

**Resumen**

En este estudio se presenta una primera aproximación para el establecimiento de las condiciones de referencia y las clases ecológicas en las masas de agua superficial de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Los resultados muestran un 27% de ríos con condiciones prístinas y un 64% con condiciones inalteradas o ligeramente alteradas. En estos tramos se han utilizado los datos de la Red Biológica (macroinvertebrados, diatomeas, macrófitos, peces) para proponer las clases ecológicas en los 9 ecotipos existentes en la Demarcación. También se ha realizado una propuesta de clases ecológicas para los ríos provisionalmente designados como muy modificados y para el lago de la Albufera.

**Palabras clave:**

Condiciones de referencia, clases ecológicas, indicadores biológicos, ríos, ríos muy modificados, lago L'Albufera, Confederación Hidrográfica Júcar.

**Abstract****Reference conditions and ecological classes in surface water bodies of Júcar River Basin**

In this study a first approach is presented for the establishment of the reference conditions and the ecological classes in surface water bodies of Júcar River Basin. The results show 27% of rivers with pristine conditions and 64% without or slightly altered conditions. In these water reaches the data of biological monitoring network have been used (macroinvertebrates, diatoms and macrophytes) to propose the ecological classes in the 9 ecotypes to exist in the Demarcation. Also a proposal of ecological classes for the rivers provisionally designated as heavily modified and for the L'Albufera lake has been carried out.

**Keywords:**

Reference conditions, ecological classes, biological indicators, rivers, heavily modified rivers, L'Albufera lake, Júcar River Basin.

# Condiciones de referencia y clases ecológicas en las masas de agua superficial de la Confederación Hidrográfica del Júcar

Por: **Ana María Pujante Mora** (\*); **Teodoro Estrela Moneal** (\*\*); **Barbara Gasset Vázquez** (\*\*\*) ; **Amparo Piñón Couchoud** (\*\*\*\*)

(\*) **Red Control, S.L.**

Responsable Departamento Estudios Ambientales  
C/ Leonardo da Vinci, 8 - 46980 Paterna (Valencia)  
Tel.: 961 366 490 - Fax: 961 318 049  
E-mail: apujante@redcontrol.com

(\*\*) **Confederación Hidrográfica del Júcar**

Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica  
Avenida Blasco Ibáñez, 48 - 46010 Valencia  
Tel.: 963 938 925 - Fax: 963 938 801  
E-mail: teodoro.estrela@chj.mma.es

(\*\*\*) **Eptisa**

C/ Arapiles, 14 - 28015 Madrid  
Tel.: 915 949 500 - Fax: 914 465 546  
E-mail: bgassetvazquez@eptisa.es

(\*\*\*\*) **Confederación Hidrográfica del Júcar**

Jefe de Sección  
Avenida Blasco Ibáñez, 48 - 46010 Valencia  
Tel.: 963 938 988 - Fax: 963 938 801  
E-mail: mapinon@chj.mma.es

**1. Introducción**

La Directiva 2000/60/CE introduce el concepto de "estado de las aguas superficiales" como "expresión general del estado de una masa de agua, determinado por el peor valor de su estado ecológico y de su estado químico". La definición de "estado ecológico" viene dada en el Art. 2.21 como "una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales". Para evaluar el estado ecológico los organismos de cuenca deben de establecer en su Demarcación Hidrográfica una red integrada de estaciones de seguimiento y control que utilicen los indicadores de la calidad ecológica: biológicos, hidromorfológicos y químicos. La clasificación

del estado ecológico comprende cinco clases: muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo.

El concepto de estado ecológico se vincula a la alteración de las condiciones naturales del medio y se mide en función de la desviación respecto a las condiciones de referencia. Las condiciones de referencia son aquellas que representan los valores de los indicadores de calidad ecológica de los diferentes tipos de masas de aguas en "muy buen estado" y no pueden ser únicas para todas las masas de aguas, sino que solo las masas de agua similares desde el punto de vista ecológico, tendrán las mismas condiciones de referencia. Por lo tanto resulta imprescindible conocer los tipos de masas de agua.



Para realizar estas tareas la UE ha puesto en marcha la denominada Estrategia Común de Implantación (CIS) de la Directiva Marco del Agua, creando unos Grupos de Trabajo (WG) cuya misión ha sido desarrollar unos documentos guía que ayuden en dicha implantación. Los documentos relacionados con las condiciones de referencia y el estado ecológico son los siguientes: *Rivers and lakes-Typology, Reference Conditions and Classification Systems* (EC, 2003) y *Overall approach to the classification of ecological status and ecological potencial* (EC, 2005).

En la CHJ la clasificación de los tipos de las masas de agua de la categoría ríos se ha realizado en estrecha colaboración con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Para llevar a cabo dicha tipificación se ha optado por el denominado Sistema B ya que ofrece un mayor número de variables que permiten discriminar mejor los diferentes ecotipos. Otros autores (Bonada et al., 2002) consideran el sistema B mejor desde el punto de vista ecológico y de simplificación de la información. En la propia DMA no se indica como se debe combinar dichas variables, aunque se exige que la tipología resultante permita derivar con fiabilidad las condiciones biológicas de referencia de cada tipo. Las variables utilizadas por el CEDEX (2003) se han descrito en el borrador del *Manual para la caracterización de las masas superficiales*. El mapa de ecotipos resultante se presenta en la **Figura 1**.

El establecimiento de condiciones de referencia específicas para cada ecotipo es un requisito esencial para determinar el estado de las masas de agua superficial. En el marco de los trabajos conducentes a la elaboración del Informe sobre los Artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua, la Dirección General del Agua en España propuso una metodología para determinar las masas de agua en riesgo, la cual requería



Figura 1. Ecotipos.

una primera estimación del estado de las masas de agua superficiales.

Dada la necesidad de disponer de estas condiciones para poder evaluar el riesgo, en la Demarcación del Júcar se han realizado los trabajos para la determinación provisional de estas condiciones utilizando únicamente los datos de las redes de medida de la Demarcación y el juicio de expertos, que son las metodologías propuestas en la DMA (anexo II) junto con la modelización.

Aún no se ha desarrollado, sin embargo en España, un estudio a escala nacional que sirva para definir las condiciones de referencia y clases de cada ecotipo. En el futuro deberá realizarse un trabajo similar a escala nacional al aquí desarrollado

que incorpore además los resultados de los procesos de intercalibración que están siendo desarrollados a escala europea.

El principal objetivo de este artículo es describir los trabajos y metodologías que han servido para establecer los valores de referencia de los elementos de calidad biológicos para cada ecotipo definiendo la frontera entre los cinco estados ecológicos establecidos por la DMA para cada elemento de calidad biológica en los ríos.

Además se ha realizado una primera aproximación al establecimiento de las condiciones de referencia en los ríos que provisionalmente se han designado como masas de agua muy modificadas y en el



lago de la Albufera que ha sido designado también como masa de agua muy modificada.

En cuanto a las aguas costeras y de transición es la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente español, en coordinación con la Generalidad Valenciana, la que tiene a su cargo la realización de los estudios para el establecimiento de las condiciones de referencia en dichas masas.

## 2. Condiciones de referencia y clases ecológicas en ríos

El establecimiento de las condiciones de referencia requiere previamente crear una red de referencia para cada categoría de masa de agua superficial. Esta red debe contener un número suficiente de puntos en muy buen estado para que proporcionen un nivel de confianza suficiente sobre los valores de los indicadores correspondientes a las condiciones de referencia. La existencia en la CHJ de una red de control biológico ha permitido disponer de una base de datos con información sobre diferentes elementos de calidad biológicos: macroinvertebrados, diatomeas, macrófitos y peces.

### 2.1. Tramos fluviales de referencia

El primer paso para establecer las condiciones de referencia es la selección de tramos de río en condiciones inalteradas o con alteraciones de muy escasa importancia. Para seleccionar estos tramos se ha realizado un análisis con dos etapas sucesivas y complementarias. La primera fase, desarrollada por el CEDEX, ha consistido en la definición de las masas de agua prístinas, que son aquellas en condiciones prácticamente naturales o sin alteraciones antropogénicas. En una segunda fase se han identificado las masas de agua ligeramente alteradas, utilizando los resultados del análisis de presiones e impactos que se realizó de forma preliminar y que luego ha sido modificado con los

nuevos trabajos que aquí se exponen. Los datos provenientes de los tramos ligeramente alterados se han empleado para definir de manera preliminar las condiciones de referencia de los distintos ecotipos definidos.

El CEDEX (2004) en el documento titulado *Selección preliminar de posibles tramos fluviales de la red de referencia*, describe la metodología propuesta para identificar las masas de agua en condiciones prístinas se basa en la utilización de indicadores indirectos de las presiones que originan los impactos más importantes para cuya estimación se dispone de información homogénea cartografiada para todo el territorio. Estos indicadores son los siguientes:

- Indicador de la naturalidad de la cuenca, basado en los usos del suelo.
- Indicador de las actividades humanas más importantes que pueden influir en las características físicoquímicas e hidrológicas de las masas de agua, basado en las demandas urbana, industrial y de regadío.
- Indicador de la incidencia de la regulación del flujo de agua, basado en la capacidad de los embalses.
- Indicador de las alteraciones morfológicas.

Estos indicadores no son tan detallados como requiere el análisis de presiones e impactos, pero son suficientes para definir las aguas prístinas, al recoger las principales presiones antropogénicas identificadas por la propia Directiva en el punto 1.4 del Anexo II.

El estado de estos indicadores en las masas de agua en su categoría ríos se ha analizado acumulando los valores de las variables a lo largo de la red de drenaje.

Para cada uno de los indicadores se establecen umbrales a partir de los cuales se puede considerar que las presiones no son significativas. Los resultados obtenidos con los umbrales definidos se han contras-

tado con la propuesta de estaciones de referencia del proyecto GUALMED (CICYT, 1998) y con los datos de control biológico disponibles en el Centro de Estudios Hidrográficos. Este contraste ha permitido verificar la idoneidad de los umbrales adoptados y realizar modificaciones cuando ha sido necesario.

Los indicadores empleados se han valorado de la siguiente forma:

- Naturalidad de la cuenca: se ha empleado el mapa digital de uso de suelos del *CORINE Land Cover* (AEMA, 2000) a escala 1:100.000. Se han reclasificado las clases de este mapa para diferenciar la superficie en dos categorías: suelo natural y suelo modificado. Los valores resultantes se han acumulado a lo largo de la red de drenaje y se han referido a la superficie total de la cuenca en cada punto, obteniéndose el mapa de superficie natural relativa acumulada en cada celda de la red fluvial. Se ha considerado que las masas de agua en las que la cuenca posee un mínimo del 85% de suelo natural se encuentran en estado prístino y se considera que la masa de agua sufre alteraciones de muy escasa importancia cuando este porcentaje se encuentra entre el 70 y el 85%. En ambos casos las masas de agua pueden formar parte de la red de referencia al encontrarse en muy buen estado.
- Extracciones y vertidos producidos por la actividad urbana, industrial y agraria. Como indicador de las presiones originadas por estas actividades se ha empleado la demanda de agua, que refleja de forma suficientemente aproximada el efecto de la contaminación y la extracción de agua. Para realizar la valoración del indicador se han empleado los mapas digitales elaborados para el *Libro Blanco del Agua en España* (MIMAM, 2000) a partir de la información contenida en los Planes Hidrológicos de cuenca. Los valores de demanda urbana,



agrícola e industrial se han acumulado a lo largo de la red de drenaje y se han dividido los valores obtenidos por la aportación en régimen natural. Los umbrales a partir de los cuales se puede considerar que la presión llega a un nivel significativo son los siguientes:

- o Demanda urbana: 3% de la aportación natural.
- o Demanda agrícola: 10% de la aportación natural.
- o Demanda industrial: 1,5% de la aportación natural.

▪ Regulación del flujo de agua. Se considera que existe alteración cuando la capacidad de regulación aguas arriba de un punto excede la aportación natural en un 15%. Se trata de un indicador de la máxima alteración posible ya que considera la capacidad total de almacenamiento sin tener en cuenta el régimen de operación del embalse. Para estimar el valor de este indicador se ha obtenido la capacidad de embalse acumulada aguas arriba de cada celda de la red fluvial, utilizando el mismo procedimiento de acumulación que en los casos anteriores, y se han dividido los valores obtenidos entre la aportación natural acumulada.

El proceso de selección de las zonas de referencia se completa con el análisis de las áreas donde existen alteraciones hidromorfológicas, para lo cual se ha empleado la información disponible sobre tramos encauzados y la delimitación de los embalses existentes. Además se han localizado los tramos de río que discurren por zonas urbanas o de riego empleando el *CORINE Land Cover*, junto con otras cartografías como las superficies de riego del Plan Nacional de Regadíos o la delimitación de los núcleos de población.

Utilizando los cuatro indicadores anteriormente descritos el CEDEX ha identificado las masas de agua en condiciones prístinas (Figura 2). La longitud total de los tramos en condiciones prístinas es de 1.500



Figura 2. Ríos con aguas prístinas.

km, lo que supone aproximadamente el 27% de la longitud total de los ríos significativos.

En la **Tabla 1** se muestra, para cada ecotipo definido en la Demarcación del Júcar, el número de estaciones de la red biológica y las existentes sobre tramos con aguas prístinas. Se observa que únicamente en 4 de los 9 ecotipos existen estaciones de medida y que en 2 de esos 4 ecotipos solo hay una estación.

### 2.2. Tramos fluviales ligeramente alterados

Para aprovechar al máximo la información de la red biológica en la determinación de condiciones de referencia, se han definido tramos de río con aguas ligeramente alteradas. En esos tramos se han utilizado los datos de esa red para estimar las condiciones de referencia en los ecotipos no existentes en aguas prístinas. De esta manera es posible realizar un análisis más objetivo y basado en

los datos que el que resultaría de aplicar únicamente el criterio de "experto". Para compensar que en esos tramos se dan condiciones bio-

Ecotipos	Estaciones RB situadas en el ecotipo	Estaciones RB en tramos prístinos
5	5	0
9	96	19
10	5	0
12	74	35
13	6	1
14	9	0
16	14	0
17	9	0
18	8	1
Total	226	56

Tabla 1. Número de estaciones de la red biológica en los ecotipos situados sobre aguas prístinas.



lógicas algo peores que en los tramos prístinos se han subido los valores de los límites de los indicadores biológicos buscando la consistencia y continuidad de los resultados en el paso de los tramos de aguas prístinas a aguas ligeramente alteradas.

Para definir esas masas de agua inalteradas o ligeramente alteradas se han utilizado los resultados del análisis de presiones, incluyendo aquellas que sufren presiones muy bajas o bajas. La longitud total de estos tramos es de unos 3.600 km y representan un 64% de la longitud total de los ríos significativos (Figura 3).

El número de estaciones de medida que pueden utilizarse al ampliar los tramos de aguas prístinas a aguas inalteradas o ligeramente alteradas prácticamente se duplica, pasando de 56 a 104. De este modo, además, se puede disponer de tramos de referencia para casi todos los ecotipos presentes en la CHJ. Únicamente los ecotipos 14 (ejes mediterráneos de baja altitud) y 17 (grandes ejes en ambiente mediterráneo) no disponen de estaciones de medida de la red biológica. En esos tipos se aplicará el criterio de experto (Tabla 2).

### 2.3. Condiciones de referencia y clases biológicas

El establecimiento de las condiciones de referencia y clases biológicas se ha realizado utilizando los datos disponibles en la red de control biológico de la CHJ. Para cada indicador biológico se analizó el índice que mayor información proporcionaba. Para macroinvertebrados se calculó el IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) de Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega (1988), para macrófitos el IM (Índice de Macrófitos) desarrollado por Suárez et al. (2005) y para las diatomeas se elaboró un índice específico denominado ID (Índice de Diatomeas). Una descripción más detallada de dichos índices se presenta en una publicación anterior (Martínez Mas et al., 2002).



Figura 3. Ríos con aguas inalteradas o ligeramente alteradas.

Tabla 2

Ecotipos	Estaciones RB situadas en el ecotipo	Estaciones RB en tramos prístinos	Estaciones RB en tramos sin o con ligeras modificaciones
5	5	0	2
9	96	19	46
10	5	0	1
12	74	35	44
13	6	1	1
14	9	0	0
16	14	0	8
17	9	0	0
18	8	1	2
Total	226	56	104

Tabla 2. Número de estaciones de la red biológica en los ecotipos situados sobre aguas inalteradas o ligeramente alteradas.

Los valores de referencia para cada indicador biológico se han esta-

blecido siguiendo los siguientes criterios:



- En primer lugar, se han considerado los valores medios obtenidos para cada índice biológico en las estaciones ubicadas en tramos prístinos para cada uno de los 9 ecotipos. Se ha elegido el valor de la media por ser considerado como el mejor punto de partida para el establecimiento de los esquemas de clasificación del estado ecológico según la Guía REFCON (2003).
- En los ecotipos que no existían estaciones de la red biológica en tramos prístinos se ha considerado el valor medio de cada índice calculado en las estaciones situadas en tramos con ligeras alteraciones.
- Por último, si no existían estaciones de la RB ni tramos prístinos ni en tramos con ligeras alteraciones se ha utilizado el criterio de experto.

Además de las condiciones de referencia, para los indicadores biológicos utilizados (IBMWP, ID e IM) se han obtenido, para cada ecotipo, los límites de las clases correspondientes a los distintos estados: muy bueno, bueno, aceptable, deficiente y malo. Los valores de estas clases se utilizan para determinar el estado ecológico en la evaluación del impacto probable.

En la **Tabla 3** se presentan los resultados obtenidos al seguir el procedimiento definido para obtener los valores de referencia para el índice IBMWP.

La propuesta para el establecimiento de clases de estado ecológico, en función de los valores obtenidos del IBMWP se ha realizado siguiendo los criterios de la Directiva Marco, establecidos para el proyecto GUADALMED (Alba-Tercedor et al., 2002). La clase I se obtuvo con los valores medios obtenidos con la serie de datos de la red de medida existentes en las estaciones de la Red Biológica que pertenecían a los diferentes ecotipos. El resto de clases se obtuvo considerando los porcentajes del percentil 25 correspondientes al: 100%, 61%, 36% y 15% (**Tabla 4**).

Ecotipos	Estaciones RB situadas en el ecotipo	Estaciones RB en tramos prístinos	Valor medio del índice IBMWP	Estaciones RB en tramos sin o con ligeras modificaciones	Valor medio del índice IBMWP
5	5	0		2	61
9	96	19	90	46	74
10	5	0		1	77
12	74	35	112	44	101
13	6	1	57	1	29
14	9	0		0	
16	14	0		8	67
17	9	0		0	
18	8	1	63	2	55

**Tabla 3.** Valor medio del índice IBMWP para cada ecotipo en tramos prístinos o ligeramente alterados.

Ecotipos	Clase I (muy bueno)	Clase II (bueno)	Clase III (aceptable)	Clase IV (deficiente)	Clase V (malo)
5	>75	60-75	35-59	11-34	<11
9	>90	65-90	35-64	14-34	<14
10	>80	60-80	40-59	13-39	<13
12	>120	75-120	45-74	18-44	<18
13	>65	45-65	25-44	10-24	<10
14	>65	45-65	25-44	10-24	<10
16	>75	60-75	35-59	11-34	<11
17	>65	45-65	25-44	10-24	<10
18	>65	45-65	25-44	10-24	<10

**Tabla 4.** Clases de estado ecológico para el indicador de macroinvertebrados IBMWP.

Hay que señalar que, en el caso del resto de indicadores biológicos estudiados en la red biológica del Júcar, existen muchos menos datos para poder establecer de una forma definitiva las condiciones de referencia, no obstante se ha considerado necesario realizar una primera aproximación.

El análisis de los resultados obtenidos con el índice de diatomeas (ID) aplicado en la Demarcación del Júcar proporciona los resultados que se observan en la **Tabla 5**.

Dado que los resultados obtenidos con el índice ID no son aplicables a otras cuencas fluviales se ha

considerado interesante el establecer las condiciones de referencia con el índice de diatomeas IPS "Indice de Polluosensibilité Specifique" (Cemagref, 1982), que es el índice que mejores resultados está ofreciendo en ríos de la península. Las acotaciones de este índice se han realizado siguiendo el juicio de experto (**Tabla 6**).

El análisis de los resultados obtenidos con el índice de macrófitos (IM) proporciona los resultados de la **Tabla 7**.

Puesto que no existen referencias en otras cuencas fluviales, la propuesta de límites de las distintas cla-



**Tabla 5**

Ecotipos	Estaciones RB situadas en el ecotipo	Estaciones RB en tramos prístinos	Valor medio del índice ID	Estaciones RB en tramos sin o con ligeras modificaciones	Valor medio del índice ID
5	5	0		2	6,48
9	96	19	6,48	46	6,27
10	5	0		1	5,42
12	74	35	6,58	44	6,4
13	6	1		1	
14	9	0		0	
16	14	0		8	6,9
17	9	0		0	
18	8	1	4,7	2	

Tabla 5. Valor medio del índice ID para cada ecotipo en tramos prístinos o ligeramente alterados.

**Tabla 6**

Ecotipos	Clase I (muy bueno)	Clase II (bueno)	Clase III (aceptable)	Clase IV (deficiente)	Clase V (malo)
5	>16	11-16	8-10	5-7	<5
9	>20	17-20	14-16	11-13	<10
10	>16	11-16	8-10	5-7	<5
12	>20	17-20	14-16	11-13	<10
13	>16	11-16	8-10	5-7	<5
14	>16	11-16	8-10	5-7	<5
16	>20	17-20	14-16	11-13	<10
17	>16	11-16	8-10	5-7	<5
18	>16	11-16	8-10	5-7	<5

Tabla 6. Clases de estado ecológico para el indicador de diatomeas IPS.

**Tabla 7**

Ecotipos	Estaciones RB situadas en el ecotipo	Estaciones RB en tramos prístinos	Valor medio del índice IM	Estaciones RB en tramos sin o con ligeras modificaciones	Valor medio del índice IM
5	5	0		2	4
9	96	19	19	46	14
10	5	0		1	15
12	74	35	25	44	27
13	6	1		1	
14	9	0		0	
16	14	0		8	16
17	9	0		0	
18	8	1	18	2	

Tabla 7. Valor medio del índice IM para cada ecotipo en tramos prístinos o ligeramente alterados.

ses para el índice de macrófitos (IM) se ha realizado a partir de los valores medios obtenidos para cada ecotipo en tramos prístinos y/o con ligeras modificaciones y en el juicio de expertos (Tabla 8).

Dada la dificultad de establecer los límites de las clases correspondientes a los distintos estados para la fauna piscícola debido a la falta de datos relativos a la estructura y composición de las comunidades piscícolas, se ha optado por definir un criterio más sencillo. Para cada tipo de río se han definido la especie o especies que cabría esperar en condiciones prístinas para cada uno de los ecotipos (Tabla 9).

La presencia de especies autóctonas y la no existencia de especies alóctonas determinaría el muy buen estado. En el caso de que se presentaran especies autóctonas junto con especies introducidas (alóctonas) la propuesta es considerar el buen estado ecológico, siempre que esas especies introducidas no produzcan alteraciones importantes en la dinámica y estructura de las poblaciones de especies autóctonas. Se consideran como especies alóctonas las mostradas en la Tabla 10 (Doadrio, 2001).

### 3. Condiciones de referencia y clases ecológicas en ríos provisionalmente designados como muy modificados

La designación de algunos tramos de los ríos como aguas muy modificadas se ha realizado siguiendo las recomendaciones de la guía *Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies* (EC, 2003). En este apartado se recogen las propuestas con los límites de las clases correspondientes a los estados: óptimo potencial, buen potencial, potencial aceptable, deficiente y malo, para aguas muy modificadas. Los indicadores utilizados han sido el IBMWP para tramos de ríos aguas abajo de las presas o afectados por alteracio-



Ecotipos	Clase I (muy bueno)	Clase II (bueno)	Clase III (aceptable)	Clase IV (deficiente)	Clase V (malo)
5	>15	10-15	6-9	3-5	<3
9	>20	13-20	8-12	4-7	<4
10	>15	10-15	6-9	3-5	<3
12	>30	20-30	12-19	6-11	<6
13	>15	10-15	6-9	3-5	<3
14	>15	10-15	6-9	3-5	<3
16	>20	13-20	8-12	4-7	<4
17	>15	10-15	6-9	3-5	<3
18	>15	10-15	6-9	3-5	<3

Tabla 8. Clases de estado ecológico para el indicador de macrófitos IM.

nes morfológicas y la clorofila “a”, el fósforo total y el disco Secchi, para los tramos de ríos que por la presencia de una presa (embalses) cambian de categoría, pasando a tener como referencia a los lagos.

Las clases para el indicador IBMWP se han definido a partir de los valores que toma este indicador en los tramos situados aguas abajo de los embalses. La reducción de estos valores respecto a la que tendrían si no existiesen los embalses es, con carácter general, similar a la que se produce al comparar los estados “aceptable” y “muy bueno” en masas no modificadas. Se ha asumido por tanto que los valores del óptimo potencial podrían corresponderse con los del estado aceptable en masas no modificadas. Por otra parte se han considerado los mismos valores, para masas modificadas y no modificadas, en la clase “malo”. Las clases intermedias se han obtenido por interpolación, como se muestra en la **Tabla 11**. Aunque se propone que los valores de esta tabla se utilicen para tramos modificados por alteraciones morfológicas (encauzamientos), debe indicarse que en este caso son referencias muy exigentes, como se deduce al analizar los pocos datos existentes en esos tramos.

Los valores definidos para estas clases deben entenderse sólo como

Especie
Brema blanca
Alburno
Pez gato negro
Pez rojo
Carpa
Lucio
Gambusia
Pez sol
Perca americana
Trucha arcoiris
Lucioperca

Tabla 10. Especies alóctonas de ictiofauna en la Demarcación del Júcar.

un primer paso para futuros trabajos y por esta razón no se han utilizado para determinar el estado ecológico de las masas de agua muy modificadas (categoría río: afecciones aguas abajo de embalses y alteraciones morfológicas) en la evaluación del impacto probable realizada en el Informe sobre los Artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua (CHJ, 2005). Este estado se ha determinado utilizando las clases definidas para masas aguas que no son muy modificadas, lo que significa una exigencia muy importante.

Ecotipos	Especies
5	Barbo mediterráneo
9	Madrilla, barbo colirrojo
10	Cacho, anguila
12	Trucha común
13	Barbo gitano
14	Cacho, anguila
16	Blenio (Fraile)
17	Cacho y anguila
18	Samaruc, fartet

Tabla 9. Especies de ictiofauna que cabría esperar en aguas prístinas para cada ecotipo.

Las condiciones de referencia y clases ecológicas en masas de agua muy modificadas, ríos que cambian a embalses, se han obtenido utilizando los métodos de la ACA (2003) de determinación de la calidad de las aguas en embalses (**Tabla 12**). Para cada uno de los 6 tipos de embalse la propia Confederación Hidrográfica del Júcar ha definido un embalse de referencia tal y como se presentan en el Informe sobre los Artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua (CHJ, 2005).

Los valores medios de los distintos indicadores fisicoquímicos (profundidad de visión de Secchi y fósforo total) y biológicos (clorofila a) se muestran en la **Tabla 13**.

Los valores de los indicadores obtenidos son similares en todos los embalses, por lo que se han adoptado los mismos valores en las distintas clases para todos los tipos (**Tabla 14**).

#### 4. Condiciones de referencia y clases ecológicas en lagos

Únicamente se han definido condiciones de referencia para el Lago de La Albufera, que se ha designado provisionalmente como masa de agua muy modificada. El análisis de riesgo de no alcanzar el buen estado se ha realizado de forma individualizada aplicando el criterio de experto.



Tabla 11					
Ecotipos	Óptimo potencial	Buen potencial	Potencial aceptable	Deficiente	Malo
5	>42	35-41	25-34	11-24	<11
9	>54	46-53	32-44	14-31	<14
10	>48	40-47	29-39	13-28	<13
12	>61	51-60	43-50	18-42	<18
13	>39	33-38	21-32	10-22	<10
14	>39	33-38	21-32	10-22	<10
16	>42	35-41	25-34	11-24	<11
17	>39	33-38	21-32	10-22	<10
18	>39	33-38	21-32	10-22	<10

Tabla 11. Clases de potencial ecológico para el indicador de macroinvertebrados IBMWP.

Tabla 12		
Tipo	Denominación	Embalse de referencia
I	Elevada capacidad y alto	Arquillo
II	Capacidad media y alto	La Toba
III	Elevada capacidad y altura media	Arenós
IV	Capacidad media y altura media	Ulldecona
V	Elevada capacidad y tierras bajas	Sichar
VI	Capacidad media y tierras bajas	Escalona

Tabla 12. Embalses de referencia para cada tipo.

Tabla 13						
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI
Embalse de referencia	Arquillo	La Toba	Arenós	Ulldecona	Sichar	Escalona
Chl a (mg/m <sup>3</sup> )	3,80	3,12	2,57	2,30	2,29	5,72
Profundidad visión Secchi (m)	2,5	2	5,8	4	2,6	4,8
Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	15	55	<10	<10	<10	<10

Tabla 13. Parámetros físico-químicos y biológicos en los embalses de referencia.

Tabla 14							
Indicador	Elemento	Parámetro	Óptimo potencial	Buen potencial	Potencial aceptable	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (mg/m <sup>3</sup> )	0-5	5-15	15-25	25-50	>50
Físico-químico	Transparencia	Profundidad visión Secchi (m)	>6	3-6	2-3	1-2	<1
	Nutrientes	Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	0-16	16-32	32-64	64-128	>128

Tabla 14. Clases de estado ecológico para los embalses.

A continuación se describe el proceso seguido de obtención de clases en el lago de la Albufera, que constituye una masa de agua muy modificada en la que deberá alcanzarse un buen potencial ecológico y un buen estado químico, no siendo pues objetivo suficiente mantener el ecosistema actual y necesitándose un planteamiento más ambicioso para mejorar significativamente el estado del Lago de la Albufera. Una pregunta surge, sin embargo, inmediatamente, ¿cuál es el buen potencial ecológico y el buen estado químico del Lago de la Albufera?

En las reuniones celebradas por una Comisión de Expertos creada durante el desarrollo del proyecto *Estudio sobre el desarrollo sostenible de L' Albufera de Valencia* (CHJ, 2004) se alcanzó un importante acuerdo en los puntos siguientes:

- La calidad ecológica del sistema en los años sesenta constituye un modelo a alcanzar.
- No era viable reproducir íntegramente el funcionamiento hídrico del sistema de los años sesenta, debiendo la calidad biológica ser referida al buen potencial ecológico del sistema.

El escenario sostenible de La Albufera será, por tanto, un escenario nuevo que, en primer lugar, hay que definir. Algunos de los aspectos que deben ser contemplados en esta definición, según los resultados de las reuniones de la Comisión de Expertos, son los siguientes:

- Agua clara y sedimento superficial oxigenado.
- Fitoplancton típico de las lagunas costeras. Concentraciones de clorofila correspondientes a ecosistemas acuáticos meso-eutróficos.



- Zooplancton filtrador integrado por especies de tamaño grande.
- Flujo y renovación del agua adecuados para la salud ecológica del ecosistema.
- Mantenimiento del cultivo del arroz mediante prácticas sostenibles.
- Riqueza de la fauna vertebrada de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.
- Buen estado de las formaciones riparias.

De forma simplificada, y como integrador de todos estos aspectos, se ha asumido como objetivo clave la reversión del estado actual de dominancia del fitoplancton a un estado con dominancia de la vegetación sumergida en el lago central, estableciéndose así como un primer indicador de referencia la concentración media de *clorofila-a* en el lago (Tabla 15). El panel de expertos del estudio propuso adoptar, como criterio de clasificación con carácter provisional, los valores umbral resultado del programa de investigación financiado por la Comisión Europea denominado ECOFRAME (1999).

## 5. Conclusiones

En este estudio se pretende establecer de forma preliminar las condiciones de referencia y las clases de calidad ecológica en las masas de agua superficial de la CHJ. El estudio realizado en las masas de agua superficial de la categoría ríos, ha tenido en cuenta la clasificación final de los 9 ecotipos existentes en la Demarcación y el establecimiento de los tramos con condiciones prístinas o con alteraciones no significativas. En estos tramos se han utilizado los datos existentes de la Red Biológica relativos a los elementos de calidad biológica, utilizándose los valores de los índices: IBMWP (macroinvertebrados), ID (diatomeas) e IM (macrófitos).

Los valores de referencia para cada indicador biológico se han establecido considerado en primer lugar los valores medios de cada índice en

Clorofila-a media anual ( $\mu\text{g/l}$ )	Propuesta provisional de clasificación del estado ecológico para la biomasa del fitoplancton
< 10	Óptimo potencial
11-20	Buen potencial
21-30	Potencial aceptable
31-50	Deficiente
> 51	Malo

Tabla 15. Propuesta provisional de clasificación para la Clorofila-a media en el lago.

tramos prístinos, en segundo lugar los valores medios de dichos índices en tramos con ligeras alteraciones y en último lugar la opinión del experto. Los valores de estas clases se han utilizado para determinar el estado ecológico en la evaluación del impacto probable en el Informe sobre los Artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua (CHJ, 2005). Para los peces se ha optado por establecer para cada ecotipo la especie o especies que cabría esperar en condiciones prístinas.

En el caso de los ríos que han sido considerados como masas de agua muy modificadas, los indicadores biológicos utilizados han variado: en tramos de ríos aguas abajo de las presas o afectados por alteraciones morfológicas se ha utilizado el IBMWP y en los embalses la clorofila "a", el fósforo total y el disco Secchi. Los valores propuestos no se han utilizado para determinar el estado ecológico en la evaluación del impacto probable.

En el caso de las masas superficiales de la categoría lagos únicamente se han definido condiciones de referencia para el Lago de La Albufera, que se ha designado provisionalmente como masa de agua muy modificada. El análisis de riesgo de no alcanzar el buen estado se ha realizado de forma individualizada aplicando el criterio de experto.

## 6. Bibliografía

[1] ACA, 2003. Caracterització i propostes d'estudi dels embas-

saments catalans segons la Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu. Agència Catalana de L'Aigua. Barcelona. Diciembre 2003.

[2] AEMA, 2000. CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover. Agencia Europea del Medio Ambiente.

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

[4] Alba-Tercedor, J.; Jáimez-Cuéllar, P.; Álvarez, M.; Avilés, J.; Bonada, N.; Casas, J.; Mellado, A.; Ortega, M.; Pardo, I.; Prat, N.; Rieradevall, M.; Robles, S.; Sáinz-Cantero, C.E.; Sánchez-Ortega, A.; Suárez, M.L.; Toro, M.; Vidal-Abarca, M.R.; Vivas, S.; Zamora-Muñoz, C. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica*, 21 (3-4): 175-185.

[5] Bonada, N.; Prat, N.; Munné, A.; Rieradevall, M.; Alba-Tercedor, J.; Álvarez, M.; Avilés, J.; Casas, J.; Jáimez-Cuéllar, P.; Mellado, A.; Moyá, G.; Pardo, I.; Robles, S.; Ramón, G.; Suárez, M.L.; Toro, M.; Vidal-Abarca, M.R.; Vivas, S.; Zamora-Muñoz, C. 2002. Criterios para la selección de condiciones de referencia en los ríos mediterráneos. Resultados del proyecto



- GUADALMED. Limnetica, 21 (3-4): 99-114.
- [6] CEDEX, 2003. Manual para la caracterización de las masas superficiales. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio de Fomento.
- [7] CEDEX, 2004. Selección preliminar de posibles tramos fluviales de referencia. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio de Fomento.
- [8] CEMAGREF. 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon, Agence de Bassin Rhône Méditerranée Corse.
- [9] CHJ, 2004. Estudio sobre el desarrollo sostenible de L'Albufera de Valencia. Confederación Hidrográfica del Júcar. Valencia. 2004.
- [10] CHJ, 2005. Informe para la Comisión Europea sobre los Artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua. Demarcación Hidrográfica del Júcar. Valencia. Abril, 2005.
- [11] CICYT, 1998. GUADALMED-1. The ecological status of Mediterranean Rivers. Development of an integrated index for the measure of the Mediterranean Rivers' ecological status. Ref. HID98-0323-C05. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.
- [12] ECOFRAME, 1999. Ecological quality and functioning of shallow lake ecosystems with respect to the needs of the European Water Framework Directive. EVK1-CT-1999-00039. EC.
- [13] EC, 2003. River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60EC), Guidance Document No 10, Working Group 2.3 REFCOM.
- [14] EC, 2005. Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60EC), Guidance Document No 13, Working Group 2A.
- [15] Doadrio, I. 2001. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- [16] Martínez Mas, J.F.; Correcher Martínez, E.; Piñón, A.; Martínez Muro, M.A.; Pujante Mora, A. 2002. El diseño de la Red Biológica en la Cuenca del Júcar. Tecnología del Agua, 225: 26-35.
- [17] MIMAM, 2000. Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente.
- [18] Suárez, M.L.; Mellado, A.; Sánchez-Montoya, M.M.; Vidal-Abarca, M.R. 2005. Propuesta de un índice de macrófitos (IM) para evaluar la calidad ecológica de los ríos de la cuenca del Segura. Limnetica, 24 (3-4): 305-318.

## SECTORES

- Agua
- Cerámica
- Construcción
- Distribución/Alimentación
- Electrónica
- Envase y Embalaje
- Hospitalario
- Hostelería/Catering
- Industrial
- Madera
- Metal
- Piedra Natural
- Seguros
- Soldadura
- Veterinaria

Visite nuestra web

[www.rbi.es](http://www.rbi.es)

Reed Business Information S.A., una de las editoriales españolas de mayor prestigio y que ofrece publicaciones y servicios dirigidos a diferentes sectores profesionales

