

# EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO EN EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE BALAGUER



DICIEMBRE 2012  
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

## EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



**PROMOTOR:**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**SERVICIO:**

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

**EMPRESA CONSULTORA:**

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia  
Estudi General

**EQUIPO DE TRABAJO**

Área de Limnología, dirigida por Dr. Eduardo Vicente Pedrós, Catedrático de Ecología.  
Director del Estudio.

**PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:**

68.857,47 €

**CONTENIDO:**

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE BALAGUER.

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2012

**FECHA ENTREGA:**

DICIEMBRE 2012

**FOTO PORTADA:**

Vista de la presa del embalse de Balaguer desde la margen izquierda aguas abajo.

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

## ÍNDICE

	Página
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>5</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>5</b>
2.1.    Ámbito geológico y geográfico.	5
2.2.    Características morfométricas e hidrológicas	6
2.3.    Usos del agua	6
2.4.    Registro de zonas protegidas	7
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>7</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>8</b>
4.1.    Características físico-químicas de las aguas	8
4.2.    Hidroquímica del embalse	9
4.3.    Fitoplancton y concentración de clorofila	10
4.4.    Zooplancton	13
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>15</b>
<b><u>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>16</b>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

<b>Figura 1.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	7
<b>Figura 2.</b> Fotografía de la presa del embalse.....	22

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfológicas del embalse de Balaguer.....	6
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	10
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	13
<b>Tabla 4.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	15
<b>Tabla 5.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Balaguer.....	15
<b>Tabla 6.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	16
<b>Tabla 7.</b> Combinación de los indicadores.....	17
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Balaguer.....	17
<b>Tabla 9.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008). .....	18
<b>Tabla 10.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.....	19
<b>Tabla 11.</b> Combinación de los indicadores.....	19
<b>Tabla 12.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Balaguer.....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Balaguer durante los muestreos de 2012 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

### 2.1. Ámbito geológico y geográfico.

Respecto a la geología de la zona, el embalse se encuentra entre materiales de la facies Keuper (arcillas versicolores y yesos), del Jurásico indiferenciado (dolomías, calizas, margas y calcarenitas) y del Paleógeno (facies Garum, intercalaciones de calizas lacustres y lignito; y Oligoceno, areniscas y lutitas). Además, se localizan depósitos aluviales de gravas; arenas; limos y arcillas.

El embalse de Balaguer se sitúa dentro del término municipal de Balaguer, en la provincia de Lleida. Regula las aguas del río Segre como toma del canal de la central hidroeléctrica de Balaguer.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones.

La cuenca vertiente al embalse de Balaguer tiene una superficie de drenaje de 7.200 km<sup>2</sup>.

El embalse tiene una capacidad total de 1 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 2,5 m. y una profundidad máxima de 11 m.

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

**Tabla 1.** Características morfométricas del embalse de Balaguer.

Superficie de la cuenca	7200 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	1 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	1 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	42 ha
Cota máximo embalse normal	231,5 msnm

Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea y situado en zona no húmeda de la red principal. En la fecha de realización del muestreo no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 4,0 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Balaguer para el año hidrológico 2011-2012 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la CHE. Sin embargo, dada su capacidad de tan sólo 1 hm<sup>3</sup> y el caudal circulante por el río Segre y el canal de la central hidroeléctrica, cuya velocidad superficial es considerable a simple vista, se puede afirmar categóricamente que es inferior a 0,03 meses, o lo que es lo mismo, a un día.

## 2.3. Usos del agua

En el embalse de Balaguer no se han constatado usos de relevancia que los señalados para la toma del canal de Balaguer.

## 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Balaguer no forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en ninguna de sus categorías.

## 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 1). Se ha completado una campaña de muestreo el 13 de Junio de 2012, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

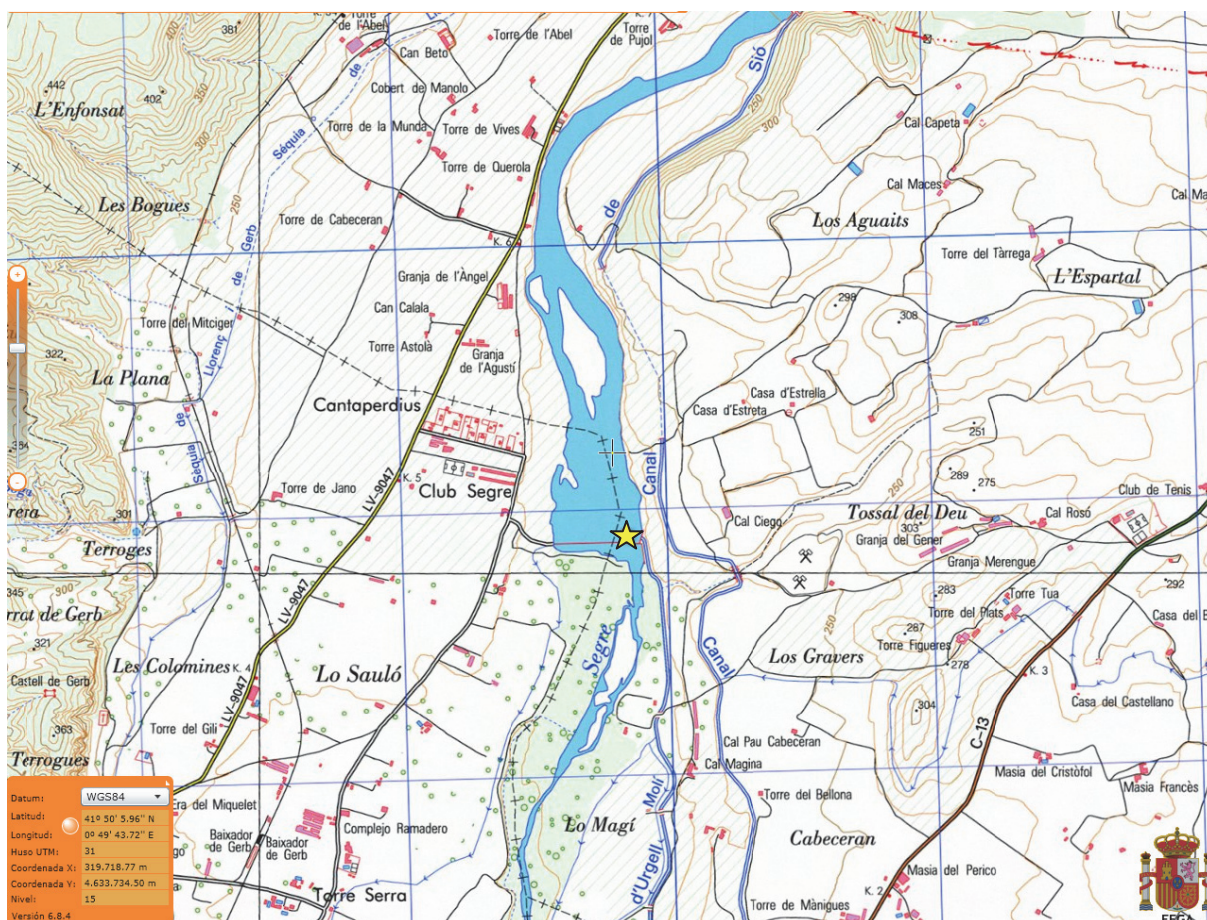


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.



## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua es homogénea en toda la columna de agua, 18, por tanto, en el momento del muestreo (Julio 2012) no se observa termoclina.
- El pH del agua en la superficie es de 8,31.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 1,50 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 4,0 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 3,43 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 9,01 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L).
- La conductividad del agua es de 231 µS/cm en la superficie del embalse.



## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 14,47 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,50 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,39 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,23 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH<sub>4</sub>) resultó ser de 0,021 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,77 mg SiO<sub>2</sub>/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,66 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 36 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	25
CHRYSOPHYCEAE	3
CHLOROPHYTA	1
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	2

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	687,17
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	493557
Diversidad Shannon-Wiener		3,73
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Bacillariophyceae
Nº células/ml		419,01
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Fragilaria crotonensis</i>
Nº células/ml		189,95
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		231344
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		122182

La concentración de clorofila *a* fue de 2,99 µg/L.

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton muestran los resultados del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml
<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>		
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	13,97	4662,08
<i>Cyclotella krammeri</i>	8,38	1608,99
<i>Cyclotella radiosa</i>	5,59	1228,60
<i>Cyclotella</i> sp. pequeña	33,52	3949,06
<i>Melosira varians</i>	5,59	2211,47
<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>		
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i> )	53,07	10004,28
<i>Asterionella formosa</i>	50,28	41070,22
<i>Cocconeis pediculus</i>	2,79	2171,98
<i>Cocconeis placentula</i>	2,79	2316,78
<i>Cymatopleura solea</i>	2,79	39177,27
<i>Diatoma vulgare</i>	2,79	2764,34
<i>Diploneis ovalis</i>	2,79	5331,23
<i>Encyonema minutum</i> (= <i>Cymbella minuta</i> )	11,17	5791,95
<i>Epithemia argus</i>	2,79	1474,32
<i>Eunotia monodon</i>	2,79	728,06
<i>Fragilaria crotonensis</i>	189,95	42965,77
<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>capitatum</i>	2,79	2533,98
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	2,79	26118,18
<i>Mastogloia smithii</i>	2,79	4975,82
<i>Nitzschia acicularis</i>	2,79	1787,77
<i>Nitzschia palea</i>	2,79	1486,08
<i>Nitzschia recta</i>	2,79	2122,98
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (= <i>Rhoicosphenia curvata</i> )	2,79	1520,39
<i>Surirella ovalis</i>	5,59	15971,75
<i>Surirella robusta</i>	2,79	7371,58
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>		
<i>Dinobryon bavaricum</i>	8,38	3317,21

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml
<i>Dinobryon sertularia</i>	5,59	2270,71
<i>Ochromonas ludibunda</i>	44,69	27486,94
<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Tetraedron minimum</i>	2,79	715,11
<b>CYANOBACTERIA</b>		
<i>Pseudanabaena catenata</i>	22,35	175,51
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>		
<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	19,55	68801,40
<i>Cryptomonas marsonii</i>	8,38	4773,97
<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i> ) <i>lacustris</i>	122,91	16217,47
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i> )	27,93	2559,58
<b>DINOPHYCEAE</b>		
<i>Ceratium hirundinella</i>	2,79	122182,81
<i>Gymnodinium</i> sp.	2,79	13712,01
<b>TOTAL BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>419,01</b>	<b>231344,95</b>
<b>TOTAL CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>58,66</b>	<b>33074,86</b>
<b>TOTAL CHLOROPHYTA</b>	<b>2,79</b>	<b>715,11</b>
<b>TOTAL CYANOBACTERIA</b>	<b>22,35</b>	<b>175,51</b>
<b>TOTAL CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>178,78</b>	<b>92352,42</b>
<b>TOTAL DINOPHYCEAE</b>	<b>5,59</b>	<b>135894,82</b>
<b>TOTAL ALGAS</b>	<b>687,17</b>	<b>493557,67</b>

Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

Clases de abundancia	% de presencia
1	<9
2	10-24
3	25-60
4	61-99
5	>99

#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Balaguer se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 2 Copepoda
- 11 Rotifera
- 1 Diptero

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	2,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	85,58
BIOMASA TOTAL	µg/L	14,42
Diversidad Shannon-Wiener		2,52
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		78,08
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Polyarthra major</i>
individuos/L		41,54
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Rotíferos
µg/L		7,54
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Polyarthra major</i>
µg/L		5,40

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L
<b>CLADÓCEROS</b>		
<i>Bosmina longirostris</i>	0,77	1,00
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0,19	0,23
<i>Chydorus sphaericus</i>	1,15	1,73
<i>Daphnia cucullata</i>	0,77	2,31
<b>COPÉPODOS</b>		
Ciclópido	2,69	0,58
Diaptómido	0,38	1,04
<b>ROTÍFEROS</b>		
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	0,38	0,02
<i>Ascomorpha ovalis</i>	2,31	0,14
<i>Keratella cochlearis</i>	3,85	0,19
<i>Lecane closterocerca</i>	1,54	0,08
<i>Lecane luna</i>	0,38	0,02
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	10,77	0,55
<i>Polyarthra major</i>	41,54	5,40
<i>Synchaeta oblonga</i>	15,38	0,77
<i>Synchaeta pectinata</i>	0,38	0,13
<i>Synchaeta stylata</i>	1,15	0,12
<i>Testudinella mucronata</i>	0,38	0,12
<b>OTROS</b>		
Chironómido	1,54	-
<b>Total Cladóceros</b>	2,88	5,27
<b>Total Copépodos</b>	3,08	1,62
<b>Total Rotíferos</b>	78,08	7,54
<b>Total Otros</b>	1,54	-
<b>Total</b>	85,58	14,42

No se ha tomado muestra de red por imposibilitarlo el muestreo desde la presa.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 4 para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 4.** Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ( $\mu\text{g P /L}$ )	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
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	8,0-25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&gt; 4,2</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>&lt; 1,8</b>

En la tabla 5 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

**Tabla 5.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Balaguer.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	13,47	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,99	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,50	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	687	Oligotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	<b>3,0</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros fósforo total (PT) y clorofila *a* sitúan al embalse en el rango de mesotrofia. La densidad algal en cambio, califica al embalse en oligotrofia. Y la transparencia (DS) como eutrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de BALAGUER ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 6.** Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&gt; 4, 2</b>	<b>3, 4 -4, 2</b>	<b>2,6-3,4</b>	<b>1, 8 -2, 6</b>	<b>&lt; 1, 8</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P /L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).



La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 7:

**Tabla 7.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 8 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

**Tabla 8.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Balaguer.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	687	Bueno
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	2,99	Moderado
		Biovolumen algal( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,49	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,10	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,58	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,43	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	6,8	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,96	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,7</b>	<b>BUENO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi_(m)	1,50	Deficiente
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética (mg/ $\text{LO}_2$ )	9,01	Máximo
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g/LP}$ )	13,47	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>3,3</b>	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PE<sub>exp</sub></b>				<b>MODERADO</b>

## b) Aproximación normativa (*PE<sub>norm</sub>*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 138).

**Tabla 9.** Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	$VR_t$	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2	9,5	0,21
			Biovolumen $mm^3/L$	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

**Tabla 10.** Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCET				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	> 1	1-0,36	< 0,36		
		Índice de Catalán (IGA)	> 1	1-0,9822	< 0,9822		
		Porcentaje de cianobacterias	> 1	1-0,72	< 0,72		
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,8</b>	<b>0,6-0,8</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 11:

**Tabla 11.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 12 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**Tabla 12.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse de Balaguer.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,99	0,87	0,91	Bueno
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,49	1,54	1,34	Máximo
			<b>Media</b>				<b>1,12</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,42	1,000	1,01	Máximo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	3,25	0,97	0,95	Bueno
			<b>Media</b>				<b>0,98</b>
<b>Media global</b>						<b>1,05</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>						<b>1,05</b>	<b>MÁXIMO</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,50			Deficiente	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	9,01			Máximo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	13,47			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,3</b>		<b>NO AS FUN</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 2:** Presa del embalse de Balaguer