

## Lección 12. El biomonitoreo ambiental. Índices e indicadores para la aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA)



María del Mar Sánchez Montoya  
Dpto. Ecología e Hidrología  
Universidad de Murcia

## Lección 12.

### El biomonitoreo ambiental. Índices e indicadores para la aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA)

CONTENIDOS	
1.	Generalidades. Orígenes del monitoreo ambiental. ¿Por qué un monitoreo ambiental?
2.	La Normativa Ambiental a lo largo de la historia. La Directiva Marco del Agua (DMA).
3.	La evaluación del Estado Ecológico.
4.	Indicadores hidromorfológicos.
5.	Indicadores físico-químicos.
6.	Indicadores biológicos.

### 1. Generalidades. Orígenes del monitoreo ambiental. ¿Por qué un monitoreo ambiental?

Los **ecosistemas acuáticos continentales** tienen un papel fundamental en la biosfera, sustentando comunidades ecológicas únicas y complejas, y a menudo definiendo la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres circundantes. Además, tienen un papel relevante como suministro de agua potable.

Por ello, ha habido un gran interés sobre el diseño de metodologías que permitan evaluar o monitorear la “**salud**”, “**estado**” o “**condiciones**” de los ecosistemas de agua dulce.

Durante el siglo XX hasta hoy los problemas ambientales han ido aumentando, desde la gestión de aguas residuales en el primer decenio del siglo pasado hasta los actuales relacionados con el cambio climático. Este aumento en los problemas ambientales debe conllevar un aumento en la evaluación de la calidad de los ecosistemas amenazados por medio de lo que se conoce como monitoreo ambiental.



Tradicionalmente, los programas de evaluación de la calidad de los ríos se han basado principalmente en **parámetros físico-químicos**, pero recientemente ha habido un aumento de la adopción de **métodos biológicos** gracias a la implementación de la Directiva Marco del Agua (DMA) en Europa.

La **evaluación biológica** se define como el uso sistemático de las respuestas biológicas para evaluar los cambios en el medio ambiente, y es dicha respuesta medida mediante indicadores biológicos la que se utiliza para evaluar la calidad del ecosistema.

### 2. La Normativa Ambiental a lo largo de la historia.

- La **Ley del Agua de 1866** representa el primer intento de regular específicamente las aguas territoriales españolas, aunque no llegó a entrar en vigor debido el periodo revolucionario que dio lugar a la primera república. Sus principios básicos, no obstante, pasaron en gran parte a la **Ley de 1879** entre ellos el del dominio público de todas las corrientes naturales, los cauces y riberas de los ríos. No se incluyeron las aguas subterráneas, que pertenecen al propietario del terreno en donde se alumbraran.

- La **Ley de 1879**, incluye el derecho al aprovechamiento privativo del agua vinculado a una concesión administrativa. La Ley regula de manera muy precisa tanto el procedimiento y las reglas generales sobre la concesión de aguas públicas así como disposiciones específicas para los distintos aprovechamientos (abastecimiento a poblaciones, riegos, establecimientos industriales, etc.).

El Reglamento de la Ley de 1879 nunca llegó a materializarse y dicho elemento normativo fue sustituido por diversas disposiciones de menor rango que trataban de resolver los numerosos problemas que iban surgiendo en la aplicación de la Ley debido tanto al amplio campo abarcado por esta, como por su prolongada vigencia que le enfrentaba con situaciones para las que sus previsiones no eran eficaces.

La más importante de las novedades normativas es la que se refiere a la creación, o mas bien la institucionalización de una realidad existente, de los organismos de cuenca, con la creación de la primera confederación hidrográfica en **1926** como máximo órgano de gestión del agua a nivel de cuenca.

- Fueron varios los proyectos de reforma de la Ley que desde principios del siglo XX se llevaron a cabo pero que, sin embargo, por diversos motivos no llegaron a cristalizar. Se llega, así, al proyecto de la **Ley de Aguas 29/1985**. La publicación de las aguas subterráneas que acomete la nueva Ley de 1985 se basó en el carácter que aquéllas tenían de bien absolutamente necesario para el hombre y en el desarrollo social que su explotación podía conllevar, además de que se trataba de un recurso que por su escasez había de administrarse con subordinación de los intereses particulares o privados de los usuarios a los intereses generales de la comunidad. Esto es, el propósito era “supeditar el uso del agua al bien común, de forma que se constituya en un elemento de riqueza para todos y no de especulación para unos pocos”.

### 2. La Directiva Marco del Agua (DMA).

El incremento de los problemas relacionados con la calidad y cantidad de las aguas de los ecosistemas acuáticos europeos, ha llevado al desarrollo de un enfoque integrado de gestión mediante la aprobación de la **Directiva Marco del Agua (DMA)** en el año 2000 (WFD2000/60/EC; Comisión Europea, 2000).

La **DMA** ha supuesto un cambio radical en la política comunitaria de aguas, no sólo en la gestión del agua, integrando los conceptos de cantidad y la calidad del recurso, si no también ampliando considerablemente los objetivos de protección existentes para las aguas superficiales, de modo que estos se extienden no solo al agua como medio físico sino también a todo el ecosistema acuático asociado.



Uno de los principales objetivos de dicha directiva es alcanzar el “**buen estado ecológico**” en todas las **masas de agua** (superficiales subterráneas, costeras y de transición) de la Unión Europea en el año 2015 y evitar el deterioro del estado actual.

### 3. La evaluación del Estado Ecológico

**Estado Ecológico** es una expresión de la calidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados con las aguas superficiales.

Para clasificar el estado ecológico de las masas de agua superficial se utilizarán los elementos de calidad **biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos**.

#### Elementos de Calidad

**Físico-Químicos**

**Hidromorfológicos**

**Biológicos**

Ver [video 1](#)

El estado ecológico de las aguas superficiales se clasificará en 5 clases de calidad: **muy bueno**, **bueno**, **moderado**, **deficiente** o **malo**.

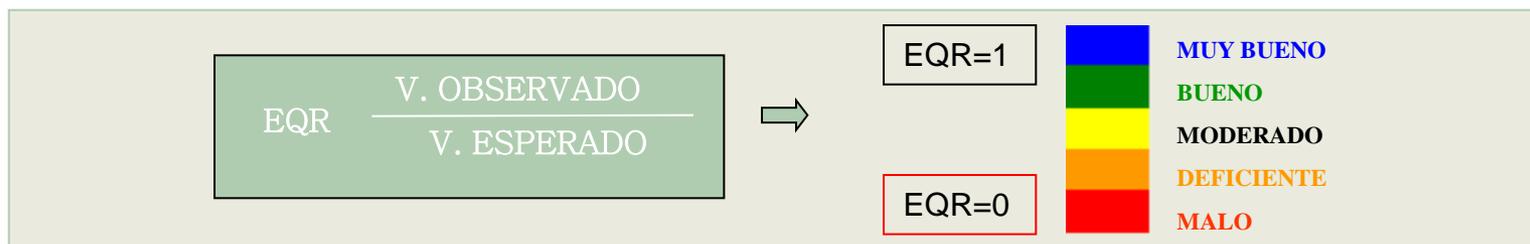
En Europa, hasta la implantación de la DMA, sólo la mitad de los países tenían sistemas biológicos de calidad. España ha comenzado el monitoreo de los elementos biológicos con la implantación de la DMA. Hasta ese momento sólo se evaluaban elementos de calidad físico-químicos.

## 3. La evaluación del Estado Ecológico

El **Estado Ecológico (EE)** debe ser expresado como una desviación de la **Condiciones de Referencia (CR)**.

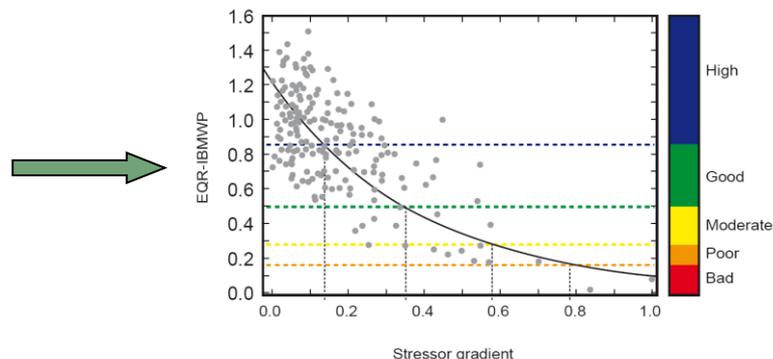
Las **CR** reflejan el estado correspondiente a niveles de **presión nulos o muy bajos**, sin efectos debidos a urbanización, industrialización o agricultura intensiva y con mínimas modificaciones físicoquímicas, hidromorfológicas y biológicas. Dichas CR deben ser específicas de los distintos **tipos de ríos** o lagos.

El **EE** se evalúa mediante el cálculo del **EQR** (Ecological Quality Ratio) para los distintos elementos de calidad que deben ser estudiados. El **Valor Observado** corresponde al hallado en el tramo de estudio y el **Valor Esperado** es la **CR** para el tipo del tramo de estudio.



Existen distintas metodologías para el establecimiento de los límites de las clases de calidad para distintas métricas de los diferentes elementos de calidad.

Leer: [Sánchez-Montoya et al. \(2010\)](#)



### 3. La evaluación del Estado Ecológico

La **evaluación final del estado ecológico** se realiza según los indicadores biológicos, siendo modificada por la evaluación de los indicadores físico-químicos (pueden hacer bajar hasta estado ecológico moderado) y por los hidromorfológicos (pueden hacer bajar hasta estado bueno).

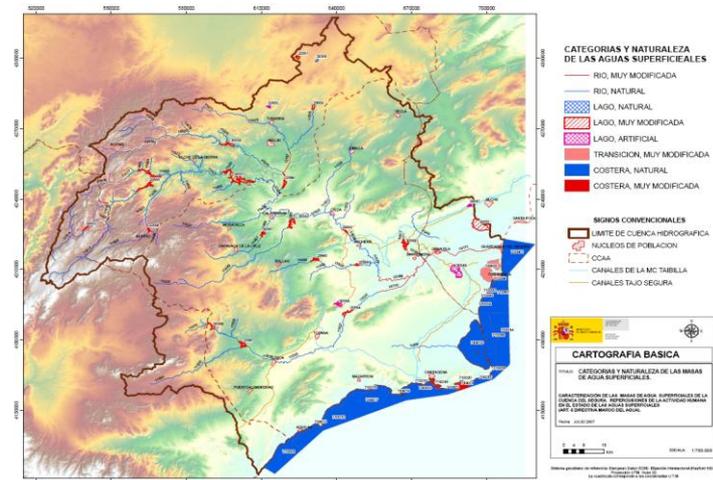


El diagnóstico final del estado ecológico para cada tramo se corresponde con el peor de los asignados para cada uno de los indicadores estudiados dentro de cada elemento de calidad.

La **DMA** incluye, en el **anexo V**, una lista con los grupos de indicadores de calidad (hidromorfológicos, físico-químicos y biológicos) para la clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales.

Estos indicadores son distintos para **ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras y masas de agua artificiales y muy modificadas**. En esta presentación nos centraremos en el caso de ríos que pertenecen a la categoría de masas de agua superficiales “naturales”.

**Leer: pdf [DMA](#)**



Masas de agua en la cuenca del Segura

[http://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/dma/masasdeagua/masas\\_superficial.html](http://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/dma/masasdeagua/masas_superficial.html)

El proceso de evaluación del estado ecológico por medios de indicadores es una de las tareas que comprende los nuevos **Planes Hidrológicos de Cuenca** que están desarrollando las distintas Confederaciones Hidrográficas y Agencias del Agua.

Dada la gran complejidad técnica de los Planes de Cuenca se desarrolló la “**Instrucción de Planificación Hidrológica**” (IPH, aprobado por la orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre de 2008) donde se establece los criterios técnicos para la homogeneización y sistematización de los trabajos de elaboración de los planes, entre ellos la evaluación del estado ecológico. En este documento es donde se concretan los indicadores a medir en cada elemento de calidad.

**Leer: pdf [IPH](#)**

## 4. Indicadores Hidromorfológicos en ríos



La **hidromorfología** es la base de cualquier sistema fluvial, ya que es un elemento que estructura las comunidades y procesos biológicos que se dan en el sistema.

Los indicadores hidromorfológicos según la **DMA** para ríos son:

- **Regimen Hidrológico**
  - Caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas
  - Conexión con masas de aguas subterráneas
- **Continuidad del río**
- **Condiciones morfológicas**
  - Variación de la profundidad y anchura del río
  - Estructura y sustrato del río
  - Estructura de la zona ribereña

Los indicadores hidromorfológicos que concreta la **IPH** para ríos son:

<b>Régimen Hidrológico</b>	Caudal ecológico
	Índices de Alteración Hidrológica
	Conexión de las Aguas subterráneas
<b>Continuidad del río</b>	Longitud media libre de barreras artificiales
	Tipología de las barreras
<b>Condiciones morfológicas</b>	Índice de Vegetación de Ribera (QBR)
	Índice de Hábitat Fluvial



En la práctica los indicadores utilizados son los índices QBR e IHF

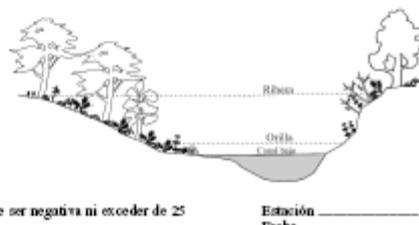
## 4. Indicadores Hidromorfológicos en ríos (QBR)

El QBR (Índice de calidad del Bosque de Ribera) es un índice para determinar la calidad del bosque de ribera y su estado de conservación (Munné et al. 2003). [Leer: pdf QBR](#)

### CALIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIBERA DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES. ÍNDICE QBR

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera prístinas o diálas). Zona inundada periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.



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 entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
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 entre el 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 entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
25	cobertura de árboles superior al 75 %
10	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	cobertura 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 los árboles tienen un sotobosque arbustivo
-5	si hay una distribución regular (linealidad) en los plar de los árboles y el sotobosque es > 50%
-5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
-10	si hay una distribución regular (linealidad) en los plar de los árboles y el sotobosque es < 50%

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera\*) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	1	2	3
5	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	-	1	2
0	sin árboles autóctonos	-	-	-
+10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y 75% de la longitud del tramo			
+5	si ha distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
+5	si el tamaño de especies de arbustos es:			
-5	si hay estructuras conoidales por el borde	> 2	> 3	> 4
-5	si hay alguna sp. de árbol y/o arbusto autóctono** aislada			
-10	si hay sp. de árbol y/o arbustos autóctonos** formando comunidades			
-10	si hay vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
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 estructura rígida intermitente que modifiquen el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
-10	si existe alguna estructura rígida dentro del lecho del río
-10	si existe alguna presa <-> U o una 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) tomar el tipo de fondo de la derecha y la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Se evalúan 4 características del Bosque de Ribera en un tramo aproximado de 100 m:

- **Grado de cubierta de la zona de ribera:** % de cubierta vegetal y conectividad del bosque de ribera con el ecosistema forestal adyacente.
- **Estructura de la cubierta:** % de cobertura debido a árboles, arbustos y helófitos.
- **Calidad de la cubierta:** presencia de especies autóctonas o alóctonas, dependiendo del tipo geomorfológico de la cuenca.
- **Grado de naturalidad de la cubierta vegetal:** presiones presentes en el tramo de estudio

La puntuación máxima de cada apartado es de 25 puntos y la máxima total del índice es 100.

Los rangos de calidad del QBR según la puntuación final son:

Nivel de calidad	QBR	Color representativo
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥ 95	Azul
Bosque ligeramente perturbado, 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

Estos rangos se han modificado en le IPH según la tipología de río a la que pertenece el tramo de estudio.

## 4. Indicadores Hidromorfológicos en ríos (IHF)

El IHF (Índice de Hábitat Fluvial) es un índice para determinar la calidad hidromorfológica de los ríos (Pardo et al. 2002). **Leer: pdf [IHF](#)**

- A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas. El hábitat suministra espacio físico y proporciona fuente de alimento para las especies
- La heterogeneidad del hábitat fluvial se considera actualmente como uno de los principales factores de influencia de la riqueza de especies de invertebrados acuáticos.
- El **IHF** pretende valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada.



Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF		
Código		
Nombre		
Localidad		
<b>1. Estructura y grado de modificación geomorfológica</b>		
Rápidos	Presencia de rápidos y pozos	10
	Presencia de cascadas	5
	Presencia de pozos	5
	Presencia de cascadas y pozos	10
TOTAL (suma categorías)		30
<b>2. Frecuencia de rápidos</b>		
Distancia máxima entre rápidos		10
Distancia mínima entre rápidos		5
Distancia máxima entre rápidos		5
Distancia mínima entre rápidos		5
TOTAL (suma categorías)		25
<b>3. Composición del sustrato</b>		
% Bloques y pedras		5
% Cantos y gravas		5
% Arenas		5
% Limos y arcillas		5
TOTAL (suma categorías)		20
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>		
Caudal > 0.2 m		10
Caudal < 0.2 m		5
Caudal > 0.2 m		5
Caudal < 0.2 m		5
TOTAL (suma categorías)		25
<b>5. Porcentaje de cobertura en el cauce</b>		
Cobertura en sustrato		10
Cobertura en riberas		5
Cobertura en pozos		5
TOTAL (suma categorías)		20
<b>6. Elementos de heterogeneidad</b>		
Presencia de troncos y ramas		5
Presencia de raíces expuestas		5
Presencia de diques naturales		5
TOTAL (suma categorías)		15
<b>7. Cobertura de vegetación acuática</b>		
% Pteridofitas		5
% Briofitas		5
% Pecton		5
% Fanerógamas + Charales		5
TOTAL (suma categorías)		20

Puntuación final (suma de las puntuaciones anteriores)

La puntuación de cada uno de los apartados se puede consultar la descripción en la siguiente tabla

Se evalúan 7 aspectos del Hábitat en un tramo aproximado de 100 m:

- **Inclusión rápidos-sedimentación pozas:**
- **Frecuencia de rápidos:** mide la distancia entre rápidos
- **Composición del sustrato:** % de bloques y piedras, cantos y gravas, arenas y limos y arcillas.
- **Regímenes de velocidad/profundidad:** identificación de zonas someras (<0.5m), profundas (>0.5 m), lentas (<0.3 m/s) y rápidos (>0.3 m/s).
- **Porcentaje de sombra en el cauce:**
- **Elementos de heterogeneidad:** presencia de hojarasca, troncos y ramos, raíces expuestas y diques naturales,
- **Cobertura de vegetación acuática:** % de plecton y briófitos, pecton y fanerógamas y charales

La puntuación máxima del índice es de 100.

Los rangos de calidad del IHF para cada tipo de río son fijados por la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

## 5. Indicadores físico-químicos en ríos

La **DMA** señala que una masa de agua no puede ser catalogada en buen estado si las condiciones físico-químicas no alcanzan una situación que asegure el buen comportamiento de los ecosistemas.



Los indicadores establecidos por la **DMA** para ríos son:

- **Generales**

- Condiciones térmicas
- Condiciones de oxigenación
- Salinidad
- Estado de acidificación
- Condiciones en cuanto a nutrientes

- **Contaminantes específicos**

- Contaminación producida por todas las sustancias prioritarias cuyo vertido en la masa de agua se haya observado
- Contaminación producida por otras sustancias cuyo vertido en cantidades significativas en la masa de agua se haya observado

Los indicadores físico-químicos que concreta la **IPH** para ríos son:

Elemento de calidad	Indicador
<b>Condiciones térmicas</b>	Temperatura del agua
<b>Condiciones de oxigenación</b>	Oxígeno disuelto
	Tasa de saturación de oxígeno
	DBO5
<b>Salinidad</b>	Conductividad eléctrica a 20°C
	Opcional: dureza, cloruros y sulfatos
<b>Estado de acidificación</b>	Ph
	Opcional: alcalinidad
<b>Nutrientes</b>	Amonio total
	Nitratos
	Fosfatos
	Opcional: Nitrógeno total y fósforo
<b>Contaminantes específicos no sintéticos</b>	Anexo II del I.R. D.P.H. y Lista II preferente del Anexo IV R.P.H.
<b>Contaminantes específicos sintéticos</b>	Anexo II del I.R. D.P.H. y Lista II preferente del Anexo IV R.P.H.



## 6. Indicadores biológicos en ríos

La **evaluación biológica** presentan ventajas frente al control físico-químicos:

- Los organismos integran las condiciones ambientales durante toda su vida (episodios intermitentes)
- Muy eficaz en la detección de contaminaciones no puntuales (contaminación difusa)
- Biomagnificación (metales pesados o pesticidas)
- Respuesta específica a distintas perturbaciones, valor diagnóstico.
- Respuesta a alteraciones del hábitat o de la hidrología.



La **evaluación química** es una "fotografía", mientras que la **evaluación biológica** sería como una "**película**".

Los indicadores establecidos por la **DMA** para ríos son:

- Composición y abundancia de la **fauna bentónica de invertebrados**.
- Composición y abundancia de la **flora acuática (estudio de diatomeas y macrófitos)**.
- Composición, abundancia y estructura de edades de la **fauna íctica**.



[http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas\\_Peces/pdf/barbus\\_sclateri\\_.pdf](http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_Peces/pdf/barbus_sclateri_.pdf)

## 6. Indicadores biológicos en ríos

Los indicadores biológicos en ríos establecidos por la **IPH** son:

Elemento de calidad	Indicador
Flora acuática: fitobentos	Índice de poluosensibilidad específica ( <b>IPS</b> )
	Multimétrico de diatomeas ( <b>MDIAT</b> )
Fauna bentónica de invertebrado	Iberian Biomonitoring Working Party ( <b>IBMWP</b> )
	Multimétrico específico del tipo
Fauna ictiológica	Proporción de individuos de especies autóctonas

- La **IPH** no incluye el elemento biológico de macrófitos. Además en su Anexo III no se establecen las Condiciones de Referencia (CR) y límites entre clases para la fauna íctica debido a la escasez de estudios en la actualidad que permitan establecer dichas condiciones.



<http://www.cimera.es/laboratorio-taxonomia/diatomeas.html>

El uso de los **macroinvertebrados bentónicos** para la vigilancia de los ríos europeos es una práctica habitual desde hace décadas. En España el índice más ampliamente utilizados es el **IBMWP**.

### 6. Indicadores biológicos en ríos: macroinvertebrados

**Los macroinvertebrados** presentan ventajas frente a otros indicadores biológicos por diversas razones (Hellawell, 1977) :

- Hay una elevada diversidad.
- Existen muchos taxones con requerimientos ecológicos diferentes.
- Ciclos de relativamente largos
- Son sensibles diferencialmente a varios tipos de contaminantes.
- Son integradores de la calidad del agua durante largos periodos de tiempo.
- Son abundantes y relativamente fáciles de recolectar e identificar.



### Evaluación biológica con macroinvertebrados bentónicos



- Se tienen referencias del uso de los macroinvertebrados como indicadores de calidad del agua desde mitad del siglo XIX, cuando Kolenati (1848) demostró que la ausencia de tricópteros en un río era el resultado de la ubicación de una ciudad aguas arriba.
- A principios del siglo XX se publicó el primer esquema elaborado para la evaluación de la calidad del agua conocido como “sistema de los saprobios”(Kolkwitz& Marsson, 1908, 1909).
- A partir de los años 50 se desarrollan un gran número de índices basados en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados.

## 5. Indicadores biológicos en ríos: Índice IBMWP

Índice Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP). [Leer pdf IBMWP](#)

- Adaptación del índice británico BMWP elaborado por el National Water Council (1982).
- Se cambian las puntuaciones de algunas familias y se añaden las familias presentes en la fauna ibérica (BMWP') (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988).
- La última versión es la de Alba-Tercedor et al. (2004) donde pasa a denominarse IBMWP.
- Es el índice que más se ha utilizado en España.

TAXÓN	PTS	Abund	TAXÓN	PTS	Abund	TAXÓN	PTS	Abund
TRICLADIDA			ODONATA			TRICHOPTERA		
Dendrocoelidae	5		Aeshnidae	8		Beraeidae	10	
Dugesidae	5		Calopterygidae	8		Brachycentridae	10	
Planariidae	5		Coenagrionidae	6		Caenocerceridae	10	
OLIGOCHAETA	1		Cordulegasteridae	8		Ecnomidae	7	
HIRUDINEA			Corduliidae	8		Glossosomatidae	8	
Hydrobiidae	3		Gomphidae	8		Goeridae	10	
Glossiphoniidae	3		Leptidae	8		Hydropterygidae	5	
Hirudidae	3		Libellulidae	8		Hydroptilidae	6	
Pisicoididae	4		Platycnemididae	6		Lepidostomatidae	10	
MOLLUSCA			PLECOPTERA			Lepoceridae	10	
Anacardidae	6		Capniidae	10		Limnephilidae	7	
Bithyniidae	3		Chloroperlidae	10		Molannidae	10	
Ferussacidae	6		Leuctridae	10		Odonoceridae	10	
Hydrobiidae	3		Nemouridae	7		Philiopotamidae	8	
Lymnaeidae	3		Perlidae	10		Phryganeidae	10	
Neritidae	6		Perlodidae	10		Polycentropodidae	10	
Physidae	3		Taeniopterygidae	10		Psychomyiidae	8	
Planorbidae	3		HETEROPTERA			Rhyacophilidae	7	
Sphaeriidae	3		Aphelocheilidae	10		Sericostomatidae	10	
Thiaridae	6		Corixidae	3		Tremmatidae	10	
Unionidae	6		Gerridae	3		LEPIDOPTERA		
Valvatidae	3		Hydrometridae	3		Pyralidae	4	
Viviparidae	6		Mesoveliidae	3		DIPTERA		
HYDRACARINA	4		Nauoroidea	3		Athericidae	10	
OSTRACODA	3		Nepidae	3		Blephariceridae	10	
AMPHIPODA			Notonectidae	3		Ceratopogonidae	4	
Corophiidae	6		Pleidae	3		Chironomidae	2	
Gammaridae	6		Veliidae	3		Culiidae	2	
ISOPODA			NEUROPTERA			Dixidae	4	
Asellidae	3		Sialidae	4		Dolichopodidae	4	
DECAPODA			COLEOPTERA			Empididae	4	
Asaenidae	8		Chrysomelidae	4		Ephydriidae	2	
Atyidae	6		Curculionidae	4		Limoniidae	4	
Palaemonidae	6		Dryopidae	5		Muscidae	4	
EPHEMEROPTERA			Dytiscidae	3		Psychodidae	4	
Baetidae	4		Elmidae	5		Psychopodidae	4	
Caenidae	4		Gyrinidae	3		Rhagionidae	4	
Ephemereillidae	7		Halpidae	4		Scleropterygidae	4	
Ephemeridae	10		Helodidae	3		Simuliidae	5	
Hoptageniidae	10		Hydraenidae	5		Stratiomyidae	4	
Lepophlebiidae	10		Hydrochidae	5		Syrphidae	1	
Oligoneuridae	5		Hydrophilidae	3		Tabanidae	4	
Polyneuridae	5		Hydrobiidae	3		Thaumaleidae	2	
Ptarmasthidae	10		Noteridae	3		Tipulidae	5	
Procladiusidae	7		Psophidae	3				
Siphonuridae	10		Scirtidae	3				

- El índice está compuesto por un listado de 124 taxones, la mayoría de ellos pertenecientes a la clase insecta, que pueden aparecer en ríos de la península ibérica.
- Los taxones pertenecen al nivel de familia (la inmensa mayoría) o al nivel superior de orden o clase, por lo que la identificación de los taxones es relativamente fácil.
- Todos los taxones llevan asociado una puntuación que varía de 1 a 10.
- Las puntuaciones más bajas se aplican a aquellos taxones muy tolerantes a la contaminación orgánica.
- Las altas puntuaciones del índice se obtiene en ríos de buena calidad.

### Los rangos de calidad del BMWP' según artículo original:

RANGO	CLASE	CORTE ORIGINAL	COLOR
Muy bueno	Clase I	>100	Azul
Bueno	Clase II	61-100	Verde
Moderado	Clase III	36-60	Amarillo
Deficiente	Clase IV	15-35	Naranja
Malo	Clase V	<15	Rojo

Estos rangos se han modificado en le IPH según la tipología de río a la que pertenece el tramo de estudio.

## 6. Indicadores biológicos en ríos: Índice IBMWP

### Protocolo de aplicación del índice (IBMWP)

#### 1. Seleccionar el área de muestreo

- Longitud aproximada de 100 m
- Recorrido visual a lo largo del tramo y se identifican los diferentes hábitats presentes



Extraído de: CH Ebro, 2005. Protocolo de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. [http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Ma\\_nual\\_bentonicos.pdf](http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Ma_nual_bentonicos.pdf)

#### 2. Muestreo de hábitats

- Se muestrean los hábitats mediante una red de manos de 300  $\mu$ m
- Se coloca la red a contracorriente y se remueve el sustrato aguas arriba de la manga con el pie y se realizan movimientos zigzagantes para que todo el material entre en la malla.
- El muestreo debe continuar hasta que nuevas redadas no aporten nuevos taxones. La duración dependerá de la experiencia y habilidad de la operación y de la diversidad existentes en el tramo de estudio. La muestra se fija con alcohol al 70% y se lleva al laboratorio.



## 6. Indicadores biológicos en ríos: Índice IBMWP

### Protocolo de aplicación del índice (IBMWP)

#### 3. Identificación de taxones

- Lavado de la muestra y vertido en la batea
- Extracción de organismos mediante un submuestreo de 200 individuos al azar. Posteriormente se realiza un "scan" en busca de los "más grandes".



- Identificación por medio de una lupa binocular y recuento de organismos.



Estimación de rangos de abundancia:

- 1= 1-3 individuos
- 2= 3-10 indiv.
- 3= 10-100 indiv.
- 4 = >100 indiv.

**Ver [video 2](#)**

Fotografías cedidas por José Manuel Poquet. Universidad de Granada.