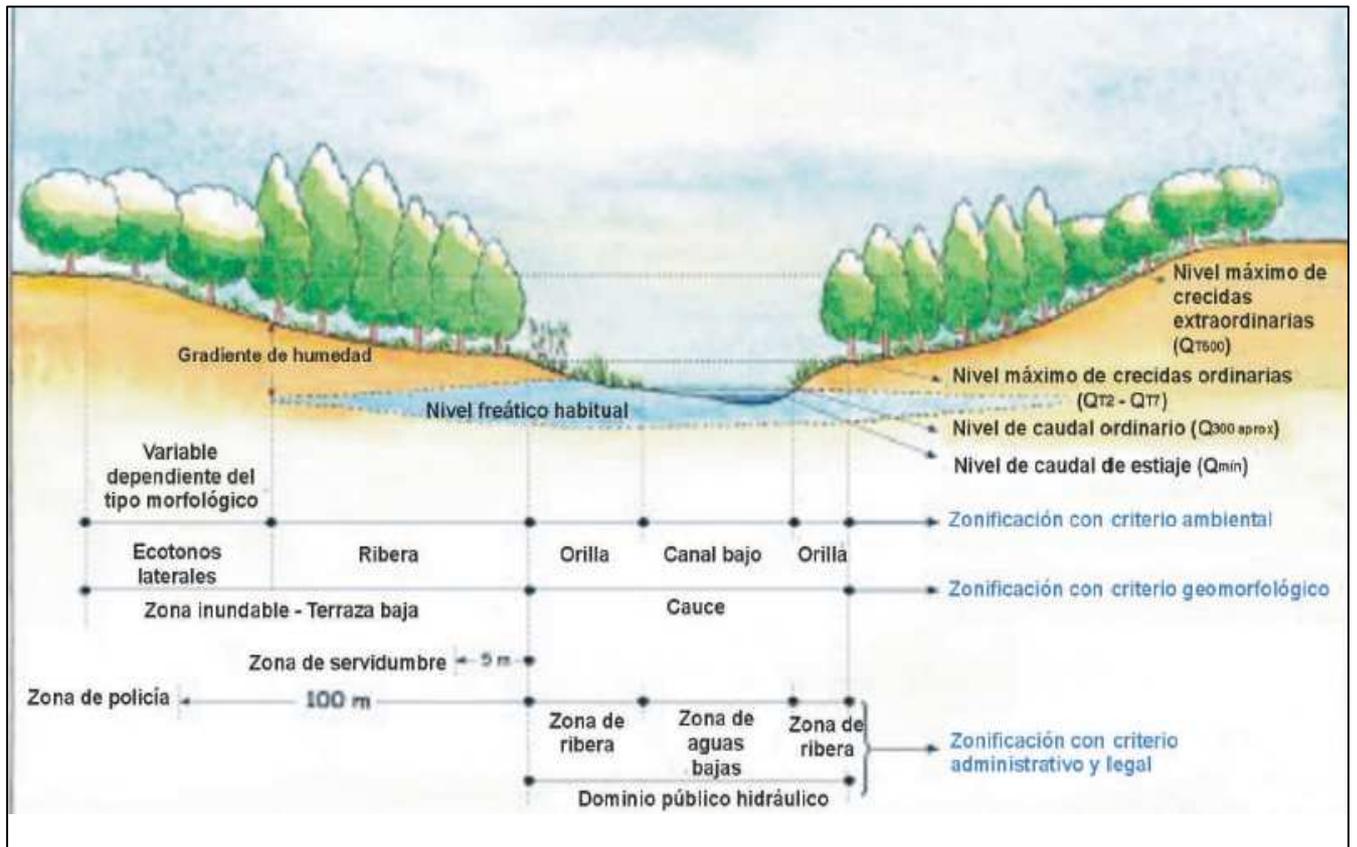
##### 1. Seleccionar el área de observación

Se escogerá un tramo de 100 m. de longitud aguas arriba del punto de muestreo, y de anchura hasta donde llegue el bosque de ribera (zona inundable en crecidas de gran magnitud).

Los accesos para llegar a la estación de muestreo, no serán tomados en cuenta en el índice QBR, en cambio si que estarán considerados, otros puentes o carreteras colindantes al río.

Para las *estaciones de referencia* se considerará el tramo de río que tome mayores valores de QBR





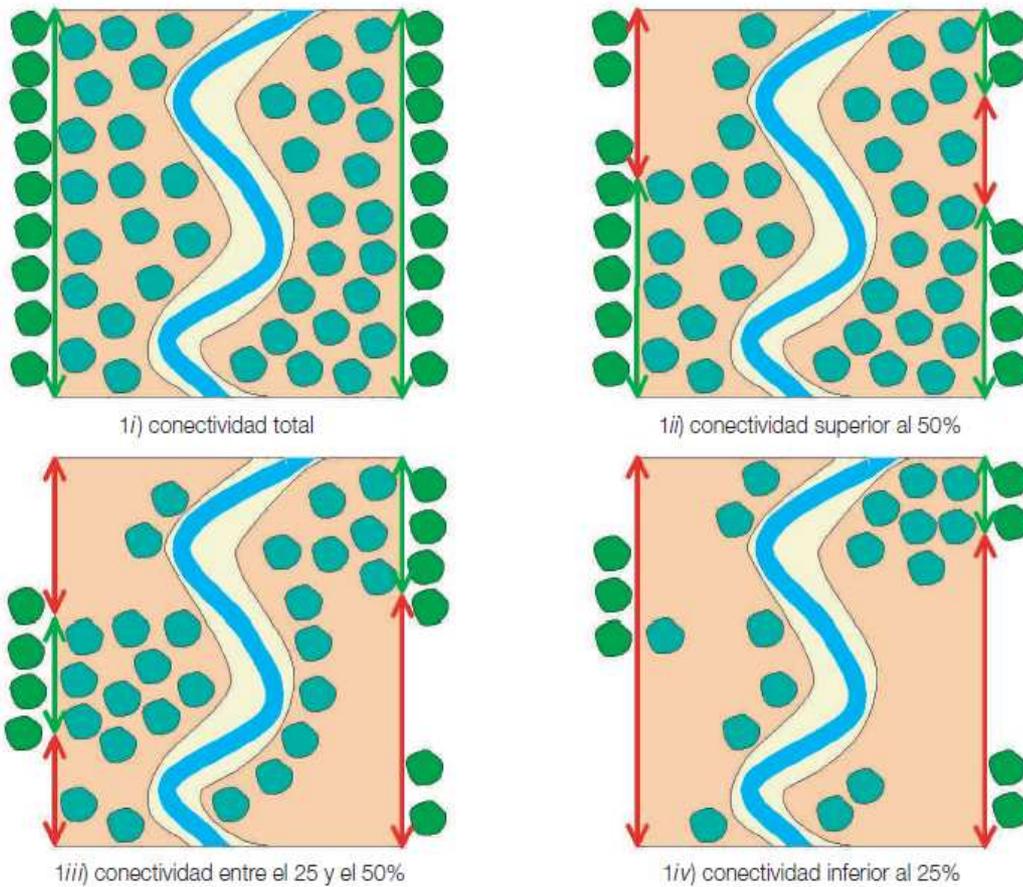
## 2. Cálculo de los rangos de calidad

En cada bloque hay que elegir la premisa que más se corresponda a la realidad del tramo, esta entrada tiene asignada una puntuación de 0, 5, 10 ó 25, la cual se verá modificada por las condiciones expuestas en la parte inferior del bloque (habrá que sumar o restar tantas veces como se cumpla la condición).

El resultado final de cada bloque es independiente del resto de bloques y la puntuación para cada uno de ellos oscilará entre 0 y 25.

Bloque 1: Grado de cobertura riparia Se va a evaluar el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera. Para ello se contabiliza el porcentaje de cobertura horizontal de la vegetación, exceptuando las plantas anuales.

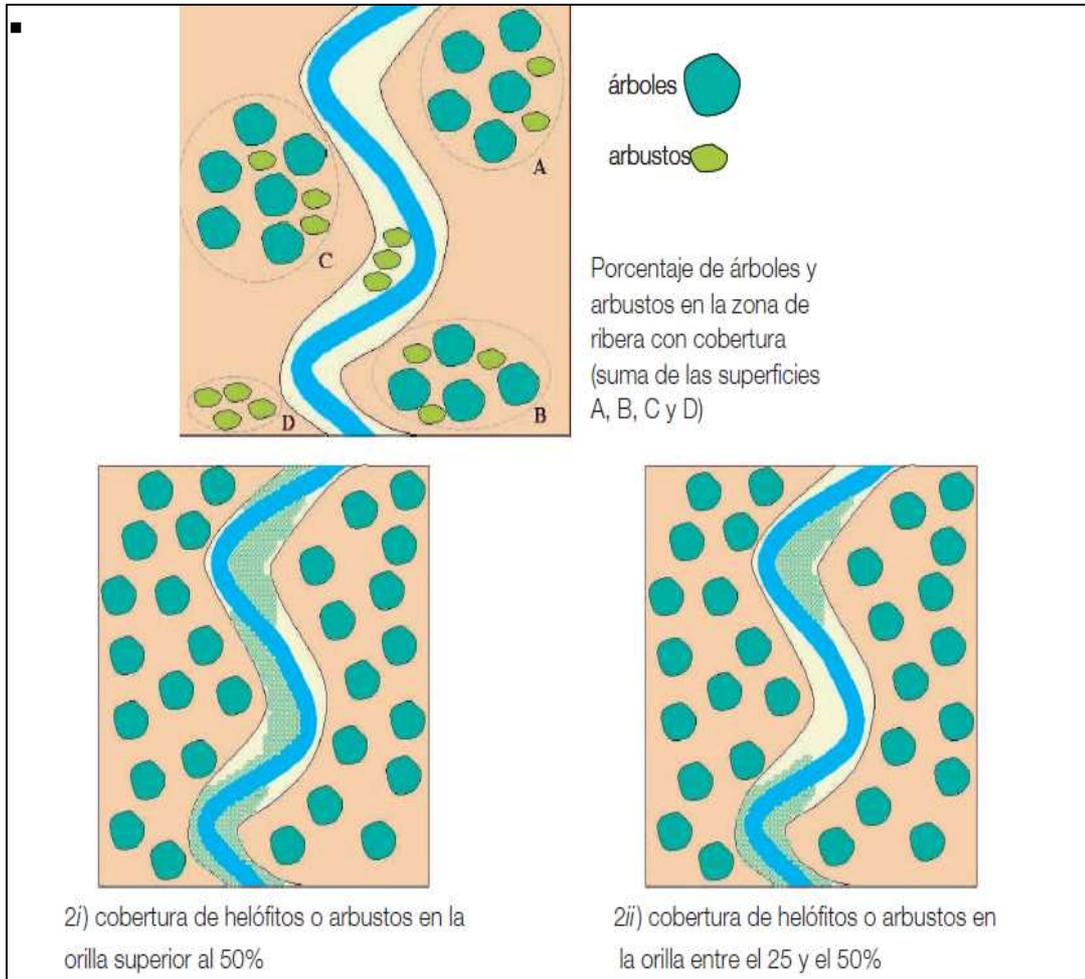
■



**Bloque 2: Estructura de la cobertura**

Se va a evaluar la heterogeneidad de la vegetación, que dará pie a una mayor o menor biodiversidad animal y vegetal.

La puntuación se realiza según la cobertura arbórea y arbustiva.





Cobertura helófitos o arbustos en la orilla



2iv) plantación con sotobosque > al 50%



2vii) plantación con sotobosque < al 50%

**Bloque 3: Calidad de la cobertura**

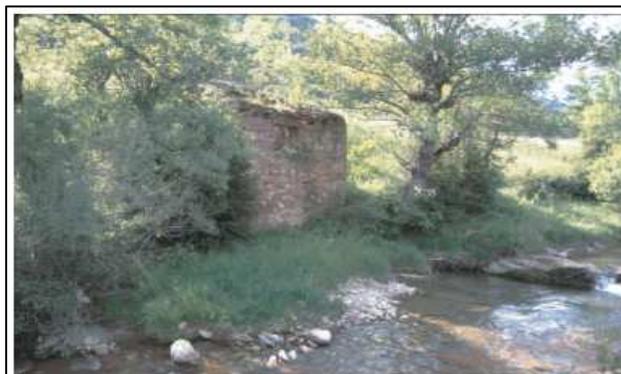
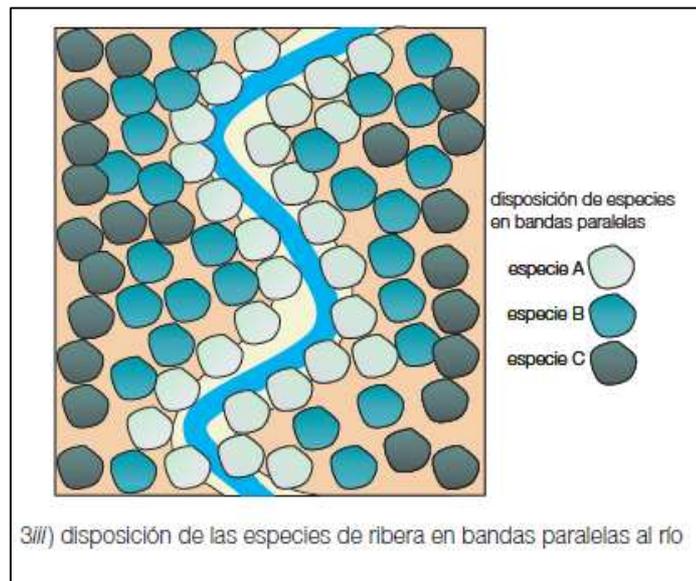
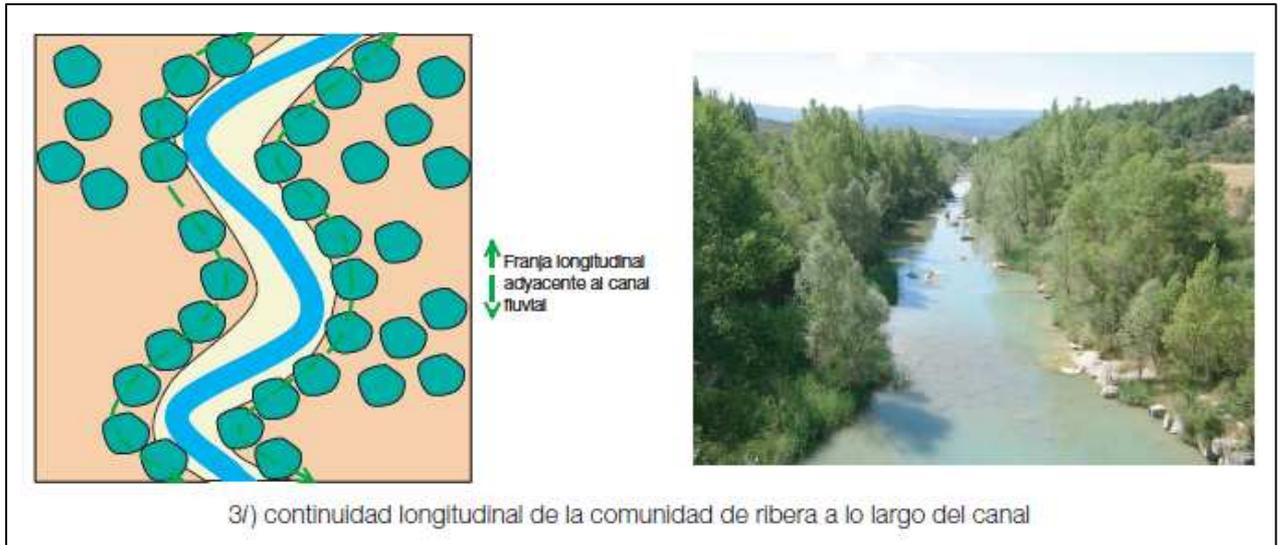
Se selecciona el tipo geomorfológico (entre 1 a 3), las indicaciones se encuentran al reverso de la hoja de campo y después se contarán las especies arbustivas o arbóreas nativas riparias.

*Tipos geomorfológicos*

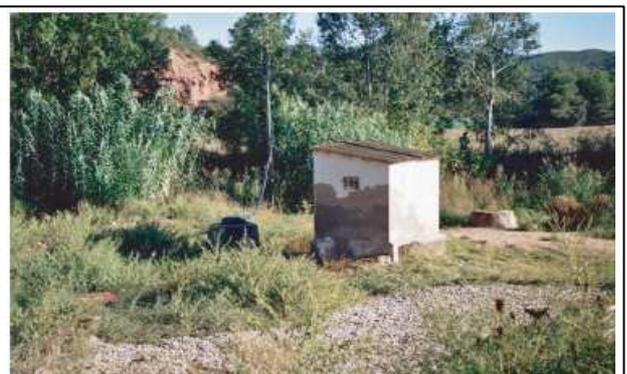
	
Tipo 1. Riberas cerradas	Tipo 1. Suelo rocoso
	
Tipo 2. Riberas de tramos medios	Tipo 3. Riberas extensas, de tramos bajos

*Especies dominantes en ríos efímeros*

	
Ribera de un río efímero ocupada por adelfas. Hay que contabilizar la especie en la puntuación del bloque (3a; 3b; 3c; 3d)	



Construcciones de origen antrópico naturalizadas en el paisaje (3 v = 0)



Construcciones en la zona de ribera no integradas en la vegetación (3 v = -5)

**Bloque 4: Naturalidad del canal fluvial**

Se evaluarán las alteraciones humanas que se han producido en el tramo (terrazas, campos de cultivo, muros, paredes, etc.)



4a) cauce inalterado



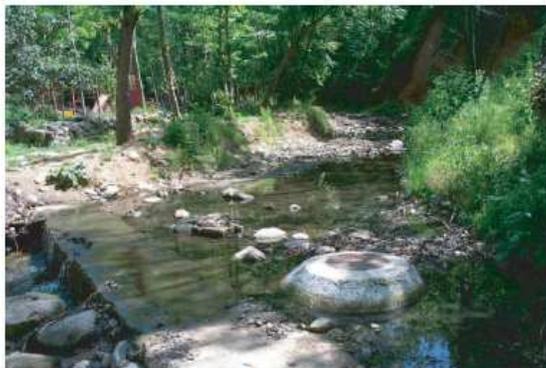
4b) modificación de terrazas adyacentes



4c) estructuras rígidas intermitentes



4d) río canalizado en ambas orillas



4i) estructura sólida (tapa del colector) en el lecho del río



4ii) infraestructura transversal al lecho del río

**8.3. Tratamiento de los datos: Puntuación final**

Será la suma de los cuatro bloques, que oscilará entre 0 y 100. A cada rango le corresponde una puntuación, que oscila entre 0 y 25, a mayor puntuación mayor calidad, la suma de todos ellos nos da el nivel de calidad que es designado por un color.

Nivel de calidad		Valor índice QBR	Coloración DMA 2000/60/CE
<b>Muy bueno</b>	<i>Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural</i>	$\geq 95$	Azul
<b>Bueno</b>	<i>Bosque ligeramente perturbado</i>	75-90	Verde
<b>Moderado</b>	<i>Inicio de alteración importante</i>	55-70	Amarillo
<b>Deficiente</b>	<i>Alteración fuerte</i>	30-50	Naranja
<b>Malo</b>	<i>Degradación extrema</i>	$\leq 25$	Rojo

## 9. BIBLIOGRAFÍA-REFERENCIAS

- Comité Técnico CEN/TC 230 Análisis del agua.(2003). Norma española UNE-EN 14011. *Calidad del agua. Muestreo de peces con electricidad.*
- Marta González del Tánago y Diego García de Jalón (2006). Caracterización jerárquica de los ríos españoles. Propuesta de tipología de tramos fluviales para su clasificación atendiendo a la directiva marco del agua. *Limnetica*, 25 (3-4): 81-98 Madrid
- D.O.C.E. (2000) Directiva (2000/60/CE) del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.
- DIRECTIVA 2006/44/ del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de septiembre de 2006 relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces
- PARDO, I., GARCÍA, L., DELGADO, C., COSTAS, N. & ABRAÍN, R., 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico.
- R. Miranda, M. C. Escala (2002). Guía de identificación de restos óseos de ciprínidos. *Publ. Biol. Univ. Navarra, Ser. Zool.* , 28
- Martínez Capel, F. et. al. (2003). Estudio integral de los recursos piscícolas en tramos fluviales salmonícolas. Informe final. Universidad Politécnica de Valencia
- CERM, LINKIT consult & Wanningen Water Consult (2009). Asistencia técnica para el estudio de propuestas de mejora de la conectividad para los peces en la parte baja del río. Confederación Hidrográfica del Ebro
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2005). Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva MARCO del agua .Protocolos de muestreo y análisis para la ictiofauna. MARM
- Universidad de Castilla La Mancha (2009). Proyecto de investigación “Catálogo y distribución de los vertebrados alóctonos de la provincia de Toledo. Análisis de los problemas ambientales asociados y propuesta de medidas de gestión”
- Confederación Hidrográfica del Ebro. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro. Protocolos de muestreo y análisis para : Fitoplacton, fitobentos, macrófitos, invertebrados bentónicos e ictiofauna. MARM
- ([http://www.chj.gob.es/Redesdecalidad/Tramos\\_Masas/SALMONICOLAS.pdf](http://www.chj.gob.es/Redesdecalidad/Tramos_Masas/SALMONICOLAS.pdf)):
- Índices evaluación ecológica de los ríos
- Nuria Bonada. (2002) Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica* 21 (3-4)
- Pablo Jáimez-Cuéllar et al. 2002. Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica* 21(3-4): 187-204

- BONADA, N. et al. (2002). Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica*
- 
- (Munné et al. 1998; Suárez-Alonso & Vidal-Abarc, 2000; Munné et al., 2003) QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*
- Suárez, M. L. & al. (2002) Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica*
- Ortiz, J. L. (2002) La directiva marco del agua (2000/60/CE): aspectos relevantes para el proyecto Guadalmed. *Limnetica*
- Life CORBONES, Hydraena S.L.L. (2003) Estudio de la calidad biológica de las aguas del río Corbones
- Javier Alba-Tercedor (2002) Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica* 21(3-4): 175-185
- Agència Catalana de l'Aigua. BIORI. Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius.
- Agència Catalana de l'Aigua. HiDRI. Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius.
- Confederación Hidrográfica del Júcar y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Claves de identificación invertebrados de agua dulce.

#### Anguila

- REGLAMENTO (CE) No 1100/2007 DEL CONSEJO de 18 de septiembre de 2007 por el que se establecen medidas para la recuperación de la población de anguila europea
- G. Adam, É. Feunteun, P. Prouzet et C. Rigaud, coord. L'Anguille européenne. Indicateurs d'abondance et de colonisation. Editions Quae
- Carmen Arribas Lozano (2009) Tesis doctoral: Biología y ecología de la anguila en el estuario del Guadalquivir. Impacto de su pesca. Departamento de zoología. Universidad de Córdoba.
- Borja Trapote Varona (2009). Tesis: Estudio teórico de pasos de peces y desarrollo de una metodología de evaluación de su eficacia. Universitat Politècnica de Catalunya
- AZTI-Tecnalia, EKOLUR Asesoría Ambiental y el Departamento de Zoología y Biología Celular Animal de la Universidad del País Vasco (2008). Plan de Gestión para la Recuperación de la Anguila Europea en la CAPV
- [http://www.mma.es/conserv\\_nat/acciones/esp\\_amenazadas/html/verteb](http://www.mma.es/conserv_nat/acciones/esp_amenazadas/html/verteb)