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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE BALAGUER



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
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:

70.862,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE BALAGUER

AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

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

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua 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
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	7
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	<i>8</i>
2.3. <i>Usos del agua</i>	<i>9</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>18</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	19
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	21
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	10
Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH	11
Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	12
Figura 4. Perfil vertical de la conductividad	13
Figura 5. Fotografía de la cola del embalse	27
Figura 6. Fotografía de las compuertas del embalse	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Balaguer	8
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	18
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	20
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Balaguer.....	20
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 9. Combinación de los indicadores.	22
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Balaguer.....	22
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 (Orden ARM/2656/2008).	23
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	24
Tabla 13. Combinación de los indicadores.....	24
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Balaguer.	25

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Balaguer durante los muestreos de 2014 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 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

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 km².

El embalse tiene una capacidad total de 1 hm³. 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 ²
Capacidad total N.M.N.	1 hm ³
Capacidad útil	1 hm ³
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 2013-2014 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 hm³ 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 12 de Agosto de 2014, 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.

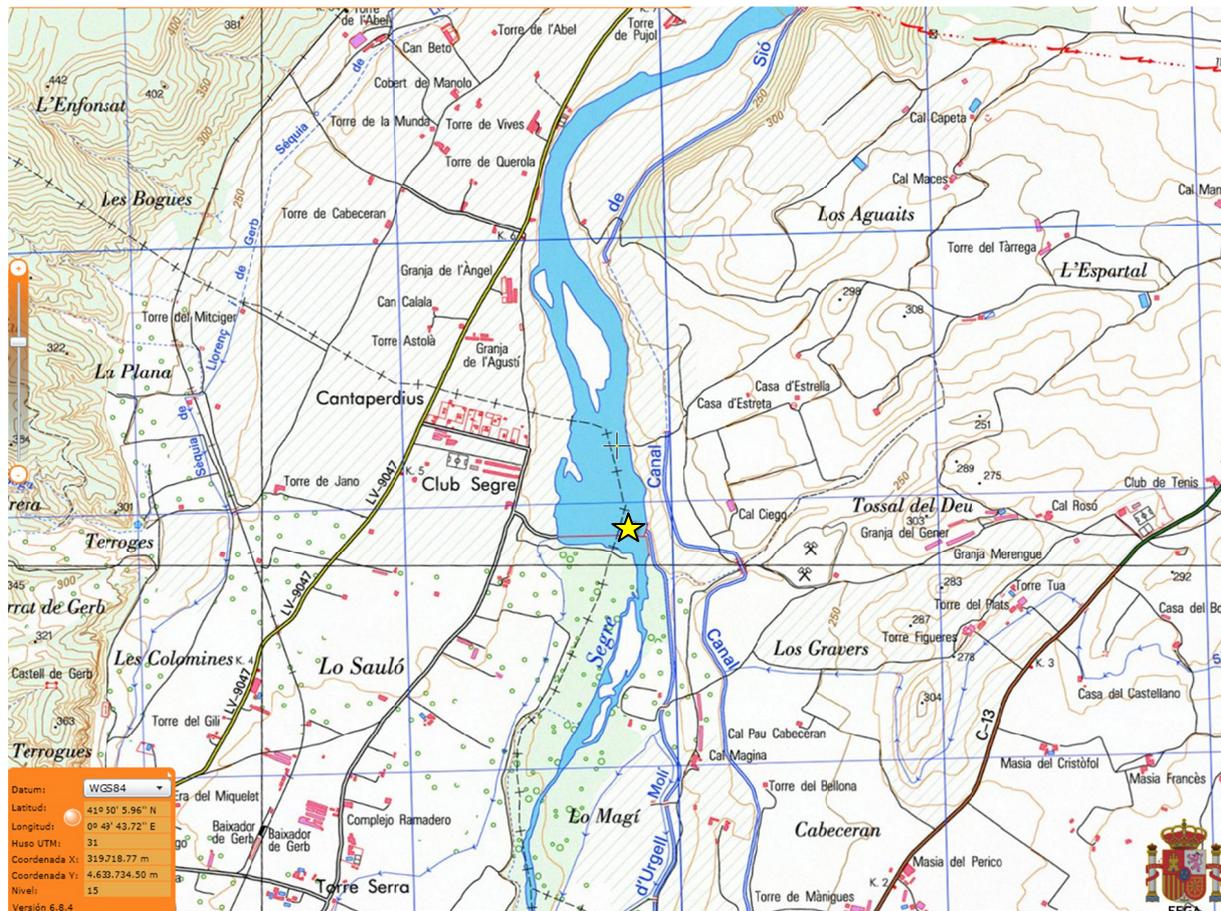
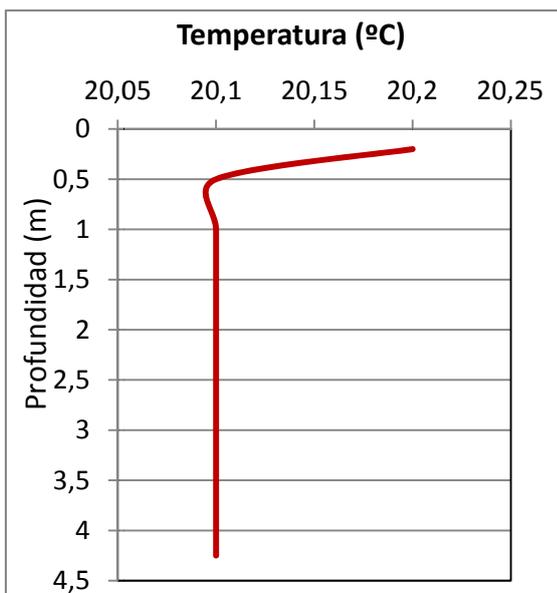


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

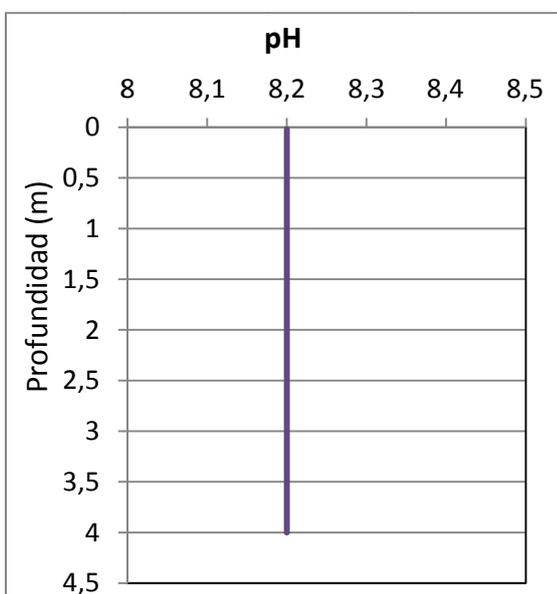
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

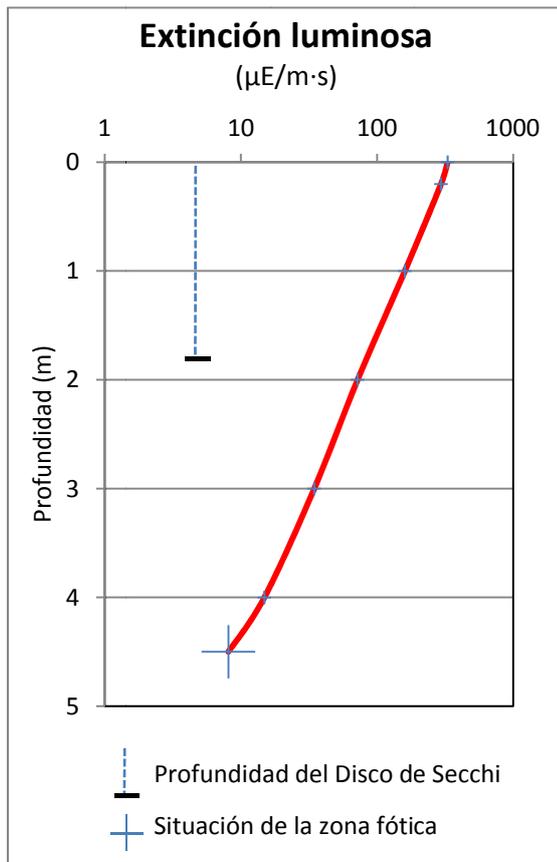


La temperatura del agua oscila entre los 20,10 °C – en el fondo- y los 20,20 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Agosto 2014) no existe termoclina.



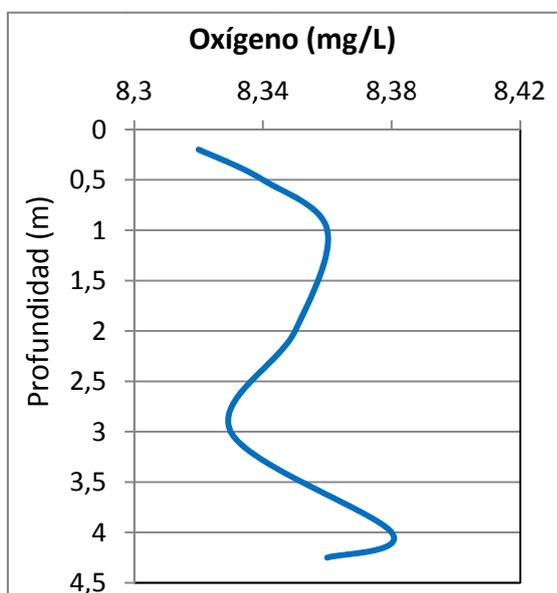
El pH del agua en la superficie es de 8,20, igual que en el fondo del embalse.

Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.



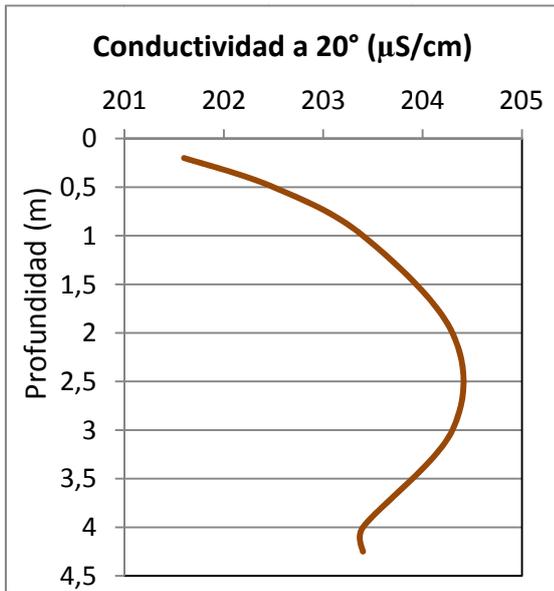
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 1,75 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 4,4 metros. La célula fotoeléctrica indica que la luz llega hasta el fondo. 4,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 3 m de profundidad) fue de 3,71 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,35 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 203 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse.

Figura 4. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 10,99 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble resultó ser de 0,65 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,38 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,32 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue de 0,013 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,33 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,48 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 31 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	14
CHRYSTOPHYCEAE	4
CHLOROPHYTA	4
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	2

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
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel./ml	2084,31
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	526672
Diversidad Shannon-Wiener		2,76
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Chlorophyceae
Nº células/ml		1015,05
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Pandorina morum</i>
Nº células/ml		873,95
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		254055
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Pandorina morum</i>
µm³/ml		115315

La concentración de clorofila fue de 3,02 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.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	18,21	11840	2
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>			2
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i>	27,31	10425	1
CYCLTGEN0	<i>Cyclotella</i> sp. pequeña	232,14	88609	1
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	3,78	11872	
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i>)	45,52	1138	1
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>			1
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			2
CAMPYGEN0	<i>Campylodiscus</i> sp.			1
COCCPEDIO	<i>Cocconeis pediculus</i>			1
COCCPLAC0	<i>Cocconeis placentula</i>	4,55	3926	
CYMASOLE0	<i>Cymatopleura solea</i>	1,89	1570	
	<i>Cymbella postrata</i>			1
	<i>Cymbella lanceolata</i>			1
DIPLOVAL0	<i>Diploneis ovalis</i>			1
DIATVULG0	<i>Diatoma vulgare</i>	3,78	15493	1
DIDYGEMIO	<i>Dydimosphenia geminata</i>	1,89	48766	1
CYMBMINU0	<i>Encyonema minutum</i> (= <i>Cymbella minuta</i>)	1,89	983	
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	77,47	56395	4
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.			1
MELOVARI0	<i>Melosira varians</i>			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>	1,89	709	1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>	1,89	453	1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	3,78	1875	1
SURIOVAL0	<i>Surirella ovalis</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (= <i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>)			1
	CHRYSOPHYCEAE			
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>	4,55	793	2
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	4,55	793	2
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	4,55	649	
KEPHLITTO	<i>Kephyrion littorale</i>	4,55	229	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.			1
	SYNUROPHYCEAE			
SYNURGEN0	<i>Synura</i> sp.			1
	CHLOROPHYTA			

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
SCENACUT0	<i>Acutodesmus obliquus</i> (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus)	18,21	515	
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.			1
MONOARCU0	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	50,07	1475	1
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	72,83	4271	
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>	873,95	115315	2
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)			1
	CYANOBACTERIA			
ANABELENO0	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>			1
CHROTURGO0	<i>Chroococcus turgidus</i>			1
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	0,35	49	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	18,21	43520	1
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	4,55	10880	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	22,76	12965	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	22,76	31722	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	68,28	9038	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. <i>nannoplanctica</i>)	482,49	28295	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawriake</i>	1,89	3134	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i>	3,78	8975	
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	425,98	254055	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	18,21	2464	
	TOTALES CHLOROPHYTA	1015,05	121575	
	TOTALES CYANOBACTERIA	0,35	49	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	619,05	136420	
	TOTALES DINOPHYCEAE	5,67	12109	
	TOTALES ALGAS	2084,31	526672	

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 15 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 10 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	3,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	31,46
BIOMASA TOTAL	µg/L	4,16
Diversidad Shannon-Wiener		1,93
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		24,81
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Synchaeta kitina</i>
individuos/L		9,42
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		2,37
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		1,62
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 3 m
CLADÓCEROS: 6,76 %	COPÉPODOS: 6,08 %	ROTÍFEROS: 87,16 %

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	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,58	0,75	2,03
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	1,35	1,62	4,73
	COPÉPODOS			
CYCLOPFAM	Ciclopido	1,54	0,23	5,41
HARPACORD	Harpacticoide	0,19	0,12	0,68
	ROTÍFEROS			
BDELLGEN0	<i>Bdelloide</i> sp.	0,38	0,05	1,35
CEPHGIBB0	<i>Cephalodella gibba</i>	0,38	0,01	1,35
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	5,58	0,28	19,59
LECABULL0	<i>Lecane bulla</i>	0,19	0,01	0,68
LECALUNA0	<i>Lecane luna</i>	0,19	0,01	0,68
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0,77	0,04	2,70
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	2,31	0,30	8,11
SYNCKITIO	<i>Synchaeta kitina</i>	9,42	0,47	33,11
SYNCHGEN0	<i>Synchaeta</i> sp	5,38	0,27	18,92
TRICHGEN0	<i>Trichocerca</i> sp	0,19	0,005	0,68
	Total Cladóceros	1,92	2,37	6,76
	Total Copépodos	1,73	0,35	6,08
	Total Rotíferos	24,81	1,44	87,16
	Total	28,46	4,16	100,00

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
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

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	10,99	Mesotrófico
CLOROFILA a	3,02	Mesotrófico
DISCO SECCHI (DS)	1,75	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	2084	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,00	MESOTRÓFICO

Atendiendo a todos los criterios seleccionados, (fósforo total (PT), concentración de clorofila a, transparencia (DS) y densidad algal) clasifican el embalse como mesotrófico. 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	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /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	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /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
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(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 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 9:

Tabla 9. 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
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)	2084	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,02	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,52	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,79	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	1,93	Deficiente
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,66	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,74	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,39	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,6	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,75	Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,35	Máximo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	10,99	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,7	AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO PExp				MODERADO

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B⁺/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 (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B ⁺ /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /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 a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 a mg/m ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /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 a mg/m ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /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	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 1	0,99 – 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			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 ₂ hipolimnética (mg O ₂ /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		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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 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
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_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Balaguer.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,02	0,86	0,90	Bueno
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,52	1,46	1,29	Máximo
			Media				1,10
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	2,47	0,995	0,89	Moderado
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,01	1,00	1,00	Bueno
			Media				0,95
Media global						1,02	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,02			MÁXIMO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,75			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,35			Máximo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	10,99			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3,7		AS FUN	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				BUENO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 6. Vista de la cola del embalse



Figura 7. Vista de las compuertas del embalse