

---

## RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

### DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

#### INFORME FINAL DEL EMBALSE DE BALAGUER

---



**ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

---

## RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

### 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:**

70.590,38 €

**CONTENIDO:**

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE BALAGUER

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2015

**FECHA ENTREGA:**

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Balaguer desde el punto de muestreo.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). Red de seguimiento de masas de agua muy modificadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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.

## ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....</b>	<b>6</b>
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico .....</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas .....</i>	<i>7</i>
2.3. <i>Usos del agua .....</i>	<i>8</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>8</i>
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>9</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>10</b>
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas .....</i>	<i>10</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>11</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila .....</i>	<i>12</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>15</i>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>16</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>18</b>
<b>ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	

## 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.....	9
<b>Figura 5.</b> Fotografía de la presa del embalse.....	24
<b>Figura 6.</b> Fotografía de las compuertas del embalse.....	24

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Balaguer.....	7
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	12
<b>Tabla 3.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	13
<b>Tabla 4.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	15
<b>Tabla 5.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	16
<b>Tabla 6.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	17
<b>Tabla 7.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Balaguer.....	17
<b>Tabla 8.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	18
<b>Tabla 9.</b> Combinación de los indicadores.....	19
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Balaguer.....	19
<b>Tabla 11.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).....	20
<b>Tabla 12.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.....	21
<b>Tabla 13.</b> Combinación de los indicadores.....	21
<b>Tabla 14.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Balaguer.....	22

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Balaguer durante los muestreos de 2015 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 de 2015, correspondiente al año hidrológico 2014-2015).

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, situado en zona no húmeda de la red principal. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica llega al fondo, 4,5 metros de profundidad, cuando se determina mediante el medidor fotoeléctrico, mientras que el valor estimado mediante el disco de Secchi fue de 4,4 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Balaguer para el año hidrológico 2014-2015 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 16 de Junio de 2015, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

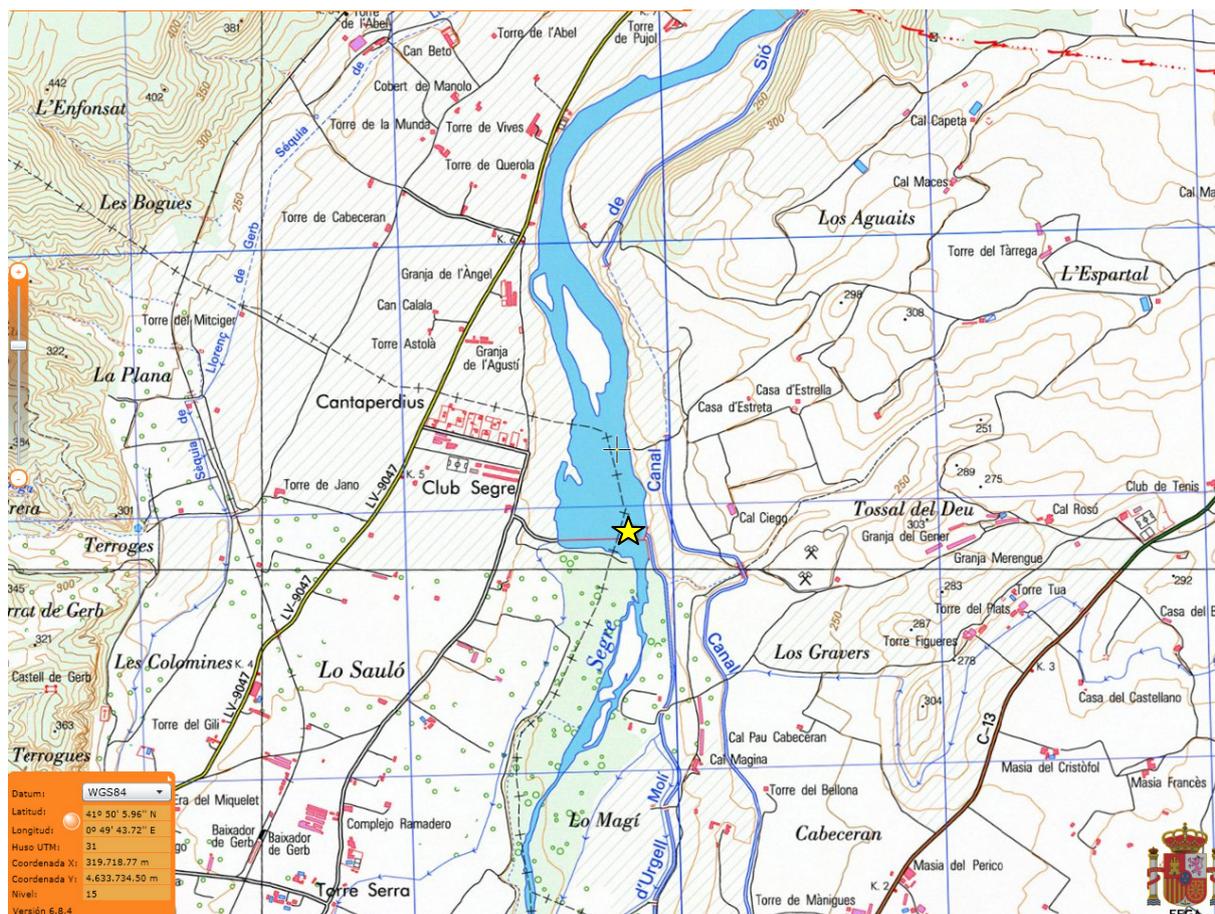


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua es homogénea en toda la columna de agua, 19,1 °C, por tanto en el momento del muestreo (Junio 2015) no se observa termoclina.
- El pH del agua en la superficie es de 7,8.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 1,75 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 4,4 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 4,13 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 8,84 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L).
- La conductividad del agua es de 272 µS/cm en la superficie del embalse.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2015 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 15,00  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble resultó ser de 0,65  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,48 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,40 mg N/L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) fue de 0,013 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,60 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,72 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 41 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	14
CHRYSOPHYCEAE	4
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	15
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	1

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	<b>nº cél./ml</b>	1425
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>	386510
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		3,42
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Chlorophyceae
<b>Nº células/ml</b>		879
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Sphaerocystis planctonica</i>
<b>Nº células/ml</b>		617
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Cryptophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		184088
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Cryptomonas erosa</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		84679

La concentración de clorofila fue de 3,61 µg/L en la muestra integrada.

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 de la tabla siguiente:

**Tabla 3.** Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	7	15.325	2
AULAAMBIO	<i>Aulacoseira ambigua</i>	26	16.895	3
CHAEMUJEL0	<i>Chaetoceros muelleri</i>	2	5.090	
CYCLDELI0	<i>Cyclotella delicatula</i> (=Lindavia delicatula)	47	7.271	1
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	24	9.015	
MELOVARI0	<i>Melosira varians</i>			1
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>			1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	9	236	
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>	2	201	1
ASTIFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	7	5.101	1
CAMPYGEN0	<i>Campylodiscus</i> sp.			1
COCCPLAC0	<i>Cocconeis placentula</i>	7	5.874	1
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	5	1.791	
GYROACUM0	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			1
MELOVARI0	<i>Melosira varians</i>	5	29.215	
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>	5	1.134	
NITZCLOS0	<i>Nitzschia closterium</i>	2	699	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	5	1.865	1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)			1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	21	680	
CHRYPLAN0	<i>Chrysolykos planctonicus</i>	5	433	
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>	66	11.522	3
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	7	356	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLMINU0	<i>Mallomonas minuta</i>			1
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	5	1.402	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
ACTIHANT0	<i>Actinastrum hantzschii</i>			1
ANKYJUDA0	<i>Ankyra judayi</i>	5	267	
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	2	6.076	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	7	1.272	
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>	94	989	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	5	200	
MICRPUSI0	<i>Micractinium pusillum</i>			3
MONOARCU0	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	2	70	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	14	367	1
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>			1
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	5	1.068	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>	76	9.972	2
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	2	30	
DIDYPLANO0	<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i> )	9	99	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (= <i>Desmodesmus armatus</i> )	19	712	
SCENCOST0	<i>Scenedesmus costato-granulatus</i> (= <i>Desmodesmus costato-granulatus</i> )	19	712	
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (= <i>Scenedesmus disciformis</i> )			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	617	40.396	2
TETRMEDI0	<i>Tetraedron mediocris</i>	2	116	
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	35	84.679	1
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	26	62.098	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	9	5.382	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	17	23.043	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> )	38	3.140	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i> )	158	5.745	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
PERIACIC0	<i>Peridinium aciculiferum</i>	5	25.969	1
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
STROFLUV0	<i>Strombomonas fluviatilis</i>			1
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>154</b>	<b>99.713</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>99</b>	<b>12.991</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>5</b>	<b>1.402</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>879</b>	<b>62.348</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>283</b>	<b>184.088</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>5</b>	<b>25.969</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>1.425</b>	<b>386.510</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 19 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 14 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 4:

**Tabla 4.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	4,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	158,08
BIOMASA TOTAL	µg/L	21,34
Diversidad Shannon-Wiener		2,95
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		142,12
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra major</i>
individuos/L		35,38
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Rotíferos
µg/L		15,24
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Polyarthra major</i>
µg/L		4,60
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 3 m
CLADÓCEROS: 8,21 %	COPÉPODOS: 33,08 %	ROTÍFEROS: 58,71 %

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 la tabla 5:

**Tabla 5.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
ALONEXIG0	<i>Alonella exigua</i>	0,19	0,17	0,47
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	1,54	1,85	4,69
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>			2,34
GRAPTEST0	<i>Graptoleberis testudinaria</i>			0,47
SIDACRYS0	<i>Sida crystalina</i>			0,23
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	0,19	0,47	0,02
CYCLOPFAM	Ciclópido	13,85	3,46	32,83
HARPACORD	Harpacticoide	0,19	0,14	0,23
	<b>ROTÍFEROS</b>			
BDELLGEN0	<i>Bdelloide</i>	0,38	0,05	0,02
BRACAANU1	<i>Brachionus calyciflorus anuraeiformis</i>	1,54	0,40	11,72
LECABULL0	<i>Lecane bulla</i>			0,23
LEPAOVAL0	<i>Lepadella ovalis</i>	0,77	0,03	0,02
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	21,54	1,10	4,69
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	35,38	4,60	32,83
SYNCGRAN0	<i>Synchaeta grandis</i>	1,54	0,54	0,23
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>	30,77	1,54	1,88
SYNCLONG0	<i>Synchaeta longipes</i>	7,69	2,56	1,17
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>	4,62	0,23	0,47
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	1,54	0,51	0,23
SYNCSTYL0	<i>Synchaeta stylata</i>	33,85	3,55	4,69
TESTINCI0	<i>Testudinella incisa</i>	0,19	0,06	0,02
TRICPUSI0	<i>Trichocerca pusilla</i>	1,54	0,04	0,47
TRICTETR0	<i>Trichotria tetractis</i>	0,77	0,04	0,02
	<b>Total Cladóceros</b>	<b>1,73</b>	<b>2,02</b>	<b>8,21</b>
	<b>Total Copépodos</b>	<b>14,23</b>	<b>4,08</b>	<b>33,08</b>
	<b>Total Rotíferos</b>	<b>142,12</b>	<b>15,24</b>	<b>58,71</b>
	<b>Total</b>	<b>158,08</b>	<b>21,34</b>	<b>100</b>

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 6.** 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 7 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 7.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Balaguer.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	15,00	Mesotrófico
CLOROFILA a	3,61	Mesotrófico
DISCO SECCHI (DS)	4,38	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1425	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,25</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, tres de ellos (fósforo total (PT), concentración de clorofila a, transparencia (DS) y densidad algal) clasifican el embalse como mesotrófico. Mientras que la transparencia (DS) otorga al embalse un estado de oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de BALAGUER ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 8.** Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	< 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)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	< 0,5	0,5-2	2-8	>8	
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	> 3	2-3	1-2	<1	
		<i>Trophic Index (TI)</i>	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&gt;3,4</b>	<b>2,6-3,4</b>	<b>1,8 - 2,6</b>	<b>&lt; 1,8</b>	
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	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>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</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 asignando la calificación del elemento de menor puntuación o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

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 9:

**Tabla 9.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 10 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 10.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Balaguer.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	1425	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,61	Moderado
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,39	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,22	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,87	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,88	Moderado
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,14	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,44	Bueno o superior
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,3</b>	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,38	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	8,84	Muy bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	15,00	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>3,0</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PExp</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 B<sup>+</sup>/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 11.** Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	$VR_t$	B <sup>+</sup> /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

**Tabla 12.** Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,6</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
<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 13:

**Tabla 13.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 14 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 14.** 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 <i>a</i> (µg/L)	3,61	0,72	0,80	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,39	1,97	1,60	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,20</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	3,75	0,992	0,82	Moderado
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>0,91</b>
<b>Media global</b>						<b>1,06</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,06</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,38			Bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	8,84			Muy bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	15,00			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			

## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 6.** Vista de la presa del embalse



**Figura 7.** Vista de las compuertas del embalse