

3. EMBALSES. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA

Según la DMA, las **masas de agua superficiales** se clasifican:

- atendiendo a su *categoría*, en ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras
- y, según su *naturaleza*, en naturales, artificiales o muy modificadas.

Los embalses se consideran **masas de agua** de la **categoría río** de naturaleza **muy modificada** debido a que, bien por su tamaño, por la longitud fluvial afectada o por el fuerte efecto regulador que ejercen, condicionan una modificación en el río que puede considerarse estable y duradera, llegando en ocasiones a una nueva situación de equilibrio que se estima de reversibilidad compleja y socialmente indeseada.

También hay embalses incluidos dentro de **masas de agua artificiales** y son aquéllos creados fuera de cauce mediante la derivación de agua por canales o lechos artificiales. En ambos casos, la alteración de las condiciones naturales es tan fuerte que se considera que no pueden alcanzar el buen estado ecológico según la definición de la DMA. Por ello, el objetivo para estas masas es el de alcanzar el **buen potencial ecológico** para el 2015.

Desde el año 2006 se realiza un seguimiento sistemático de la red de embalses de la cuenca del Ebro, cuyo objetivo es determinar el potencial ecológico de dichas masas según la DMA y evaluar las medidas necesarias a adoptar para alcanzar los objetivos de calidad establecidos por esta Directiva.

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO Y TIPIFICACIÓN

Los embalses existentes en la cuenca del Ebro, y considerados como masa de agua según la DMA, tienen características ecológicas muy diferentes entre sí, lo que implica comportamientos y potencialidades distintas.

Un trabajo previo ha consistido en unificar estos embalses en grupos homogéneos, conforme a lo exigido en el artículo V y el anexo II de la DMA. El propósito de esta clasificación ha sido establecer **tipos de embalses** en los que se puedan utilizar las mismas métricas y escalas de valoración del potencial ecológico. El criterio de clasificación que se ha aplicado ha sido el incluido en la Instrucción de Planificación Hidrológica (en adelante, IPH)¹.

En la tabla 3.1. se muestran los tipos de embalses en la cuenca del Ebro, la tipología se establece atendiendo a razones del régimen de mezcla, geología, climatología, área de la cuenca de aportación y altitud. Para más información sobre los criterios utilizados para la clasificación de los embalses en dichos tipos consultar el CEMAS 2008.

En la actualidad hay declaradas **59 masas de agua tipo embalse** en la cuenca, 56 dentro de la categoría de masas de agua muy modificadas y 3 dentro del grupo de masas de agua artificiales.

¹ Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada mediante la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre.

3.2 PLANES DE SEGUIMIENTO ESTABLECIDOS

La DMA ha establecido la necesidad de la puesta en marcha de programas de control que permitan el seguimiento del estado o del potencial ecológico de las masas de agua en cada demarcación hidrográfica.

Para el **seguimiento del potencial ecológico** de los embalses de la cuenca del Ebro se han creado las redes de *control de vigilancia* y de *control operativo*. El diseño de estas redes de control se ha llevado a cabo sobre el total de las **59 masas de agua tipo embalse**.

Desde el año 2007, en que se hizo la primera propuesta, las redes de control de vigilancia y operativo se han mantenido como se indica a continuación:

- **Red de Control de Vigilancia:** Dado que el número de masas de agua en embalses no es muy elevado, y que en el momento de establecerse la red no existía una tipificación definitiva que permitiera seleccionar con seguridad embalses representativos de todos los grupos, se propuso la inclusión de las 59 masas de agua definidas como embalses en este control.
- **Red de Control Operativo:** Se seleccionaron 32 de los 59 embalses aplicando los siguientes criterios:
 - el potencial ecológico del embalse era inferior a Bueno,
 - el embalse había sido declarado como zona sensible,
 - el embalse se encontraba en riesgo alto o medio (siempre y cuando éste último se deba a que el análisis del impacto haya resultado probable) de incumplir los objetivos ambientales según el estudio IMPRESS.

En el año 2012 se han muestreado un total de 35 *embalses* en la cuenca del Ebro que forman parte tanto de la red de control de vigilancia como de la red de control operativo. En el mapa 3.1 (situado al final del documento) se recoge la tipología y la distribución geográfica de los embalses analizados y, en la tabla 3.1 se detallan las redes de control a las que pertenecen.



Embalse de Lanuza. Sallent de Gállego (Huesca).

■ **TABLA 3.1** EMBALSES INCLUIDOS EN LOS PLANES DE CONTROL

Código MAS	Denominación	Tipo	Vig.	Op.	Código MAS	Denominación	Tipo	Vig.	Op.
1	Embalse del Ebro.	7	X	X	63	Embalse de Rialb.	11	X	X
2	Embalse de Urrúnaga.	7	X	X	64	Embalse de Pajares.	1	X	
4	Embalse de Irabia.	7	X	X	65	Embalse de Camarasa.	11	X	
5	Embalse de Albiña.	7	X	X	66	Embalse de Santa Ana.	11	X	
6	Embalse de Eugui.	7	X		67	Embalse de San Lorenzo.	11	X	
7	Embalse de Ullivarri-Gamboa.	7	X		68	Embalse de El Val.	7	X	X
17	Embalse de Cereceda.	9	X	X	70	Embalse de Mequinzena.	12	X	X
19	Embalse de Lanuza.	1	X		71	Embalse de Mezalocha.	12	X	X
22	Embalse de Sobrón.	9	X	X	72	Embalse de Margalef.	10	X	X
25	Embalse de Búbal.	7	X		73	Embalse de Ciurana.	10	X	
26	Embalse de Puentelarrá.	9	X	X	74	Embalse de Flix.	12	X	X
27	Embalse de Alloz.	7	X		75	Embalse de Las Torcas.	10	X	
34	Embalse de Baserca.	13	X		76	Embalse de La Tranquera.	11	X	X
37	Embalse de Yesa.	9	X		77	Embalse de Moneva.	10	X	X
39	Embalse de Sabiñánigo.	7	X		78	Embalse de Caspe.	12	X	X
40	Embalse de El Cortijo.	11	X	X	79	Embalse de Guiamets.	10	X	X
42	Embalse de Mediano.	9	X		80	Embalse de Cueva Foradada.	10	X	X
43	Embalse de Escales.	7	X		82	Embalse de Calanda.	11	X	
44	Embalse de La Peña.	9	X	X	85	Embalse de Santolea.	11	X	
47	Embalse de El Grado.	11	X		86	Embalse de Itoiz.	7	X	
50	Embalse de Talarn.	11	X		87	Embalse de Lechago	7	X	X
51	Embalse de Vadiello.	7	X		912	Embalse de Pena.	10	X	
53	Embalse de Oliana.	9	X	X	913	Embalse de Gallipuéen.	10	X	X
54	Embalse de Montearagón.	7	X	X	916	Embalse de Ortigosa.	7	X	
55	Embalse de Ardisa.	11	X	X	949	Embalse de Ribarroja.	12	X	X
56	Embalse de Barasona.	11	X		1049	Embalse de Balaguer.	11	X	
58	Embalse de Canelles.	11	X		1679	Embalse de Utchesa Seca.	10	X	X
59	Embalse de Terradets.	9	X	X	1680	Embalse de La Loteta.	10	X	
61	Embalse de Mansilla.	7	X		1681	Embalse de Monteagudo.	7	X	
62	Embalse de La Sotenera.	10	X	X					

3.3 METODOLOGÍA DE MUESTREO

La campaña de muestreo se ha llevado a cabo durante los meses de junio a septiembre de 2012. En cada uno de los embalses muestreados se ha fijado una única estación de muestreo, en la parte más profunda, a una distancia entre 100 y 300 m de la presa para evitar posibles perturbaciones, excepto en los embalses de Ardisa, Balaguer, La Peña, Puentelarra y Cereceda, donde la falta de cota de agua o la inaccesibilidad no han permitido la navegación y se han tomado las muestras desde la presa.

Las coordenadas del punto de muestreo y la altitud sobre el nivel del mar en cada embalse se han georreferenciado con ayuda de un GPS en el punto de muestreo y se han ubicado sobre la cartografía del SIGPAC del Ministerio, utilizando esta imagen como mapa de situación.

El muestreo se ha desarrollado desde embarcaciones neumáticas tipo “Zodiac” provistas de motor fuera-borda eléctrico. Debido al riesgo de dispersión de la especie invasora *Dreissena polymorpha* (mejillón cebra) en la cuenca, la campaña se ha realizado muestreando en primer lugar los embalses sin mejillón cebra, tras estos los embalses sospechosos de albergar la especie y, por último, utilizando una embarcación y un motor fuera-borda distinto, se han muestreado los embalses en los que el mejillón cebra está presente.

Para los muestreos se han seguido las directrices metodológicas de los Protocolos de muestreo y análisis publicados por el Ministerio y por el CEDEX:

- **Fitoplancton**

- Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses. Código: M-LE-FP-2011.
- Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses. Código: LMET-FIT-LE-FP-2012.

- **Zooplancton²**

- Protocolo de análisis de zooplancton. W.B. Saunders, 1979. Manual Limnological Analysis. Robert G. Wetzel-Gene E. Likens.

- **Parámetros fisicoquímicos**

- Especificaciones establecidas en el protocolo de muestreo de fitoplancton de lagos y embalses. Código: M-LE-FP-2011.
- Orden MAM/3207/2006, de 25 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria MMA-EECC-1/06, sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas.

Las muestras se han conservado refrigeradas (en torno a 4°C) y en ausencia de luz (en neveras rígidas) durante su traslado al laboratorio y hasta su análisis.

3.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO

Existen diversas definiciones e interpretaciones de los procesos de eutrofización. Una de las más sencillas es la aportada por MARGALEF (1976), quien se refiere al término **eutrofización** como “*la fertilización excesiva de las aguas naturales, que van aumentando su producción en materia orgánica, con una considerable pérdida de calidad del agua*”. Según la definición adoptada por la OCDE (1982), se trata de un “*enriquecimiento de las aguas en sustancias nutritivas que conduce, generalmente, a modificaciones sintomáticas tales como aumento de la producción de algas y otras plantas acuáticas, degradación de la pesca y deterioro de la calidad del agua, así como de todos sus usos en general*”.

La acción del hombre, que se manifiesta a través de los vertidos de aguas residuales urbanas y de establecimientos industriales y ganaderos, así como a través de la contaminación difusa producida por el desarrollo de la agricultura intensiva, ha propiciado en los últimos decenios una eutrofización cultural, con una notable aceleración del proceso natural de eutrofización, en la que el fósforo suele ser el elemento a controlar por su frecuente carácter de elemento limitante.

Para evaluar el grado de eutrofización o **estado trófico** de una masa de agua se aplican e interpretan una serie de indicadores de amplia aceptación. En cada caso, se ha tenido en cuenta el valor de cada indicador en función de las características limnológicas básicas de los embalses.

Para la catalogación del estado trófico en los 35 embalses estudiados en el año 2012 se han utilizado cuatro indicadores, que se resumen en la tabla 3.2. Se corresponden con los valores máximos anuales empleados en el método de la OCDE, excepto para el caso de la densidad algal que se han usado los límites propuestos por MARGALEF (1983).

² Hasta el momento el Ministerio no ha dado pautas relativas a este indicador, ya que el zooplancton no es mencionado en el Anexo V de la DMA. Esto quizá es debido a que las relaciones del zooplancton con los procesos de eutrofización no son tan directas y están mucho menos estudiadas que las relativas al fitoplancton.

■ **TABLA 3.2** PARÁMETROS INDICADORES UTILIZADOS PARA LA CATALOGACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

Indicadores	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Fósforo total ($\mu\text{g/L P}$)	0 - 4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	>100
Transparencia disco de Secchi (m)	>6	6 - 3	3 - 1,5	1,5 - 0,7	<0,7
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0 - 1	1 - 2,5	2,5 - 8	8 - 25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100 - 1.000	$10^3 - 10^4$	$10^4 - 10^5$	> 10^5

Los resultados de la catalogación del estado trófico de cada embalse pueden verse, junto con el diagnóstico del potencial ecológico, en la tabla 3.6. El estado trófico es el resultado del promedio de los cuatro indicadores mencionados.

■ 3.5 DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

La DMA incorpora el concepto de **estado ecológico** como “una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales”. La diferencia esencial entre el concepto de estado y potencial ecológico reside en que ambos conceptos se aplican a distintos tipos de masas de agua.

El término estado ecológico responde al funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las masas de aguas superficiales naturales, reservándose el término de **potencial ecológico** a las **masas de agua artificiales o muy modificadas**, entre las que quedan englobados los embalses estudiados.

El potencial ecológico es una expresión integrada entre los elementos de calidad biológicos y físico-químicos, comparándolos frente a los valores definidos para las condiciones establecidas como de máximo potencial.

■ 3.5.1 INDICADORES BIOLÓGICOS

Como consecuencia de la aprobación de la IPH se ha realizado una aproximación al potencial ecológico, utilizando las condiciones de máximo potencial ecológico (MPE) especificadas en esta norma para el elemento de calidad biológico **Fitoplancton**.

■ **TABLA 3.3** VALORES DE REFERENCIA PROPIOS DEL TIPO (MPE) Y LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE POTENCIAL ECOLÓGICO (BUENO/MODERADO) DE LOS INDICADORES DEL ELEMENTO FITOPLANCTON SEGÚN LA IPH

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	MPE	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³ (CONCLOa)	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm ³ /L (BVOL _{TOT})	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de Cianobacterias (% CIANO)	0	9,2	0,91
Tipos 7, 9, 10 y 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³ (CONCLOa)	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm ³ /L (BVOL _{TOT})	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de Cianobacterias (% CIANO)	0	28,5	1,72

Tal como puede observarse en la tabla 3.3. las condiciones de máximo potencial ecológico establecidas en la IPH sólo son para algunas tipologías (1, 7, 9, 10 y 11). Quedan pendientes de determinarse los valores correspondientes a otras tipologías, como los de la tipología 12, que incluiría en la cuenca del Ebro los embalses de Mequinzenza, Flix, Caspe y Ribarroja. Es por esto que en estos embalses no se realiza esta evaluación.

En primer lugar, se calcula el *Ratio de Calidad Ecológica (RCE)* de cada métrica, de la forma siguiente:

– *Cálculo para la concentración de clorofila-a (CONCLOa):*

$$RCE: [(1/CONCLOa) / (1/MPE_CONCLOa)]$$

– *Cálculo para el biovolumen total (BVOL_{TOT}):*

$$RCE: [(1/BVOL_{TOT}) / (1/ MPE_BVOL_{TOT})]$$

– *Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):*

$$RCE: [(400-IGA) / (400-MPE_IGA)]$$

– *Cálculo para el porcentaje de cianobacterias (%CIANO):*

$$RCE: [(100-%CIANO) / (100-MPE_%CIANO)]$$

Si en alguna de estas transformaciones el RCE obtenido es mayor que 1, el valor del EQR que se considera es 1.

Posteriormente, es necesario llevar a cabo la transformación de los valores de RCE obtenidos, a una escala numérica equivalente para los cuatro indicadores, de acuerdo con el siguiente procedimiento. Las ecuaciones para llevar a cabo esta transformación varían en función del tipo de masa de agua y son las que se indican a continuación:

Tipos 1, 2 y 3:

Clorofila a	
RCE > 0,21	$RCE_{trans} = 0,5063 \times RCE + 0,4937$
RCE ≤ 0,21	$RCE_{trans} = 2,8571 \times RCE$
Biovolumen	
RCE > 0,19	$RCE_{trans} = 0,4938 \times RCE + 0,5062$
RCE ≤ 0,19	$RCE_{trans} = 3,1579 \times RCE$
% Cianobacterias	
RCE > 0,91	$RCE_{trans} = 4,4444 \times RCE - 3,4444$
RCE ≤ 0,91	$RCE_{trans} = 0,6593 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9737	$RCE_{trans} = 15,234 \times RCE - 14,233$
RCE ≤ 0,9737	$RCE_{trans} = 0,6162 \times RCE$

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11:

Clorofila a	
RCE > 0,43	$RCE_{trans} = 0,7018 \times RCE + 0,2982$
RCE ≤ 0,43	$RCE_{trans} = 1,3953 \times RCE$
Biovolumen	
RCE > 0,36	$RCE_{trans} = 0,625 \times RCE + 0,375$
RCE ≤ 0,36	$RCE_{trans} = 1,6667 \times RCE$
% Cianobacterias	
RCE > 0,72	$RCE_{trans} = 1,4286 \times RCE - 0,4286$
RCE ≤ 0,72	$RCE_{trans} = 0,8333 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9822	$RCE_{trans} = 22,533 \times RCE - 21,533$
RCE ≤ 0,9822	$RCE_{trans} = 0,6108 \times RCE$

RCE = Ratio de Calidad Ecológica

RCE_{trans} = Ratio de Calidad Ecológica transformado

Para la combinación de los distintos indicadores representativos del elemento de calidad fitoplancton se hallará la media de los RCE transformados correspondientes a los parámetros “abundancia y biomasa” y “composición”.

La combinación de los RCE transformados se llevará a cabo primero para los indicadores de clorofila y biovolumen, ambos representativos de la abundancia. La combinación se hará mediante las medias de los RCE transformados.

Posteriormente se llevará a cabo la combinación de los indicadores representativos de la composición: porcentaje de cianobacterias y el IGA. La combinación se hará mediante las medias de los RCE transformados.

Finalmente para la combinación de los indicadores de composición y abundancia-biomasa se hará la *media aritmética*. Este PE biológico (PE B) se reescala a valores entre 0 y 1 tal como se recoge en la tabla 3.4.

■ **TABLA 3.4** UMBRALES PARA LAS CLASES DE POTENCIAL ECOLÓGICO BIOLÓGICO (PE B)

Clase de Potencial Ecológico Biológico	MPE	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
RCE_{trans}	>0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	<0,2

■ 3.5.2 INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS

Para obtener el potencial ecológico se tienen que tener en cuenta los *indicadores de calidad fisicoquímicos* (PE FQ). Éstos son los que muestran en la tabla 3.5., que son concentración de fósforo total, concentración hipolimnética de O_2 y profundidad de visión del disco de Secchi. En primer lugar se calcula el promedio de las tres métricas y después se reescala el valor obtenido a tres niveles: MPE (Máximo Potencial Ecológico), As Fun (Asegura el Funcionamiento del Ecosistema) y No As Fun (No Asegura el Funcionamiento del Ecosistema).

■ **TABLA 3.5** UMBRALES PARA LOS INDICADORES DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS (PE FQ)

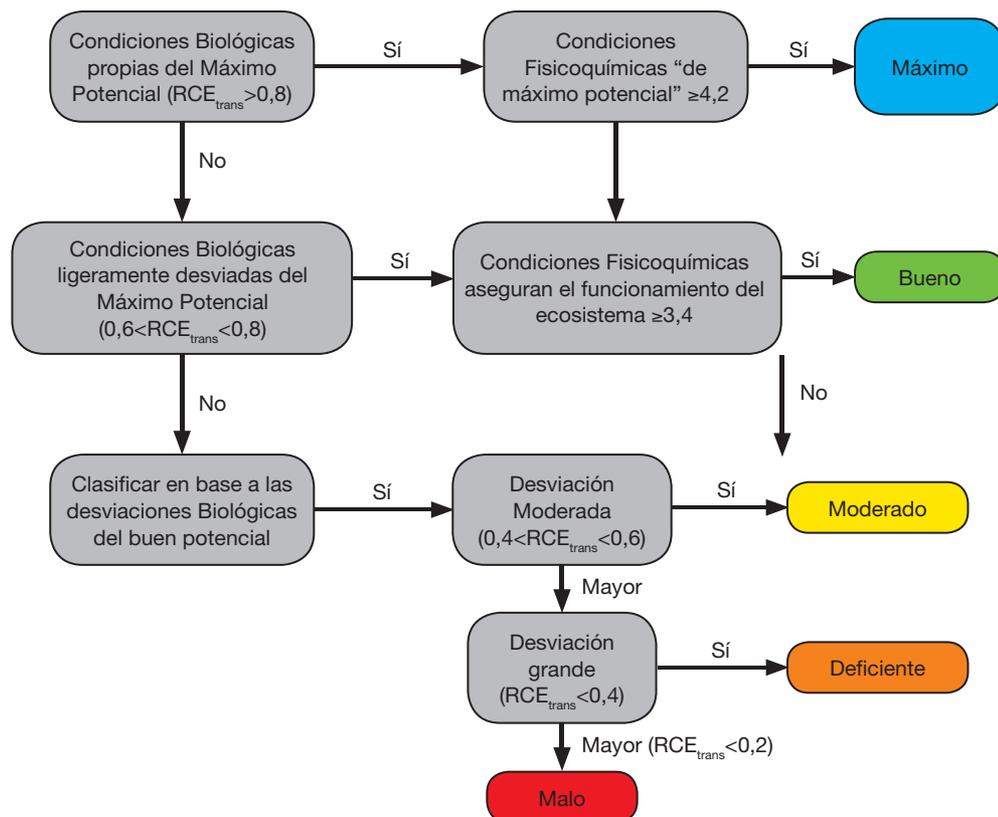
Indicadores de calidad fisicoquímicos (PE FQ)					
Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Concentración de fósforo total ($\mu\text{g/L P}$)	<4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	>100
Conc. hipolimnética O_2 ($\text{mg/L } O_2$)	>8	8 - 6	6 - 4	4 - 2	<2
Disco de Secchi (m)	>6	6 - 3	3 - 1,5	1,5 - 0,7	<0,7



Embalse de Búbal. Sallent de Gállego (Huesca).

De la combinación de los indicadores biológicos (*PE B*) con los fisicoquímicos (*PE FQ*) se obtendrá el valor del potencial ecológico (*PE*) como muestra la figura 3.1., cuyos valores pueden ser: Máximo, Bueno, Moderado, Deficiente y Malo.

■ **FIGURA 3.1** DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DE LA UE (CIS WORKING GROUP 2ª, 2003)



Por el momento en estas masas de agua sólo se evalúa el estado trófico y el potencial ecológico; no se determina el estado químico al tratarse de un tema bastante reciente en el que se continúa consensuando la metodología más adecuada.



Embalses de El Val y Flix, con la máxima y mínima densidad de fitoplancton en 2012.

3.6 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DE LAS MASAS DE AGUA

En la tabla 3.6. se resumen los resultados que se han obtenido, tanto para el potencial ecológico como para la catalogación trófica en las masas de agua muestreadas.

El significado de las columnas es el siguiente:

- **MAS:** código asignado a la masa de agua.
- **Tipo IPH:** tipología de la masa de agua.
- **ET 2012:** diagnóstico del estado trófico asignado a cada embalse en el 2012 empleando la metodología descrita en el apartado 3.4.
- **PE B:** resultado de la evaluación de los indicadores biológicos en el año 2012 según la metodología explicada en el apartado 3.5.
- **PE FQ:** resultado de la evaluación de los indicadores fisicoquímicos en el año 2012 según la metodología descrita en el apartado 3.5.
- **PE 2012:** potencial ecológico en el año 2012 calculado según metodología desarrollada en el apartado 3.5.

TABLA 3.6 ESTADO TRÓFICO Y POTENCIAL ECOLÓGICO ASIGNADO A CADA EMBALSE MUESTREADO EN LA CUENCA DEL EBRO EN EL AÑO 2012, ORDENADOS POR NÚMERO DE MASA DE AGUA

MAS	Punto de muestreo	Tipo IPH	Nombre de la masa de agua	Naturaleza	Municipio y provincia	CC.AA.	ET 2012	PE B	PE FQ	PE 2012
1	E4001	7	Embalse del Ebro	Muy modificada	La Rozas de Valdearrollo (Cantabria) y Arija (Burgos)	Cantabria-C. León	Mesot	B	No As Fun	Mod
2	E4002	7	Embalse de Urrúnaga	Muy modificada	Villarreal de Álava (Álava)	País Vasco	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
4	E4004	7	Embalse de Irabia	Muy modificada	Orbaitzeta (Navarra)	Navarra	Oligot	MPE	As Fun	B
5	E4005	7	Embalse de Albiña	Muy modificada	Villarreal de Álava (Álava)	País Vasco	Oligot	MPE	No As Fun	Mod
7	E4007	7	Embalse de Ullivarri-Gamboa	Muy modificada	Elburgo (Álava)	País Vasco	Mesot	B	No As Fun	Mod
17	E4017	9	Embalse de Cereceda	Muy modificada	Merindad de Valdivielso (Burgos)	C. León	Eut	MPE	No As Fun	Mod
22	E4022	9	Embalse de Sobrón	Muy modificada	Bozoo (Álava) y Burguenda (Burgos)	País Vasco-C. León	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
26	E4026	9	Embalse de Puentelarrá	Muy modificada	Bozoo (Álava)	País Vasco	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
40	E4040	11	Embalse de El Cortijo	Muy modificada	Oión (Álava) y Logroño (La Rioja)	País Vasco-La Rioja	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
44	E4044	9	Embalse de La Peña	Muy modificada	Las Peñas de Riglos (Huesca)	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
53	E4053	9	Embalse de Oliana	Muy modificada	Coll de Nargó (Lérida)	Cataluña	Mesot	B	No As Fun	Mod
54	E4054	7	Embalse de Montearagón	Muy modificada	Huesca	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
55	E4055	11	Embalse de Ardisa	Muy modificada	Ardisa (Zaragoza) y Biscarrués (Huesca)	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
56	E4056	11	Embalse de Barasona	Muy modificada	Graus (Huesca)	Aragón	Oligot	MPE	As Fun	B
59	E4059	9	Embalse de Terradets	Muy modificada	Llimiana (Lérida)	Cataluña	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
63	E4063	11	Embalse de Rialb	Muy modificada	Tiurana (Lérida)	Cataluña	Mesot	B	No As Fun	Mod
68	E4068	7	Embalse de El Val	Muy modificada	Los Fayos (Zaragoza)	Aragón	Eut	Mod	No As Fun	Mod

MAS	Punto de muestreo	Tipo IPH	Nombre de la masa de agua	Naturaleza	Municipio y provincia	CC.AA.	ET 2012	PE B	PE FQ	PE 2012
70	E4070	12	Embalse de Mequinenza	Muy modificada	Mequinenza (Zaragoza)	Aragón	Mesot	Mod	No As Fun	SD
71	E4071	10	Embalse de Mezalocha	Muy modificada	Mezalocha (Zaragoza)	Aragón	Hipereut	Mod	No As Fun	Mod
72	E4072	10	Embalse de Margalef	Muy modificada	Margalef (Tarragona)	Cataluña	Mesot	B	No As Fun	Mod
73	E4073	10	Embalse de Ciurana	Muy modificada	Cornudella de Montsant (Tarragona)	Cataluña	Ultraolig	MPE	As Fun	B
74	E4074	12	Embalse de Flix	Muy modificada	Flix (Tarragona)	Cataluña	Oligot	Mod	No As Fun	SD
76	E4076	11	Embalse de La Tranquera	Muy modificada	Carenas (Zaragoza)	Aragón	Eut	Mod	No As Fun	Mod
77	E4077	10	Embalse de Moneva	Muy modificada	Moneva (Zaragoza)	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
78	E4078	12	Embalse de Caspe	Muy modificada	Alcañiz (Zaragoza)	Aragón	Oligot	Def	As Fun	SD
79	E4079	10	Embalse de Guiamets	Muy modificada	Els Guiamets (Tarragona)	Cataluña	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
80	E4080	10	Embalse de Cueva Foradada	Muy modificada	Oliete (Teruel)	Aragón	Mesot	B	No As Fun	Mod
82	E4082	11	Embalse de Calanda	Muy modificada	Calanda (Teruel)	Aragón	Oligot	MPE	As Fun	B
87	E4087	7	Embalse de Lechago (en construcción)	Muy modificada	Calamocha (Teruel)	Aragón	Eut	B	No As Fun	Mod
913	E4913	10	Embalse de Gallipuéen	Muy modificada	Berge (Teruel)	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
949	E4949	12	Embalse de Ribarroja	Muy modificada	Riba-Roja d'Ebre (Tarragona)	Cataluña	Mesot	Def	No As Fun	SD
1049	E4049	11	Embalse de Balaguer	Muy modificada	Os de Balaguer (Lérida)	Cataluña	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
1679	E4979	10	Embalse de Utchesa Seca	Artificial	Torres de Segre (Lérida)	Cataluña	Eut	Mod	No As Fun	Mod
1680	E4680	10	Embalse de La Loteta	Artificial	Gallur (Zaragoza)	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
1681	E4681	7	Embalse de Monteagudo de las Vicarías	Artificial	Monteagudo de las Vicarías (Soria)	C.León	Mesot	MPE	No As Fun	Mod

ET 2012: Ultraolig (Ultraoligotrófico), Oligot (Oligotrófico), Mesot (Mesotrófico), Eut (Eutrófico) e Hipereut (Hipereutrófico).

PE B: MPE (Máximo Potencial Ecológico), B (Bueno), Mod (Moderado), Def (Deficiente) y Malo (Malo).

PE FQ: MPE (Máximo Potencial Ecológico), As Fun (Asegura el Funcionamiento del Ecosistema) y No As Fun (No Asegura el Funcionamiento del Ecosistema).

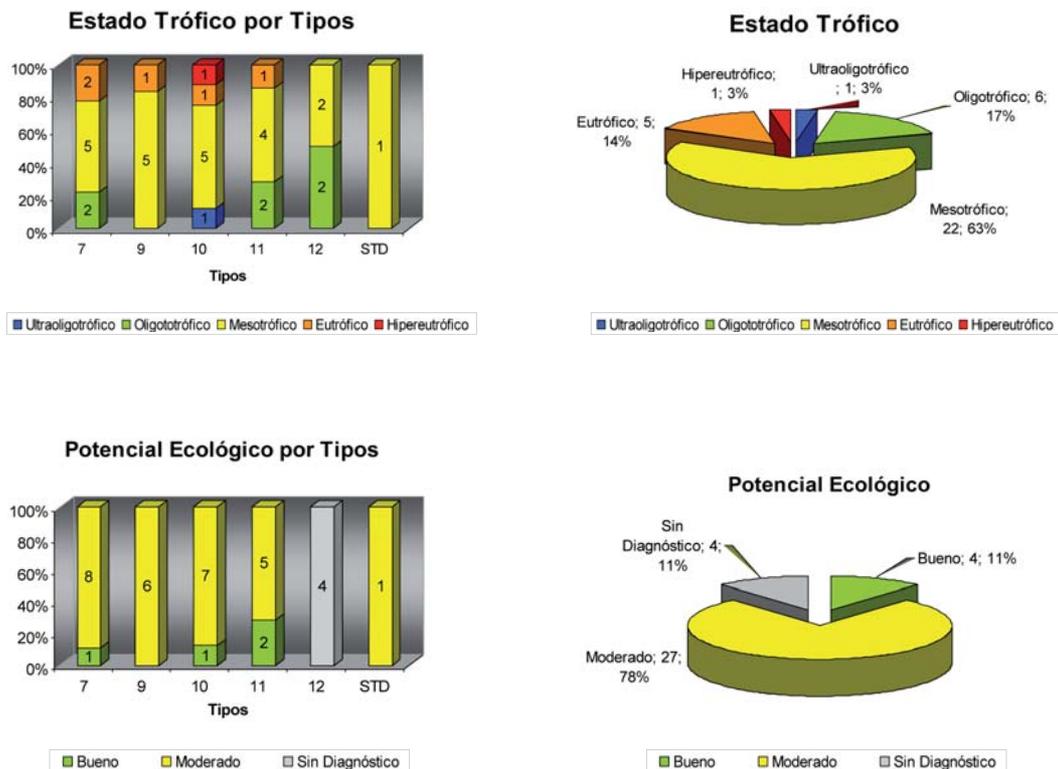
PE 2012: MPE (Máximo), B (Bueno), Mod (Moderado), Def (Deficiente), Malo (Malo) y SD (Sin Diagnóstico).



Embalse de La Sotonera. Alcalá de Gurrea (Huesca).

En la figura 3.2 se puede observar la representación gráfica de la tabla 3.6. En los mapas 3-2 y 3-3 (recogidos al final del documento) se puede ver la ubicación de los embalses muestreados en la cuenca, con los resultados del estado trófico y del potencial ecológico.

■ FIGURA 3.2 RESULTADOS DEL ESTADO TRÓFICO Y EL POTENCIAL ECOLÓGICO EN 2012



Del análisis de los datos se observa, referente al estado trófico, que de los 35 embalses analizados la mayor parte son “mesotróficos” (un 63%). Por otro lado un 20% son “oligotróficos” y “ultraoligotróficos”. Para el potencial ecológico se aprecia también que la mayoría (un 78%) presentan un potencial ecológico “moderado”.

■ 3.7 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para el potencial ecológico cabe destacar que en todos los embalses clasificados como de “máximo potencial ecológico” según los indicadores biológicos, los indicadores fisicoquímicos los han hecho descender uno o dos niveles, a “bueno” o a “moderado”. A la vista de los resultados obtenidos con sólo cinco embalses en los que los indicadores fisicoquímicos “aseguran el funcionamiento del ecosistema” puede ser que los elementos fisicoquímicos sean muy restrictivos o que los indicadores biológicos estén sobreestimando el estado de calidad del agua de los embalses muestreados.

Por otro lado, comparando los resultados de estado trófico y potencial ecológico, se aprecia que existe relación entre ambos, ya que excepto en un caso no hay más de un salto de clase de diferencia entre los resultados para un mismo embalse. Existe sólo una diferencia de dos clases en el Embalse de Mezalocha.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados obtenidos durante el año 2012.

Nº de embalses considerados como masas de agua:..... 59

Nº de embalses estudiados en 2012:..... 35

Embalses con diagnóstico de estado trófico: 35

- Ultraoligotrófico..... 1
- Oligotrófico 6
- Mesotrófico 22
- Eutrófico 5
- Hipereutrófico 1

Embalses con diagnóstico de potencial ecológico: 31

- Máximo 0
- Bueno..... 4
- Moderado..... 27
- Deficiente..... 0
- Malo 0
- Sin Diagnóstico..... 4

(Los embalses de la tipología 12 no pueden diagnosticarse debido a que su forma de cálculo está pendiente en la IPH)

3.8 ESTUDIOS HIDROACÚSTICOS SOBRE COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE PECES EN EMBALSES DE LA CUENCA

Desde el año 2008 se vienen realizando estudios hidroacústicos para determinar la composición y abundancia de peces en los embalses de la cuenca del Ebro.

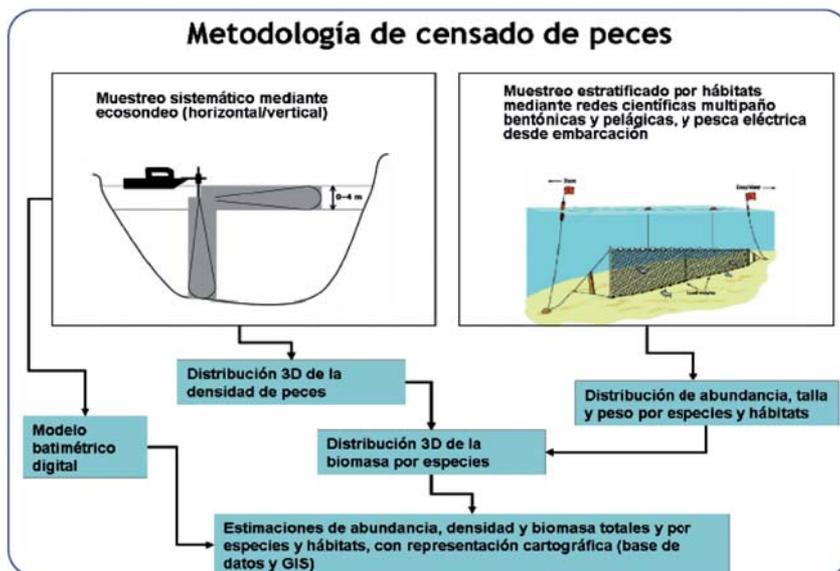
El objetivo es poder incluir en el futuro este elemento de calidad biológico como indicador en la valoración del potencial ecológico de los embalses.

La fauna ictiológica integra información espacio-temporal a mayor escala que otros indicadores biológicos, de ahí que resulte de interés su estudio, tal como recoge la DMA. Hasta la fecha se han concluido los trabajos en 21 embalses de la cuenca.

Estos trabajos están empleando una combinación de **técnicas hidroacústicas** y **técnicas de muestreo directo de pesca**. Mediante las técnicas hidroacústicas se ha estimado la *densidad* de peces así como su *distribución* dentro del embalse y, las técnicas de muestreo directo (mediante

redes agalleras multipaño y pesca eléctrica desde embarcación) han servido para caracterizar la composición de las especies y la estructura de tallas de cada una de ellas. La combinación de ambos resultados ha permitido obtener también la *estimación y distribución de biomásas* por especie en cada uno de los embalses analizados.

■ **FIGURA 3.3** ESQUEMA DEL MÉTODO DE CENSADO DE POBLACIONES ÍCTICAS EN UN EMBALSE



Los estudios censales de peces que se han llevado a cabo hasta el momento en los embalses de la cuenca del Ebro, disponibles en la página web de la CHE, se muestran en la tabla 3.7. En ella se recogen también el código de la masa de agua, el tipo IPH, la provincia y el año de muestreo.



Pesca eléctrica desde embarcación.

■ **TABLA 3.7** ESTUDIOS CENSALES DE PECES REALIZADOS EN LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

MAS	TIPO IPH	NOMBRE DE LA MASA DE AGUA	PROVINCIA	AÑO DE MUESTREO
1	7	Embalse del Ebro	Cantabria/Burgos	2010
2	7	Embalse de Urrúnaga	Álava	2009
4	7	Embalse de Irabia	Navarra	2010
5	7	Embalse de Albiña	Álava	2009
6	7	Embalse de Eugui	Navarra	2010
7	7	Embalse de Ullívarri-Gamboa	Álava	2009
19	1	Embalse de Lanuza	Huesca	2009
22	9	Embalse de Sobrón	Álava/Burgos	2011
27	7	Embalse de Alloz	Navarra	2010
37	9	Embalse de Yesa	Navarra/Zaragoza	2011
40	11	Embalse de El Cortijo	Álava	2009
50	11	Embalse de Talam	Lleida	2011
56	11	Embalse de Barasona	Huesca	2009
61	7	Embalse de Mansilla	La Rioja	2010
70	12	Embalse de Mequinenza	Zaragoza	2008
76	11	Embalse de La Tranquera	Zaragoza	2012
80	10	Embalse de Cueva Foradada	Teruel	2012
86	7	Embalse de Itoiz	Navarra	2010
912	10	Embalse de Pena	Teruel	2012
916	7	Embalse de Ortigosa	La Rioja	2009
949	12	Embalse de Ribarroja	Tarragona	2008



Carpa común. *Cyprinus carpio*.